



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Validación agronómica de un consorcio bacteriano inoculado en arroz (*Oryza sativa* L.) en tres valles de la región San Martín

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Víctor Enrique Cieza Ramírez

ASESOR:

Dr. Winston Franz Ríos Ruiz

COASESOR:

Mblgo. M. Sc. Renzo Alfredo Valdez Núñez

Tarapoto – Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA





Validación agronómica de un consorcio bacteriano inoculado en arroz
(*Oryza sativa* L.) en tres valles de la región San Martín


AUTOR

Víctor Enrique Cieza Ramírez

Sustentada y aprobada ante el honorable jurado el 5 de mayo del 2022


Dr. Agustín Cerna Mendoza
Presidente


Dra. Yoni M. Rodríguez Espejo
Secretario


Ing. Marvin Barrera Lozano
Miembro


Dr. Winston Franz Ríos Ruiz
Asesor



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS**

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL

Para optar el Título de Ingeniero Agrónomo Modalidad Informe de Tesis

Mediante emisión video conferencia vía plataforma Zoom UNSM, a las 4:10 horas, del día cinco del mes mayo del año dos mil veintidós, en virtud a la DIRECTIVA N°01-2020-UNSM-T "Sustentación de Tesis de Pregrado según la Modalidad No Presencial en el Marco de la Emergencia Nacional por la COVID – 19, En la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM, aprobado con Resolución N° 266-2021-UNSM/CU-R, de fecha 15/03/2021, se reunió el Jurado de Tesis, integrado por:

PRESIDENTE	:	DR. AGUSTIN CERNA MENDOZA
SECRETARIO	:	DRA. YONI MENI RODRÍGUEZ ESPEJO
MIEMBRO	:	ING. M. Sc. MARVIN BARRERA LOZANO
ASESOR	:	DR. WINSTON FRANZ RIOS RUIZ
COASESOR	:	Ms.C. RENZO ALFREDO VALDEZ NUÑEZ

Para evaluar el Informe de Tesis titulado: "VALIDACIÓN AGRONÓMICA DE UN CONSORCIO BACTERIANO INOCULADO EN ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN TRES VALLES DE LA REGIÓN SAN MARTÍN, Presentado por el Bachiller en Agronomía: VICTOR ENRIQUE CIEZA RAMÍREZ.

Los Miembros del Jurado de Informe de Tesis, después de haber observado la sustentación virtual, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica, luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran. Aprobado con el calificativo de MUY BUENO, en fe de lo cual se firmó la presente acta, siendo las 6:15 horas del mismo día, dándose por terminado el acto de sustentación.

Dr. Agustín Cerna Mendoza
PRESIDENTE

Dra. Yoni Meni Rodríguez Espejo
SECRETARIO

Ing. M. Sc. Marvin Barrera Lozano
MIEMBRO

Dr. Winston Franz Rios Ruiz
ASESOR

Declaratoria de autenticidad

Victor Enrique Ramírez, con DNI N°72766748, egresado de la Escuela Profesional de Agronomía Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: Validación agronómica de un consorcio bacteriano inoculado en arroz (*Oryza sativa* L.) en tres valles de la región San Martín.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 19 de octubre de 2022.



Víctor Enrique Cieza Ramírez
DNI N°72766748



Dedicatoria

A mis padres, mi padre Enrique Cieza Silva, por sus consejos, paciencia, sacrificio y ejemplos cristianos; a mi madre Katty Ramírez Pinchi por su dedicación, paciencia y valores.

A mis hermanas, Tatiana y Selena, por brindarme fortalezas, por compartir buenos y malos momentos, por su apoyo incondicional.

A mi esposa, Royena Romina Rengifo del Águila y mi hijo Adrián Leonardo Cieza Rengifo, por ser mi inspiración y motivación constante, por su paciencia y apoyo moral.

Agradecimiento

Un agradecimiento especial al programa Innóvate Perú, por financiar dicha tesis y hacer posible la ejecución de este proyecto de investigación “Desarrollo y validación de un inoculante a base de un consorcio bacteriano nativo para reducir el uso de fertilizantes químicos y mejorar la productividad de arroz (*Oryza sativa* L.) en la región San Martín”, con código **IDIBIO-1-P-099-17**.

A los colaboradores de las instituciones, UNSM, INIA, PEAM, por la oportunidad brindada para realización de la Tesis de Investigación efectuada por el periodo de un año y por todas las facilidades otorgadas.

A mi alma mater la Universidad Nacional de San Martín, por los conocimientos que me permiten hoy lograr una de mis metas trazadas como profesional a través de los docentes de la facultad de Ciencias Agrarias, Escuela profesional de Agronomía.

Al Dr. Winston Franz Ríos Ruiz, Biólogo Renzo Alfredo Valdez Núñez, al equipo del INIA y PEAM, y a los representantes de las Asociaciones de productores arroceros de los valles de Alto mayo, Bajo mayo y Huallaga Central por el apoyo técnico, la confianza depositada en mi persona y por el apoyo constante en cada fase del desarrollo de la investigación.

Debo mucho también la calidad de la investigación, al aporte técnico profesional y muy criterioso a cada uno de los miembros de mi honorable jurado, para ellos mi especial consideración y agradecimiento: Dr. Agustín Cerna Mendoza (presidente), Dra. Yoni Meni Rodríguez Espejo (secretaria) e Ing. M. Sc. Marvin Barrera Lozano (miembro).

Índice general

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Índice general.....	viii
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras.....	xii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	4
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1. Cultivo del arroz.....	4
1.2. Concepto de inoculantes y empleo.....	10
1.3. Principales géneros y especies de microorganismos empleados como inoculantes en el cultivo de arroz.....	16
1.4. Empleo del género <i>Burkholderia</i> y <i>Citrobacter</i> como inoculantes para el cultivo de arroz.....	17
1.5. El uso de inoculantes en el cultivo de arroz bajo condiciones de campo.....	18
CAPITULO II.....	20
MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
2.1 Materiales.....	20
2.2. Métodos.....	21
CAPITULO III.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
3.1. Promoción de crecimiento en el periodo vegetativo:.....	28
3.2. Etapa de cosecha.....	41
CONCLUSIONES.....	103
RECOMENDACIONES.....	104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
ANEXOS.....	113

Índice de tablas

	Página
Tabla 1 ANVA para la altura de planta (H), longitud de raíz (LR), peso seco de la parte aérea (PSPA) y peso seco de la raíz (PSR).....	32
Tabla 2 Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para promedios de H: Altura (cm); LR: Longitud de raíz (cm); PSPA: Peso Seco de Parte aérea (mg) y PSR: Peso seco de raíz (mg) por tratamiento en etapa de almácigo a los 30 días en tres valles de la región San Martín	33
Tabla 3 ANVA para el nivel de clorofila a los 60 días. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	35
Tabla 4 Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para promedios del nivel de clorofila a los 60 días en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante	37
Tabla 5 ANVA para el nivel de clorofila a los 90 días. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	40
Tabla 6 Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para promedios del nivel de clorofila a los 90 días en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante	41
Tabla 7 ANVA para el peso de 1000 granos. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	44
Tabla 8 Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para promedios del peso de 1000 granos en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	46
Tabla 9 ANVA para la longitud de panícula. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	49
Tabla 10 Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para promedios de longitud de panículas en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soportes.....	51
Tabla 11 ANVA para número de panículas por planta. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	54
Tabla 12 Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para promedios de Número de panículas por plantas en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L:	

Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	56
Tabla 13 ANVA para número de granos por panícula. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	59
Tabla 14 Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para número de granos por panículas por plantas en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido...	61
Tabla 15 ANVA para contenido de nitrógeno. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	64
Tabla 16 Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para contenido de nitrógeno en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido	66
Tabla 17 ANVA para contenido de Fosforo. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	69
Tabla 18 Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para contenido de fosforo en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	71
Tabla 19 ANVA para contenido de Potasio. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	74
Tabla 20 Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para contenido de potasio en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	76
Tabla 21 ANVA para porcentajes de granos enteros. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	79
Tabla 22 Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para granos enteros en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	80
Tabla 23 ANVA para porcentajes de granos quebrados. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	84

Tabla 24 Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para GRANOS QUEBRADOS en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido	85
Tabla 25 ANVA para PORCENTAJE DE GRANOS TOTALES. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	89
Tabla 26 Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para GRANOS TOTALES en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido	91
Tabla 27 ANVA para rendimiento en paja. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	94
Tabla 28 Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para granos totales en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	96
Tabla 29 ANVA para rendimiento en grano. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido.....	100
Tabla 30 Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para RENDIMIENTO EN GRANO en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido	102

Índice de figuras

	Página
Figura 1 Sitio experimental “Bajo Mayo – Juan Guerra”	113
Figura 2 Sitio experimental “Huallaga Central – Bellavista”	113
Figura 3 Sitio experimental “Alto Mayo – Nueva Cajamarca”	113
Figura 4 <i>B. Ubonensis</i> La3c3	114
Figura 5 <i>B. Vietnamiensis</i> Lala4	114
Figura 6 <i>C. Bitternis</i> P9a3m.....	114
Figura 7 Preparación del inóculo.....	114
Figura 8 Inoculantes líquidos y sólidos preparados para la inoculación en campo	114
Figura 9 Preparación del terreno para la siembra en Carhuapoma – Bellavista.....	115
Figura 10 Inoculación en etapa de almácigo	115
Figura 11 Medición de clorofila con el equipo (Konica Minolta, SPAD), Carhuapoma – Bellavista	116
Figura 12 Medición de la longitud de panícula de arroz.....	116
Figura 13 Contando los números de granos por panícula.....	116
Figura 14 Granos molidos para la determinación el contenido de NPK, en grano.....	117
Figura 15 Los granos de arroz pasando por la molinera del INIA	117

Resumen

Los agricultores en la región San Martín utilizan excesivamente fertilizantes nitrogenados de síntesis química en el cultivo de arroz, esta práctica reduce su productividad y rentabilidad, adicionalmente el cultivo se hace más susceptible al ataque de plagas y enfermedades, existe pérdida de la fertilidad del suelo y efectos nocivos para el medio ambiente. El objetivo del trabajo es validar la formulación de un inoculante consorcio bacteriano nativo en tres valles arroceros de la región. El inoculante está constituido por 3 cepas de bacterias PGPR seleccionadas: *Burkholderia ubonensis* La3c3, *Burkholderia vietnamiensis* Lala4 y *Citrobacter bitternis* p9a3m, nativas procedentes del cepario del Laboratorio de Microbiología Agrícola, UNSM-Tarapoto. Se determinó: a) la mejor formulación inoculante (sólido o líquido). b) la mejor etapa de aplicación del inoculante (almácigo, trasplante y almácigo + trasplante). c) la productividad del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Var. La Esperanza. Las variables dependientes se evaluaron en dos etapas: vegetativa y de cosecha. Las mejores respuestas de las variables independientes sobre las dependientes fueron al aplicar el inoculante líquido en etapa de almácigo, siendo esta opción rentable para el agricultor arrocero.

Palabras claves: Nitrógeno, PGPR, Inoculante.

Abstract

Farmers of the San Martín region overuse synthesized nitrogen fertilizers in rice cultivation, which reduces productivity and profitability, and also makes the crop more susceptible to pest and disease attacks, as well as leading to soil fertility loss and harmful effects on the environment. The objective of this study is to validate the formulation of a native bacterial consortium inoculant in three rice valleys of the region. The inoculant is constituted by 3 strains of selected PGPR bacteria: *Burkholderia ubonensis* La3c3, *Burkholderia vietnamiensis* Lala4 and *Citrobacter bitternis* p9a3m, native from the strain collection of the Agricultural Microbiology Laboratory, UNSM-Tarapoto. The following was determined: a) the best inoculant formulation (solid or liquid). b) the best inoculant application stage (seedling, transplant and seedling + transplant). c) the productivity of the rice crop (*Oryza sativa* L.) Var. La Esperanza. The dependent variables were evaluated at two stages: vegetative and harvest. The best responses of the independent variables over the dependent variables were when the liquid inoculant was applied at the seedling stage, this being a profitable option for the rice farmer.

Keywords: Nitrogen, PGPR, Inoculant.



Introducción

El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) actualmente representa el alimento básico para más de la mitad de la población mundial es considerado uno de los cultivos más importante del mundo por la extensión que ocupa y la cantidad de personas que dependen de su cosecha, ya que es fuente de carbohidratos y proteínas, y considerado por la FAO como un cultivo estratégico para la seguridad alimentaria y la población mundial debido a su amplia distribución de suelos y climas. Su producción promedio anual alcanza, aproximadamente, unos 650 millones de toneladas (FAO 2009). Sin embargo, a pesar de su importancia como cultivo alimenticio, las producciones del grano no cubren la demanda mundial, por la gran explosión demográfica en los últimos años y limitaciones en la disponibilidad de suelo y agua (MINAG 2006). Se estima que la producción mundial de arroz para el periodo 2015/2020, será de 469.5 millones de t (USDA, 2016).

En el Perú, el cultivo de arroz constituye el motor de la economía de varias regiones y constituye el primer producto en área sembrada y cosechada (INIA, 2010). El 2018 el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) advirtió que San Martín es una de las regiones que se encuentra en “alerta roja” por el incremento en un 26% de las siembras ejecutadas, con respecto al promedio de siembras de los últimos cinco años, lo cual podría generar una oferta estacional y la reducción de precios en chacra.

Uno de los factores que contribuye a reducir la productividad del cultivo de arroz, es el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados de síntesis química (urea, sulfato de amonio y nitratos) los cuales son obligatoriamente requeridos como insumos para el agricultor y llegan a constituir hasta un 8% de los costos de producción afectando la rentabilidad (Gamal-Eldin y Elbanna 2011), como consecuencia ocasionando mayor susceptibilidad al ataque de plagas ,enfermedades, pérdida de la fertilidad de los suelos, y además tener efectos nocivos para el medio ambiente, como el incremento de la contaminación del agua subterránea, eutrofización de aguas continentales, acumulación de gases de efecto invernadero como el óxido nitroso, todos ellos ocasionando efectos negativos en el rendimiento de los cultivos y la salud humana (Zhang et al. 2016).

Hoy en día, hacer agricultura sostenible es posible, una alternativa es el uso de inoculantes bacterianos, que constituyen una alternativa eficaz al uso de fertilizantes nitrogenados. Estos inoculantes bacterianos denominados (PGPR) producen efectos beneficiosos sobre el crecimiento de la planta a través de mecanismos directos e indirectos, de manera directa incluyen la solubilización de minerales (Barrios & Pérez 2005), y la producción de fitohormonas (Hernández, et al. 2010) y de manera indirecta se ponen de manifiesto cuando ocurre la interacción del microorganismo de interés con un fitopatógeno, provocando la disminución de los efectos dañinos de este último sobre la planta (Guerrero et al 2011), de esta manera, viendo la gran importancia del uso de estos inoculantes, se buscaría contrarrestar el abuso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, aumentando por el contrario la productividad (Hernández y Escalona, 2013) ya que todas estas actividades benéficas, se llevan a cabo en la rizósfera de las plantas donde albergan comunidades complejas de microorganismos, específicamente bacterias (Glick, 2012).

A la fecha son varios los reportes que muestran resultados satisfactorios al emplear bacterias rizosféricas. De Souza et al., (2016), reportaron haber obtenido resultados satisfactorios en relación a la absorción de nutrientes por las plantas inoculadas con bacterias rizosféricas. El rendimiento fue en promedio similar al obtenido en tratamientos fertilizados con la dosis completa de nitrógeno en comparación con los tratamientos recibiendo el 50% de la dosis de nitrógeno más el inoculante, ya que las bacterias fueron capaces de colonizar los sistemas de raíces de las plantas. A través de la inoculación, se promovió el crecimiento, aumentó el rendimiento e incrementó la absorción de nutrientes a través de una variedad de mecanismos PGPR, especialmente cuando los niveles de fertilizantes de nitrógeno fueron reducidos. Por lo que el empleo de inoculantes bacterianos para incrementar la productividad y rentabilidad del cultivo de arroz, reduciendo el uso de fertilizantes nitrogenados en los campos de arroz es una estrategia innovadora y sostenible.

Para este fin, el objetivo principal de la presente tesis fue validar agrónomicamente la formulación de un inoculante consorcio bacteriano nativo en tres valles arroceros de la región San Martín. El inoculante está constituido por 3 cepas de bacterias PGPR seleccionadas: *Burkholderia ubonensis* La3c3, *Burkholderia vietnamiensis* Lala4 y *Citrobacter bitternis* p9a3m, nativas procedentes del cepario del Laboratorio de

Microbiología Agrícola, UNSM-Tarapoto. Como objetivos específicos, se determinó

A) Evaluar el mejor tipo de formulación inoculante (sólido o líquido) a base de un consorcio bacteriano nativo sobre los parámetros agronómicos de (*Oryza sativa* L.) Var. La Esperanza cultivada en tres valles productores de la región San Martín.

b) Evaluar la mejor etapa de aplicación del inoculante (almácigo, trasplante y almácigo + trasplante) a base de un consorcio bacteriano nativo sobre los parámetros agronómicos de (*Oryza sativa* L.) Var. La Esperanza cultivada en tres valles productores de la región San Martín.

C) Evaluar la productividad del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Var. La Esperanza, para determinar el efecto del inoculante a base de un consorcio bacteriano nativo sobre los parámetros agronómicos de (*Oryza sativa* L.) Var. La Esperanza cultivada en tres valles productores de la región San Martín.

El presente informe de tesis, se estructura de la siguiente manera: Capítulo I: Donde se detalla la revisión bibliográfica con respecto al estado del conocimiento sobre el empleo de inoculantes bacterianos para promover el crecimiento y los parámetros agronómicos del cultivo de arroz a nivel mundial, continental, nacional y/o regional-local. En el Capítulo II: Se detallan los materiales e insumos empleados en el desarrollo de la presente investigación. De la misma manera se detallan la metodología empleada con el fin de cumplir los objetivos propuestos. Capítulo III: Se detallan de manera precisa los resultados obtenidos con respecto a los ensayos de inoculación en los 3 valles en estudio, sobre todo con los parámetros de rendimiento, así como su discusión con literatura pertinente y actualizada. Finalmente se precisan las conclusiones y recomendaciones para trabajos futuros que permitan mejorar el proceso de investigación y validación del inoculante consorcio bacteriano en beneficio del agricultor arrocero.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Cultivo del arroz

USDA (2016), menciona que el arroz (*Oryza sativa* L.), contiene carbohidratos, proteínas (Gluteína), así como una serie de microelementos importantes para el desarrollo de las personas. Este cultivo es considerado por la FAO de gran importancia económica, así como estratégico para la seguridad alimentaria, se adapta a varios tipos de condiciones de suelos y climas, y más de la mitad de la población mundial consume arroz como cereal primario (Cottyn et al., 2001).

Kantachote et al. (2016), menciona que la demanda del cultivo de arroz se correlaciona con el aumento de la población, ya que se estima que la producción mundial de arroz para el periodo 2015/2020, será de 469,5 millones de TN,.Sin dudas se puede deducir que el arroz es uno de los cereales favoritos para la gran mayorías de personas en el mundo debido a su gran sabor y además es muy nutritivo, ricos en carbohidratos, vitaminas del grupo B, aminoácidos esenciales, vital para el desarrollo de las personas según lo indicado por IRRI (2016).

Persons (1993), menciona que el cultivo de arroz se adapta a varias condiciones de suelos como en textura limoso fino, arcillosa fina; la textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa, el comportamiento del arroz en suelos salinos o suelos secos, depende de la variedad que se cultiva. Con respecto a la acidez del suelo, los rangos de pH para el cultivo de arroz oscilan entre 5,5 y 6. Cuando el cultivo es de secano, entre 7 a 7,2.

1.1.1. Fases fisiológicas del proceso de crecimiento del cultivo de arroz

Arguello (2013), menciona que las etapas fenológicas del cultivo de arroz se dividen en 3 fases:

- a) **Fase vegetativa:** Por lo general empieza desde la germinación de la semilla hasta la iniciación de la panícula y dura de 55 a 60 días. Empieza la germinación de la

semilla o emergencia, plántula y macollamiento (ahijamiento), generalmente el ciclo vegetativo depende en gran parte de la variedad.

- b) **Fase reproductiva:** Esta etapa fenológica abarca entre 35 a 40 días, desde la iniciación de la panícula hasta la floración, que comprenden el inicio, desarrollo de la panícula y la floración.
- c) **Fase de maduración:** Generalmente abarca desde la floración hasta la madurez total del grano, finalmente la cosecha y dura aproximadamente entre 30 a 40 días. La maduración del grano pasa por tres fases bien definidas que son el grano lechoso cuya duración varía entre 7 a 10 días, el grano pastoso cuya duración dura entre 10 a 13 días y finalmente el grano maduro que dura entre 6 a 7 días. Por lo general el ciclo vegetativo y reproductivo del arroz varía de acuerdo al tipo de variedades que se cultivan actualmente, varían de 120 a 140 días desde la germinación hasta la cosecha del grano, aunque actualmente existen variedades de arroz de 105 días a la cosecha con rendimientos aceptables.

1.1.2. Las variedades de arroz en el Perú

Jennerallf (2017), indica que es de suma importancia conocer las características de las variedades de arroz que se van a emplear, como el periodo vegetativo, resistencia a enfermedades y plagas, adaptación al clima, respuesta a los principales fertilizantes, para asegurar la competitividad y rentabilidad del cultivo.

Jennerallf (2017), menciona que las principales variedades del Perú son:

a) Variedad IR 43

Esta variedad mantiene presencia en lugares en la costa peruana como: Chepén, Chiclayo, El Santa y cierta presencia en Piura, de origen filipino, se adapta en la región costa, sistema de siembra directa y trasplante, bajo vigor inicial, altura de planta 85-100 cm, periodo vegetativo 145-150 días, rendimiento de grano potencial de 12-14 t/a, calidad molinera buena.

b) Variedad INIA 508 – TINAJONES

Se encuentra principalmente en la costa peruana como: Chepen, Chiclayo, Piura y Tumbes, con siembra directa o trasplante, con altura 100-105 cm, con periodo vegetativo de 135-140 días, rendimiento potencial de 14-15 tn/ha, con una buena calidad molinera, % de grano entero del 61%, % de grano quebrado 8% y con una buena calidad culinaria.

c) Variedad INIA 509 - LA ESPERANZA

Según INIA (2010), menciona que la variedad INIA 509 – La Esperanza tuvo origen del cruce triple (CT7948-AM-14-3-1/CT9038-5-5C-8C-3C-1C-M/Selva Alta), en la estación Experimental Agraria “El Porvenir”, sede del PNIA arroz, en los años 2001-2003, fue seleccionada en las generaciones F4 a F6 hasta el año 2009, también ha sido evaluada en el valle del Alto Mayo (PEAM), bajo Mayo, Huallaga Central, Bagua y Jaén (INIA), quedando establecida la variedad de Arroz INIA 509- La Esperanza como: CT15704-9-1-2-EP2-EP1-VC51.

Con un periodo vegetativo de 135 días, altura de 100 cm, rendimiento potencial de 11,5 t/ha, 62% de grano entero, 10% grano quebrado, buena calidad culinaria. En el aspecto de resistencia a enfermedades, presenta un moderado nivel de resistencia en campo al virus de la hoja blanca, la resistencia al ataque de *Pyricularia grisea* que permite reducir los costos de producción relacionado al menor uso de fungicida, pero aumenta la dosis de fertilizantes nitrogenados con el consiguiente aumento en los niveles de productividad. Los mayores rendimientos de grano en cascara de la variedad arroz INIA 509- “La Esperanza”, hacen que esta tenga una rentabilidad superior al de la variedad Capirona, constituyéndose en una alternativa valiosa para los productores arroceros de la ceja de selva (Bagua y Jaén) y selva alta (San Martín). Sin embargo, en los últimos años, su potencial de rendimiento ha decaído, no solo por la resistencia a enfermedades, sino porque es altamente susceptible al añublo bacteriano de la panícula.

d) Variedad “CAPIRONA INIA”

INIA (2001), menciona que esta variedad fue desarrollada por el programa Nacional de Investigación en maíz y arroz de la estación Experimental el Porvenir - Tarapoto, y fue adaptada a las condiciones de la selva alta irrigada y de la costa peruana. El arroz Capirona INIA es la principal variedad de arroz en la selva, así como también en Jaén, Bagua, ocupa alrededor del 60% del área arrocera de la región San Martín. En los últimos años se viene sembrando en la costa peruana como en Tumbes y Piura. Es una variedad moderadamente resistente al virus de la hoja blanca, moderada susceptibilidad al “quemado” causado por *Pyricularia grisea*, por lo general es una variedad de alta productividad, rinde hasta 9,5 t/ha, tiene 73,5% de rendimiento total de pila y 65,5% de grano entero. Debido a su buena calidad de grano y buen rendimiento en la preparación de potajes, es preferida por las amas de casas y está compitiendo con las variedades importadas, tiene buena

aceptación en el mercado nacional, cada vez más exigente en variedades con granos de buena calidad culinaria.

e) Variedad “INIA-514, BELLAVISTA”

INIA (2001), asegura que la variedad INIA 514 Bellavista, producida y liberada por el INIA, la cual tiene entre sus características principales la capacidad de producir 200 granos por espiga lo que ayuda a tener un rendimiento potencial de 12 toneladas por hectáreas, superior a las 7 toneladas que se obtiene en promedio en la región San Martín.

El arroz Bellavista posee una buena constitución genética que la hace resistente a plagas y enfermedades, la *Pyricularia grisea* y al virus de la Hoja Blanca, consideradas las principales enfermedades que atacan el cultivo en la selva, por su alta resistencia a plagas esta nueva variedad permite el crecimiento económico de los agricultores. Otra ventaja que ofrece esta nueva variedad es que las plantas no serán susceptibles a las caídas durante su periodo vegetativo debido a los tallos fuertes que desarrolla, garantizando una buena cosecha. Estas características hacen que el arroz Bellavista pueda ser instalado a través del sistema de siembra directa y tiene una buena adaptabilidad a suelos agrícola de San Martín, Bagua, Huánuco y Jaén.

1.1.3. Nutrición mineral en el cultivo de arroz

Quirós y Ramírez (2016), mencionan que la fertilización con N P K es muy importante para que el cultivo absorba los nutrientes necesarios para que pueda realizar sus funciones fisiológicas más importantes y de esa manera los agricultores obtengan cosechas con mayor rentabilidad y competitividad, mencionando además que las mejores épocas de siembra se realizan en los meses de febrero y Abril (primera siembra) y los meses de agosto y Septiembre (segunda siembra).

Según FAO (2013), la erosión de los suelos por acciones como la deforestación, ocasionan contaminación de la napa freática, e indirectamente disminuyen el rendimiento la producción agrícola y por ende baja productividad desde el punto de vista económico como lo menciona Sanzano (2006), que con el fin de contribuir a combatir esta problemática y agilizar el crecimiento vegetal, los agricultores utilizan de forma indiscriminada fertilizantes químicos que dañan el suelo acumulándose como sales que evitan el intercambio catiónico y deterioran la calidad del mismo,

optar por alternativas biológicas mejoraría notablemente el rendimiento de las cosechas y garantizaría la protección del medio ambiente.

a) El Nitrógeno (N)

El Nitrógeno (N) es muy importantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas, y al mismo tiempo el más limitado para el cultivo de arroz y las plantas en general, un buen manejo de este elemento es importante para obtener una gran productividad (FAO, 2009).

Ladha y Reddy (2003), menciona que el N es absorbido del suelo en forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+), y se combina con los componentes producidos por el metabolismo de la planta como: carbohidratos, útil para formar aminoácidos y proteínas, siendo el N el constituyente esencial de las proteínas y a la vez están involucrados en todos los procesos de desarrollo de las plantas, el rendimiento del arroz depende a la disponibilidad de nutrientes esenciales de la solución suelo como el nitrógeno que son suministrados como fertilizantes químicos, esto conlleva a la contaminación ambiental y los riesgos para la salud además el uso de fertilizantes químicos también es muy costoso, especialmente el nitrógeno, que es uno de los factores limitantes comunes de la producción de arroz.

Para mantener y/o elevar su productividad, el agricultor utiliza de manera indiscriminada altos niveles de fertilizantes químicos, particularmente fertilizantes nitrogenados ya que esta acción incrementa los costos de producción y además la reducción de la fertilidad de los suelos y contaminación de fuentes hídricas por nitratos (Díaz y Rosenberg, 2008). Además, el uso excesivo de agroquímicos en los campos de cultivo ocasiona la resistencia de patógenos, así como problemas ambientales y de salud debido a la acumulación de sustancias xenobióticas (Rawat et al., 2012), reduciendo su productividad (Mishra et al., 2014; Habib et al., 2016).

b) El fòsforo (P)

El fòsforo, después del nitrógeno, es uno de los elementos de suma importancia en el cultivo de arroz y en casi todos los cultivos agrícolas; pero su disponibilidad es cada vez menos disponible debido a la insuficiencia de sus fuentes naturales, su relativa escasez edáfica, elevada retención por parte de la matriz del suelo, la falta de disponibilidad natural y su baja movilidad comparada con la de otros nutrientes (Rubio, 2002). El fòsforo disponible para los cultivos se encuentra en el suelo en forma de ortofosfatos, que son formas inorgánicas solubles, encontrándose iones monobásicos (H_2PO_4^-) y dibásicos (HPO_4^{2-}) (Banerjee et al., 2010).

La disponibilidad de P es el factor más escaso para el rendimiento de los cultivos en muchos suelos agrícolas, por lo tanto, la capacidad de algunos microorganismos para movilizar P a partir de fuentes poco disponibles de este nutriente puede ayudar a la nutrición de la planta (Barea y Richardson, 2015) como el proceso de solubilización de fosfatos que es una de las funciones que se ha convertido en tema de investigación por su importancia para la agricultura. Entre los géneros bacterianos que poseen esta cualidad se destacan *Bacillus sp*, *Stenotrophomonas sp*, *Burkholderia sp*, *Pseudomonas sp*, *Rhizobium sp*, *Vibrio proteolyticus*, *Enterobacter aerogenes* y *Streptomyces sp*, (Bobadilla y Rincón 2008). La presencia de estas bacterias en el suelo aumenta la cantidad de diferentes iones, uno de éstos es el fósforo que, al ser hidrolizado con enzimas como las fitasas, facilitan la movilidad de este elemento en el suelo y lo transforman en un compuesto accesible para la planta (Fernández y Rodríguez 2006).

El principal mecanismo microbiológico por el cual los compuestos fosfatados son solubilizados es la disminución del pH del medio extracelular hasta valores aproximados a 2,0 que son necesarios para que se pueda llevar a cabo la solubilización (Lara et al., 2011). Este fenómeno se origina debido a la liberación de ácidos orgánicos de bajo peso molecular por parte de los microorganismos, cuyas propiedades quelantes favorecen la formación de complejos insolubles con metales, con la consecuente liberación del fosfato (Fernández et al., 2005).

c) **Potasio (K)**

Conti (2000), menciona que el potasio es un elemento esencial para todos los organismos vivos ya que participa en diversos procesos metabólicos tales como la fotosíntesis, síntesis de proteínas, balance hídrico, etc., ya que los vegetales como el cultivo de arroz necesitan cantidades elevadas de este nutriente siendo semejante al requerimiento de nitrógeno. Se lo encuentra en todos sus órganos movilizándose fácilmente de una parte a otra de la planta. El K actúa en el crecimiento vegetativo, la fructificación, la maduración y la calidad de los frutos además las plantas bien provistas con K son menos susceptibles al ataque de plagas, enfermedades y cumple un rol importante en la activación de un número de enzimas (conociéndose más de 60 activadas por este catión).

Dobermann y Fairhurst (2000), menciona que el K es de suma importancia para que se den procesos en la planta como la osmorregulación, activación de enzimas, regulación del pH, balance entre aniones y cationes en las células, regulación de la

transpiración por los estomas y transporte de asimilados (producto de la fotosíntesis) hacia el grano, además el K fortalece las paredes celulares y está envuelto en la lignificación de los tejidos escleróticos, la presencia del K incrementa el número de granos por panoja, el porcentaje de granos llenos y el peso de 1000 granos.

1.2. Concepto de inoculantes y empleo

Según Bashan y González (1999), un inoculante microbiano es una formulación que contiene uno o más microorganismos benéficos en un material de soporte orgánico o inorgánico, estos microorganismos se formulan en inoculantes que cumplen importantes funciones en el incremento de disponibilidad de nutrientes, desarrollo vegetal y aceleración de procesos de compostaje.

Según Owen et al. (2014), menciona que los inoculantes contienen cepas individuales o consorcios de microorganismos con diferentes características PGPR. Estos pueden ser empleados añadiéndolos directamente al suelo o en la semilla ya que estos microorganismos cuentan con atributos específicos para movilizar nutrientes como el fósforo, nitrógeno y micronutrientes. Sus usos son muy importantes ya que es más económico, menos contaminante para el medio ambiente, aporte de nitrógeno directo a la planta, reduce el uso de fertilizantes nitrogenados, mejora la calidad del suelo y es beneficiosa para otras plantas.

Otro concepto de inoculantes, es brindado por Camelo, Vera, & Bonilla (2011), quienes mencionan que los inoculantes microbianos son sustancias que contienen microorganismos vivos que cuando son aplicados en semillas, superficie vegetal o al suelo colonizan la rizósfera o al interior de la planta lo cual promueve el crecimiento a través del incremento en el suplemento o disponibilidad de los nutrientes por el hospedero vegetal, por ejemplo: aumentan la fijación del nitrógeno, convierten al fósforo insoluble disponible para las plantas. Las bacterias que actúan como fitoestimuladores, tienen la habilidad de producir o cambiar la concentración de los reguladores de crecimiento tales como: ácido indolacético, ácido giberélico, citoquininas y etileno. Mientras que los biopesticidas o agentes de control biológico, promueven el crecimiento de las plantas a través del control del fitopatógeno, principalmente por la producción de antibióticos y metabolitos antifúngicos. Para poder trabajar con estos microorganismos existen métodos de aplicación basados en la inoculación de semilla, sustrato, plántula, follaje, frutos y suelo.

1.2.1. Soportes de inoculantes

Según Somasegaran (1994), la mayoría de los inoculantes son una mezcla del cultivo en caldo y un material portador neutralizado finamente molido. Las propiedades de un buen material de soporte son: No tóxico, buena capacidad de retención de humedad, fácil procesamiento, fácil esterilización en autoclave, viable en adecuadas entidades, económico, buena adhesión a la semilla, buena capacidad conservar pH y la supervivencia de un soporte específico de cada cepa.

a) Mecanismos PGPR involucrados en los inoculantes

El acrónimo PGPR, proviene del inglés Plant Growth Promotore Rhizobacteria, que se traduce como Rhizobacterias Promotoras de Crecimiento Vegetal. Los PGPR son microorganismos altamente eficientes y cumplen un papel importante al asociarse con las plantas (Yang, Kloepper, y Ryu, 2009). Así mismo, Hernández et al. (2014), menciona que esta relación benéfica entre las bacterias y las plantas se le denomina “mutualismo”, el cual se define como la condición en la que dos seres vivos de diversas especies viven juntos habitualmente (pero no necesariamente), con beneficio recíproco para el hospedero (planta) y el simbiote (bacteria). Las bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR), presentan grandes ventajas para incrementar la productividad de los cultivos, pueden actuar favoreciendo el crecimiento vegetal de manera directa e indirecta.

b) Las PGPR se clasifican en función de sus actividades funcionales

- **Biofertilizantes:** aumento de la disponibilidad de nutrientes para plantar.
- **Fitoestimuladores:** promoción del crecimiento de las plantas a través de la producción de fitohormonas.
- **Rhizoremediadores:** degradando los contaminantes orgánicos.
- **Bioplaguicidas:** control de enfermedades mediante la producción de agentes de control biológico como antibióticos, HCN, amoníaco, metabolitos antifúngicos, producción de sideróforos.

a) Mecanismos directos

Klopper (1994), menciona que a este grupo pertenecen aquellos metabolitos producidos por bacterias capaces de estimular el crecimiento vegetal.

Los microorganismos solubilizadores de fosfato (MSF) constituyen un grupo importante de PGPM, pues están involucrados en un amplio rango de procesos que afectan la transformación del fósforo, siendo componentes integrales del ciclo

edáfico de este nutriente (Fankem *et al.*, 2006). En ambientes naturales, la rizósfera de diferentes especies de plantas es afectada por los PGPM, incluidos los MSF; estos últimos microorganismos movilizan fosfato inorgánico insoluble desde la matriz mineral hasta el suelo donde puede ser absorbido por las raíces, y las plantas les suministran compuestos carbonados que son metabolizados para el crecimiento microbiano (Pérez *et al.*, 2007). El papel de los MSF en la solubilización de fosfatos inorgánicos se conoció hacia 1903 (Kucey, 1983) y desde entonces han sido extensivos los estudios. La solubilización natural de fosfatos es un fenotipo natural que exhiben muchos microorganismos del suelo. Los MSF se encuentran en todos los suelos y su número varía de uno a otro (De Freitas *et al.*, 1997); en la rizósfera se ha encontrado una concentración más alta y eficaz de MSF en comparación con los encontrados en el suelo no rizosférico (Rodríguez y Fraga, 1999; Paul y Sundara, 1971).

Entre los géneros bacterianos que poseen esta cualidad se destacan *Bacillus sp*, *Stenotrophomonas sp*, *Burkholderia sp*, *Pseudomonas sp*, *Rhizobium sp*, *Vibrio proteolyticus*, *Enterobacter aerogenes* y *Streptomyces sp*, entre otros (Bobadilla y Rincon, 2008). La presencia de estas bacterias en el suelo aumenta la cantidad de diferentes iones, uno de éstos es el fósforo que, al ser hidrolizado con enzimas como las fitasas, facilitan la movilidad de este elemento en el suelo y lo transforman en un compuesto accesible para la planta (Fernández y Rodríguez, 2006).

La solubilización de fosfato se da como resultado de la acidificación del espacio periplásmico por los ácidos producidos de la glucosa y otros azúcares aldosa reductasa por la glucosa deshidrogenasa. Entre los ácidos que se producen por esta vía se encuentran: ácido acético, láctico, málico, succínico, tartárico, oxálico y ácido cítrico, siendo los más fuertes los ácidos glucónico y 2-cetoglucónico capaces de actuar como quelantes de Ca^{+2} en condiciones apropiadas y acidifican el medio, necesario para la disolución de fosfatos de calcio (Fosfato tricálcico o hidroxiapatita), además de ser importante en el metabolismo intracelular de las bacterias, entre las que se destacan *Achromobacter*, *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Mycobacterium*, *Pseudomonas* y *Serratia*.(Sashidhar y Podile, 2010).

El *bacillus* es el género más representativo del grupo de solubilizadores de fosfato, se encuentran presente en el suelo, agua, vegetales y aire, poseen diversos

mecanismos de supervivencia como la formación de esporas centroméricas ante situaciones adversas, hasta encontrar las condiciones favorables para su crecimiento, con una gran capacidad metabólica que conlleva a que su colonización en la rizósfera sea exitosa (Layton et al., 2011).

Según Arévalo y Moreno (2014), las especies potencialmente solubilizadoras se encuentran: *Bacillus licheniformes*, *B. pumilus*, *B. subtilis* y *B. brevis*. Algunas bacterias pertenecientes a este género hacen parte de la flora normal de humanos y animales y otras son patógenas causando generalmente intoxicaciones alimentarias (Koneman et al. 1999). El género *Bacillus sp.* es un referente de investigación puesto que representa una amplia aplicabilidad en el campo biotecnológico por sus diferentes usos industriales y ambientales (Arévalo y Moreno, 2014).

- **Fijación de nitrógeno**

El nitrógeno es uno de los nutrientes más comunes requeridos para el crecimiento y la productividad de las plantas. Forma parte integral de proteínas, ácidos nucleicos y otras biomoléculas esenciales, más del 80% de nitrógeno está presente en la atmósfera como gas inerte que no está disponible para las plantas. Se requiere que el nitrógeno se convierta en amoníaco, una forma disponible para las plantas, la fijación de nitrógeno es la interacción del nitrógeno molecular o dinitrógeno con oxígeno o hidrógeno para dar óxidos o amonio que pueden incorporarse a la biosfera, este proceso es llevado a cabo por los microorganismos o en simbiosis con plantas, muy importante para los cultivos y revertir la degradación del suelo (Allan y Graham, 2002). Este proceso se da a través de dos mecanismos: el primero, se realiza mediante la oxidación realizada por los organismos autotróficos, los cuales convierten amonio a nitrito, el cual se oxida a nitrato, el segundo, se realiza mediante la oxidación enzimática, la cual produce nitritos y nitratos (Purves et al, 1997).

- **Producción de fitohormona**

Babalola (2010), indica que las fitohormonas son producidas por las bacterias PGPR que mejoran el ratio respiratorio de la raíz, el metabolismo y el crecimiento de la misma, haciendo con ello que aumente la captación de agua y minerales. También pueden llevar a las plantas a crecer más rápidamente (en altura). Las principales fitohormonas son auxinas, giberelinas y citoquininas.

➤ **Auxinas**

Las auxinas juegan un papel central en la regulación del crecimiento de raíces, promueve la elongación del tallo e inhibe el crecimiento de brotes laterales manteniendo la dominancia apical. (Salisbury, 1994).

Lavenus et al. (2013), menciona que las funciones de las auxinas en los tejidos vegetales están estrechamente ligadas a la elongación celular, el desarrollo de raíces laterales, longitud de pelos absorbentes, fototropismo, geotropismo, dominancia apical, iniciación de la raíz, producción de etileno y desarrollo de frutos, que a su vez le permiten absorber mejor los nutrientes, ayudando a su crecimiento general.

➤ **Giberelinas**

Latimer et al. (2003), señalan que las giberelinas estimulan la división celular y elongación de tallos, hojas, las giberelinas se producen principalmente en ápices y hojas pequeñas. Las giberelinas son reguladores del crecimiento de las plantas superiores que regulan aspectos del desarrollo vegetal. Se da el crecimiento celular debido a que incrementan la hidrólisis de almidón, fructanos y sacarosa con lo que se originan moléculas de fructuosa y glucosa (Davis, 1988). Según (Wong et al., 2015), mencionan que las giberelinas son un amplio grupo de hormonas (más de 120 moléculas diferentes aprox.), de las cuales 4 tipos son sintetizados por bacterias, GA1, GA2, GA3 y GA20. Estas hormonas son transportadas desde las raíces a las partes aéreas de la planta, donde los efectos que ejercen son notables y más aún cuando las bacterias también producen auxinas que estimulan el sistema radicular mejorando el suministro de nutrientes para facilitar el crecimiento en la parte aérea.

Mañero et al. (2001), mencionan que la producción de giberelinas por los PGPR es rara, habiendo solo dos especies documentadas que las han producido como son *Bacillus pumilus* y *Bacillus licheniformis*.

➤ **Citoquininas**

Purves et al. (1997), afirman que las citoquininas desempeñan papeles reguladores clave en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Promueven la germinación de las semillas, la formación de yemas, la liberación de brotes de la dominancia apical, la estimulación de la expansión foliar y el desarrollo reproductivo, el retraso de la senescencia, la división celular mejorada, el desarrollo de raíz mejorado, la formación mejorada del pelo radicular, la inhibición del alargamiento de la raíz o

ciertas otras respuestas fisiológicas y se encuentran en altas concentraciones en los meristemos y los tejidos en crecimiento hasta donde es traslocado por el xilema desde las raíces.

Los principales microorganismos que se han estudiado que producen estas aminopurinas N6-sustituidas son de géneros como *Pseudomonas*, *Azospirillum* y *Bacillus*, que fueron aislados en plantas tales como guisantes, cebada o canola (Persello et al., 2001). Aunque recientemente también se ha comprobado que géneros como *Proteus*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas* tienen también la habilidad de producir citoquinas (Maheshwari et al., 2015).

➤ **Etileno**

El etileno es esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, y es de tipo gaseoso, tiene diferentes efectos en el crecimiento de las plantas, dependiendo de su concentración en los tejidos de las raíces. En concentraciones más altas, induce defoliación y procesos celulares que conducen a la inhibición del crecimiento del tallo y la raíz y la senescencia prematura. El etileno (ET) es una hormona vegetal difusible que tiene un rol preponderante como mediador y coordinador de las señales internas y externas que modulan la dinámica del crecimiento y los programas de desarrollo en las plantas (Santner y Estelle, 2009).

Las bacterias PGPR, mejoran el desarrollo y crecimiento de las plantas y tienen la capacidad de reducir los niveles de etileno ya que reducen la tasa de crecimiento en plantas dicotiledóneas o en monocotiledóneas, además pueden estimular la actividad metabólica de las plantas como: aumentar la producción de exudados, mejorar la calidad del suelo, además las PGPR inducen la producción de flavonoides como sustancias capaces de activar la nodulación de rhizobio. (Purves et al., 1997).

b) Mecanismos indirectos

- Actividad enzimática

Kobayashi et al. (2002), indican que uno de los mayores mecanismos de biocontrol que poseen las bacterias PGPR se basa en la producción de estas enzimas líticas, encargadas de degradar la pared celular de organismos patógenos fúngicos estas enzimas secretadas como la β -1,3-glucanasa, quitinasa, proteasa y celulasa, ejercen un efecto inhibitorio directo sobre el crecimiento de las hifas de hongos patógenos. Bacterias pertenecientes a los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas* son capaces de producir este tipo de sustancias.

- **Producción de sideróforos**

El hierro (Fe) es un micronutriente esencial requerido para el crecimiento de casi todos los microorganismos vivos, ya que actúa como un cofactor en los procesos enzimáticos, el metabolismo del oxígeno, la transferencia de electrones y las síntesis de ADN y ARN. Es muy abundante por lo general en suelos, pero su especie química predominante es ión Fe^{+3} , forma que reacciona para dar óxidos e hidróxidos que son insolubles y por tanto inaccesibles para las plantas y los microorganismos (Colombo et al., 2014).

La primera consiste en liberar compuestos orgánicos capaces de quelar el hierro, reduciéndolo y haciéndolo soluble para que sea absorbido por medio de un sistema enzimático presente en la membrana celular de la planta a través de transportadores de hierro como FRO y IRT (Morrissey y Guerinot, 2009); (Conte y Walker, 2011). La segunda estrategia consiste en absorber el complejo formado por un determinado compuesto orgánico y el hierro en forma Fe^{+3} para ser reducido dentro de la planta y absorbido fácilmente (Ahmed y Holmström, 2014).

- **Producción de cianuro de hidrógeno (HCN)**

Devi et al. (2007), menciona que algunas Rhizobacterias son capaces de producir ácido cianhídrico. El HCN es un metabolito secundario volátil producido por PGPR que suprime el desarrollo de patógenos nocivos. HCN se forma a partir de glicina a través de la acción de la enzima sintetasa de HCN. Esta enzima está asociada a la membrana plasmática de ciertas rizobacterias.

Kremer y Souissi (2001), menciona que el cianuro es un agente fitotóxico capaz de inhibir las enzimas involucradas en los principales procesos metabólicos, y su utilización en áreas de métodos de biocontrol está aumentando, debido a que es biológicamente compatible con el medio ambiente y controlan las malas hierbas, además de minimizar los efectos deletéreos sobre el crecimiento de las plantas deseadas.

1.3. Principales géneros y especies de microorganismos empleados como inoculantes en el cultivo de arroz

De Souza, Schoenfeld, & Passaglia (2016), reportaron que las bacterias benéficas del suelo pueden colonizar los sistemas de raíces de las plantas, promoviendo el crecimiento, aumento en el rendimiento y la absorción de nutrientes a través de una

variedad de mecanismos. Estas bacterias pueden ser una alternativa a los fertilizantes químicos sin pérdida de productividad. Los objetivos de este estudio fueron probar los inoculantes bacterianos por su capacidad para promover la absorción de nutrientes y / o el crecimiento de plantas de arroz sometidas a diferentes tasas de fertilizantes químicos, y para determinar si los inoculantes podrían ser una alternativa a fertilizantes nitrogenados. Para probar la interacción entre bacterias beneficiosas y plantas de arroz, se realizaron experimentos de campo con dos aislamientos: AC32 (*Herbaspirillum sp.*) y UR51 (*Rhizobium sp.*), y diferentes condiciones de fertilización nitrogenada (0%, 50% y 100% de urea). Se obtuvieron resultados satisfactorios en relación a la absorción de nutrientes por las plantas inoculadas con ambos aislamientos, la cantidad de fertilizante nitrogenado se redujo en un 50%. Este estudio indicó que las formulaciones de inoculantes probados pueden proporcionar nutrientes esenciales para las plantas, especialmente cuando los niveles de fertilizantes de nitrógeno son reducidos. Pedraza et al. (2010), señalan que la fijación biológica de nitrógeno es el proceso por el cual se reduce el nitrógeno atmosférico a amonio, logrando ingresar al ecosistema. Los únicos microorganismos capaces de realizar este proceso se denominan, diazotrofos, organismo que es capaz de crecer sin fuentes externas de nitrógeno fijado. Ejemplos de organismos que hacen esto son los *Bradyrhizobium* y *Frankia* (en simbiosis) así como *Azospirillum* (en vida libre). Todos los diazotróficos contienen enzimas hierro-molibdeno nitrogenasas.

1.4. Empleo del género *Burkholderia* y *Citrobacter* como inoculantes para el cultivo de arroz

Habib et al. (2016), afirman que el uso de bacterias PGPR es ampliamente usado como una estrategia sostenible para incrementar el rendimiento en grano, reduciendo los niveles de fertilización química, así como el abuso de pesticidas ya que se evaluó un total de 30 cepas, donde sobresalieron solo dos cepas con capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, producir AIA y solubilizar fosfato tricálcico insoluble. *Bacillus sp.* UPMR7 y *Citrobacter sp.* UPMR17, al ser inoculadas en la variedad de arroz MR219, mostraron diferencias significativas en la longitud de la parte aérea, longitud radical, peso fresco y seco de la parte aérea, peso fresco de la raíz y contenido de clorofila.

Chen et al. (2012), mencionan que aislaron varias cepas de *Burkholderia* de nódulos de leguminosas (incluyendo *B. phymatum* y *B. tuberum*), y se ha confirmado que algunas de ellas son simbioses de *Mimosa spp* que fijan N de las cuales, la especie *B. vietnamiensis* TVV75 ha sido ampliamente estudiada en Vietnam, por su efecto PGPR en el arroz, tanto en macetas como en condiciones de campo. La inoculación aumentó significativamente varios componentes de rendimiento, lo que resultó en un aumento final de 13 a 22% en el rendimiento de grano.

Elekhtyar (2016), reportó que en tres cepas efectivas de rizobacterias que promueven el crecimiento de plantas (PGPR) tienen la capacidad de mejorar la nueva línea prometedora de arroz egipcio GZ9461-4-2-3-1. Se llevaron a cabo cuatro experimentos de campo en la Estación de Investigación Agrícola de Sakha, Kafrelsheikh, Egipto, durante Temporadas 2014 y 2015. Se usó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Dos experimentos incluyeron las combinaciones de los fertilizantes químicos, urea, súper fosfato y sulfato de potasio, ya que el arroz necesita fertilizantes NPK. También reportó en otros dos experimentos que incluyeron las combinaciones de fertilización nitrogenada inorgánica con tres cepas de plantas promotoras de crecimiento (PPRP), que son, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* y *Azospirillum brasilens*. La Cantidad de macollos y acumulación de materia seca 35 días después del trasplante, altura de planta, índice de cosecha, calidad del grano, composición química, rendimiento y sus atributos dieron resultados positivos ya que las bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) logró mejorar el crecimiento, el rendimiento y sus componentes, así como los caracteres de calidad de grano y los análisis químicos ya que con el uso integrado de fertilizantes de nitrógeno inorgánico con cepas de PGPR como biofertilizantes se obtuvo resultados positivos en cuanto al rendimiento, sus atributos y contribuyó a reducir los fertilizantes químicos nitrogenados en un 25%, así como minimizar el costo de los insumos y la contaminación ambiental.

1.5. El uso de inoculantes en el cultivo de arroz bajo condiciones de campo

Yanni y Dazzo (2010), evaluaron la capacidad de inoculantes al combinar inoculantes rizobiales, el rendimiento de grano aumentó hasta 47% en los campos

de los agricultores, con un aumento promedio de 19,5%, así como también el índice de cosecha. La fertilización y el uso eficiente del nitrógeno permitió la inoculación de rizobios, indicando beneficios agronómicos positivos, dichos resultados estableció el mérito de implementar una estrategia de biofertilización usando cepas de rizobios para mejorar la producción de arroz, disminuyendo la fertilización con nitrógeno químico e insumos con la finalidad de mantener la sostenibilidad agrícola. Mayans & Punschke (2011), indican que las bacterias endófitas del género *Herbaspirillum spp.* Son muy importantes para el crecimiento vegetal, fijan nitrógeno y producen fitohormonas. La combinación de estos mecanismos puede contribuir a mejorar la eficiencia del uso de fertilizantes nitrogenados en cultivos de importancia agrícola. El objetivo del presente trabajo fue seleccionar cepas de bacterias diazotróficas del género *Herbaspirillum spp.* para promover el crecimiento en plantas de arroz. Se aislaron 113 bacterias diazotroficas endofíticas de la parte aérea de plantas de arroz de diferentes variedades y estadios fenológicos, once fueron identificados como presuntos *Herbaspirillum spp.*, según sus características morfológicas y fisiológicas. Los aislamientos 9,4 y 4,2 produjeron aumentos significativos en la biomasa aérea de plantas de arroz creciendo en condiciones controladas. Ambos aislamientos se ensayaron en plantas cultivadas en invernadero en ausencia y presencia de urea. La biomasa radicular de las plantas inoculadas con el aislamiento 4,2 fue significativamente mayor, tanto en presencia como en ausencia del 50% de la dosis de urea utilizada por los productores (100 kg/ha). Se evaluó el efecto de la inoculación de semillas de arroz con el aislamiento 4,2 en campo. Se incluyeron tratamientos inoculados y sin inocular con diferentes dosis de fertilización nitrogenada. Se obtuvo una mejora del 15% en el rendimiento de los cultivos inoculados respecto a los testigos sin inocular.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales

a) Los materiales y equipos de campo que se utilizaron son los siguientes

- Balanza analítica (Sensibilidad 0.0001g)
- Balanza gramera (Sensibilidad 0.1g)
- Etiquetas de plástico
- Regla milimetrada (50cm)
- Wincha
- Machete y palana
- Rafia
- Sacos
- Bolsas
- Mochila fumigadora

b) Insumos

- Inoculante Consorcio bacteriano Experimental, presentación sólido y líquido.
- Semillas de arroz variedad INIA 509-La Esperanza.
- Sulfato diamonico
- Cloruro de potasio (KCl)
- Urea
- Cipermetrina + Caberndazim (250cc/ha)
- Fipronil + Thiametoxamn (100g/ha)
- Diafeconazole+Propiconazole (250 cc/ha)
- Tebuconazole+trfloxystrobin (300cc/ha)
- Ihacaropio (lancer)
- Bioactivador enzimático (enziprom)
- Glifosato (Roundup)

c) Materiales de escritorio

- Cuaderno de apuntes o libreta de campo
- Lápiz y lapiceros

- Borrador
- Laptop
- Papel bond A4
- Perforador
- Folder

d) Servicios

- Impresión
- Fotocopiado
- Espiralado
- Encuadernado
- Análisis físico-químico de suelos
- Transporte
- Cartel

2.2. Métodos

a) Sitios Experimentales

La presente investigación se realizó en 3 valles arroceros: 1) Valle Alto Mayo, distrito de Nueva Cajamarca, Provincia de Rioja, en campos experimentales del Programa Especial Alto Mayo (PEAM) (5°56'36"S; 77°20'29"O). 2) Valle Bajo Mayo, distrito de Juan Guerra-Tarapoto, Provincia de San Martín, en campos de la Estación Experimental "El Porvenir" del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) (06°35'28"S; 76°18'47"W). 3) Valle Huallaga Central, Distrito San Rafael, Carhuapoma, Provincia de Bellavista, en campos de propiedad del Sr. Atilano Delgado León, representante de la Asociación agropecuaria "La Fortuna". (06°35'28"S; 76°18'47"W). Se tomaron muestras de suelo de los diferentes lugares y se realizaron análisis físico-químicos respectivos para la adecuada fertilización (N P K), según las necesidades del cultivo (ver anexo fig. 1, 2 y 3).

b) Inoculante consorcio bacteriano

El inoculante consorcio bacteriano tuvo la presente composición: 03 cepas de bacterias rizosféricas: *B. ubonensis* La3c3, *B. vietnamiensis* Lala4 y *C. bitternis* P9a3m, las cuales fueron aisladas de campos de arroz procedentes de las provincias

de Lamas y Picota y seleccionadas con protocolos de laboratorio. El inoculante ha mostrado un buen desempeño agronómico en ensayos anteriores de campo (ver anexo fig.4).

c) Preparación del inoculo

Cada una de las cepas crecieron en caldo Soya Triptona (TSB) en agitación a 170 rpm a 28°C, y fue incubada durante 24 horas (*B. ubonensis* La3C3 y *C. bitternis* p9a3m) y 30 horas (*B. vietnamiensis* La1a4) para obtener una población superior a 1×10^9 células/ml en plena fase logarítmica. Los inoculantes por separado fueron preparados días antes del ensayo de campo (ver anexo fig. 5).

d) Preparación de soporte para inoculantes sólidos

Para la preparación del inoculante sólido se utilizó la combinación de tierra negra más pulpa de café (Formulación protegida por patente) y fue dispuesta en 4 paquetes. La mezcla para la preparación del sustrato sólido presentó 202 g de la mezcla (tierra negra más pulpa de café) y posteriormente el pH se corrigió adicionando 42,4 g de carbonato de calcio CaCO_3 .

La mezcla corregida fue empacada en bolsas de polipropileno y posteriormente fueron autoclavados a 121°C por 60 minutos por 3 ciclos sucesivos. Finalmente, los paquetes de sustratos esterilizados fueron inoculados con el consorcio bacteriano (ver anexo fig. 6).

e) Preparación de soporte para inoculante líquido

Se eligió como soporte líquido la mezcla de los siguientes polímeros: Goma Xantana y Almidón (Formulación protegida por patente) y caldo Soya Triptona (TSB) como control.

Cada tratamiento fue ajustado a pH a $7,0 \pm 0,2$. Una vez preparados los soportes líquidos, se añadió 5 ml a tubos tapa rosca y se esterilizaran en la autoclave a 121°C por una hora. Se prepararon ocho tubos de cada tratamiento, de las cuales se utilizó cuatro para cada evaluación de datos (ver anexo fig. 6).

f) Recuento poblacional de los inoculantes empleados

Para la evaluación de la sobrevivencia de las cepas de PGPR, se realizó diluciones a partir de cada soporte inoculado, desde 10^{-1} hasta 10^{-8} . De cada dilución se sembraron 100 μ L en placas de Petri con TSA, por el método de dispersión en placas, con la ayuda del asa de Digralsky se esparció en toda la placa. Se realizaron cuatro repeticiones por cada tratamiento y se dejaron incubar a 30°C por 48 horas. Las placas fueron evaluadas empleando el Estereomicroscopio, realizando conteos de las colonias según la metodología de Somasegaran, (1994).

2.2.1. Instalación de ensayo a nivel de campo**a) Preparación del campo de cultivo**

Para el ensayo en campo se utilizó un diseño experimental de tipo Parcelas subdivididas, con tres bloques en campo definitivo. Las parcelas principales correspondieron tres dosis de fertilización nitrogenada (50, 75 y 100%) empleada en cada valle arrocero en estudio. Las subparcelas correspondieron a tratamientos inoculados con soporte sólido y/o líquido en la etapa de almácigo, trasplante y almácigo + trasplante. Las parcelas tuvieron un tamaño de 6,3 x 6,5 m, con bordes interiores de 35 cm por parcela, y entre parcela y parcela un borde separador de 1 m.

b) Inoculación a nivel de almácigo

Se escogió un área del terreno que tuvo fácil acceso al canal del agua, así como un óptimo sistema de drenaje para la preparación de los almácigos, el suelo fue preparado mediante mula mecánica para la nivelación óptima del terreno. Siguiendo la metodología sugerida por (Kumar et al., 2007) las semillas de arroz se acondicionaron en sacos de polipropileno y se sumergieron en agua durante 24 horas, luego se retiraron y se dejaron germinar durante un día en la oscuridad, hasta que se observó la presencia de la radícula (Aproximadamente 1 mm)

La cantidad de semillas que se usó en cada tratamiento fue de 3 kg por parcela. La dosis de inoculante líquido se aplicó a razón de 1L por cada 60-80 Kg de semilla pre germinada. La dosis para el inoculante sólido fue de 300 g por cada 60-80 Kg de semilla pre germinada. Las semillas pre germinadas fueron colocadas en sacos

de polipropileno, y se aplicó el inoculante respectivo mediante el método de “slurry”.

Los pasos de inoculación empleando el medio sólido y líquido fueron los siguientes: Se aplicó el inoculante sobre las semillas y fue agitado durante 3 minutos. Con el objetivo que se adhiriera la solución a las semillas de arroz. Posteriormente los granos de arroz inoculados fueron reposados bajo sombra, al menos por una hora (ver Figura 8).

c) Inoculación a nivel de trasplante

A los 25-30 días, las plántulas fueron trasplantadas e inoculadas a las parcelas experimentales según la metodología sugerida por (Hoseinzade et al., 2016). Los inoculantes individuales o combinados se diluyeron (1:10 Inoculante: Agua de riego) (10^8 UFC ml^{-1}) y se distribuyeron en bolsas de polipropileno que contenían los garbas (150-200 plántulas) por 90 minutos. Finalmente, las plántulas fueron trasplantadas al campo, según su parcela.

2.2.2. Mantenimiento del cultivo

a) Programa de fertilización

El suelo del campo experimental fue fertilizado de acuerdo a las necesidades y teniendo en cuenta los diferentes tratamientos. La fertilización nitrogenada se dividió en tres etapas. La aplicación del nitrógeno fue dividida y fue aplicado en tres dosis: 20 kg ha^{-1} a los 25 días y dos dosis de 50 kg ha^{-1} a los 50 y 75 días después de la emergencia, también se fertilizó con sulfato de amonio y cloruro de potasio de acuerdo al análisis del suelo. El cloruro de potasio se aplicó en dos fracciones, la primera se aplicó durante el trasplante y después a los 15 días se volvió aplicar una segunda dosis previa a la primera aplicación de herbicida Butachlor.

b) Programa fitosanitario e irrigación

El manejo de herbicidas, fungicidas e insecticidas fue similar al utilizado por el agricultor convencional, Se usó diferentes pesticidas (fungicidas e insecticidas), y fueron aplicados de manera normal cuando fue necesario.

El manejo del agua durante el vivero se llevó a cabo después de la agitación y nivelación del suelo, dejando una lámina de 3 cm durante 2 días, antes de la siembra. Después de la siembra, la lámina de agua se retiró y se inundó de acuerdo con la altura de la planta durante 25 días. En la instalación de campo final, las parcelas se inundaron con una lámina de agua de 5 cm y la aplicación subsiguiente de herbicida pre-emergente (N- (butoximetil) -2-cloro-N- (2,6-dietilfenil) acetamida) (Butachlor ®), luego, después del trasplante, aumentó a 13-15 cm a medida que aumentaba la altura de la planta, y finalmente se detuvo 15 días antes de la cosecha (inicio de la maduración).

2.2.3. Evaluación de los parámetros agronómicos

Se procedió a evaluar los siguientes parámetros de crecimiento a los 30 días antes del trasplante y después del trasplante:

a) Longitud de la raíz (cm), en almácigo

Un total de 30 plantas escogidas aleatoriamente de cada una de las pozas almacigueras se midieron la longitud de las raíces para evaluar diferencias en cuanto tamaño y vigor de plántulas.

b) Altura de la planta (cm), en almácigo

Se escogieron 30 plantas al azar de cada poza y medimos la altura para determinar diferencias de cada tratamiento.

c) Peso seco de la raíz (mg), en almácigo

Una vez medidas, las 30 plántulas recolectadas fueron oreadas por un día, posteriormente llevados por dos días a la estufa del laboratorio de Microbiología Agrícola, a una temperatura de 70°C hasta peso constante.

d) Peso seco de la parte aérea (mg), en almácigo

De la misma manera que el peso seco de la raíz, las 30 plántulas recolectadas lo secamos por un día, posteriormente fueron tratados como para el Peso seco de la raíz.

e) Medición de clorofila después del trasplante

Posteriormente en la fase de trasplante, se procedió a evaluar los niveles de clorofila a los 60 y 90 días (Inicio del desarrollo de la panícula y floración) (Konica Minolta, SPAD). Los niveles de clorofila alcanzados a los 60 días, coincidiendo con la tercera fertilización nitrogenada del cultivo, la medición

se realizó una semana después. A los 60 y 90 días del trasplante se evaluaron niveles de clorofila en el cultivo de arroz, donde se tomaron 4 golpes de plantas de las cuales se evaluaron 3 hojas por planta, para determinar la actividad clorofílica que realiza la planta (ver Figura 9).

2.2.4. Cosecha

Durante la cosecha se evaluaron los siguientes parámetros, según Martínez-Racines et al. (1997).

a) Número de tallos

Se muestrearon 6 plantas por parcela experimental y se contó el número de tallos presentes en cada planta.

b) Peso de 1000 semillas (g)

Se contaron 1000 granos de cada panícula que fueron obtenidas del campo y posteriormente se pesó (g) en la balanza analítica.

c) Longitud de panícula (cm)

Por cada parcela experimental, se muestreó 10 plantas de arroz, de las cuáles de cada planta se evaluó la longitud de las panículas en cm (ver anexo, figura 10).

d) Número de panículas

Se muestrearon 6 plantas por parcela experimental y se contaron las panículas presentes en cada planta.

e) Número de granos panícula

Se muestreó 6 plantas por panícula/por parcela experimental. Posteriormente, se procedió a contar el número total de granos por panícula para obtener dichos promedios y pesarlos (g) (ver figura, anexo, fig. 11).

f) Contenido de NPK (%)

Realizamos análisis foliar de grano para determinar el contenido químico de nutrientes en los tejidos vegetales ya que, una mayor disponibilidad de un nutriente en el suelo, se traduce en una mayor concentración de este nutriente en la planta. Por lo tanto, análisis foliar refleja tanto la disponibilidad de nutrientes en el suelo y el estado nutricional de la planta (ver anexo, fig. 12).

g) Calidad de molienda expresada como grano total (%), entero (%) y grano quebrado (%)

La calidad molinera nos permitió estimar si el arroz cumple con los requisitos industriales para la obtención del arroz de mesa y si posee las características de consumo requeridos por el consumidor (ver anexo, fig. 13).

h) Rendimiento de paja ($t\ ha^{-1}$)

Se muestreó 6 plantas por cada unidad experimental, posteriormente se llevaron al laboratorio para el respectivo secado de las muestras (dos días) y quitado de las espigas luego fueron puestas en el horno de secado por 2 días a $70^{\circ}C$ y se evaluó el peso (kg) de materia seca en la balanza analítica, lo cual nos permitió distinguir la mejor unidad experimental con rendimiento en paja.

i) Rendimiento de grano ($t\ ha^{-1}$)

Se cosechó el grano en el área de la parcela útil de cada tratamiento para determinar el rendimiento potencial en arroz en cáscara o paddy. El rendimiento de cada tratamiento fue expresado en $t\ ha^{-1}$.

j) Análisis estadísticos

Los datos fueron procesados y evaluados mediante el diseño experimental de parcelas divididas, Evaluando las interacciones Dosis x Tratamiento de inoculación; Dosis x Bloque; Dosis por parámetro agronómico en evaluación se realizó el ANVA empleando test de estadística paramétrica (LSD Fisher). Así mismo se evaluó la desviación y el error estándar de cada uno de los grupos de datos. El análisis estadístico se logró empleando el software INFOSTAT.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Promoción de crecimiento en el periodo vegetativo:

a) Altura de planta

En la tabla 1, se presenta el análisis de varianza (ANVA) para la altura de la planta (H) en cm, el cual nos indica que existen diferencias significativas con respecto a los tratamientos en Nueva Cajamarca y Juan Guerra, sin embargo en Bellavista sucede todo lo contrario ya que no hubo significancia, los coeficientes de determinación (R^2) fueron 86%, 78% y 36% respectivamente, entonces se concluye que para los dos primeros casos si hay efecto de los tratamientos en la variable, en tanto para Bellavista la altura de la planta no está influenciada por los tratamientos. El trabajo expresa una buena toma de datos ya que los porcentajes obtenidos así lo evidencian; Nueva Cajamarca CV=7,07%, Bellavista CV=5,66% y Juan Guerra CV=6,2%.

Los testigos sin inocular alcanzaron alturas inferiores a los tratamientos inoculados, con excepción de las plantas inoculadas en Bellavista (Tabla 2). Las plantas que consiguieron mayor altura pertenecieron al tratamiento inoculante consorcio bacteriano en soporte líquido en el valle de Nueva Cajamarca y Juan Guerra, logrando incrementos del 29,3% y 15,9%, respectivamente, en comparación con el tratamiento testigo (Tabla 2).

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Choudhary et al. (2013), que al evaluar 6 híbridos de arroz con y sin inoculación, a base de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (*Azospirillum brasilense* 'CD 4', *Bacillus subtilis* 'RP 24'), concluyó que la aplicación de estas tienen efecto favorable para el crecimiento de las raíces, el rendimiento y la calidad de los híbridos, en el cultivo de arroz.

b) Longitud de raíz

En la tabla 1, se presenta el análisis de varianza (ANVA) para la de raíz (LR) en cm, el cual nos indica que no existen diferencias significativas con respecto a

los tratamientos en Nueva Cajamarca y Juan Guerra, sin embargo en Bellavista sucede todo lo contrario ya que si hubo significancia, los coeficientes de determinación (R^2) fueron 18%, 56% y 88% respectivamente, entonces se concluye que para los dos primeros casos no hay efecto de los tratamientos en la variable, en tanto para Bellavista la longitud de la raíz sí estuvo influenciada por los tratamientos. El trabajo expresa una buena toma de datos ya que los porcentajes obtenidos así lo evidencian; Nueva Cajamarca CV=19,85%, Bellavista CV=9,54% y Juan Guerra CV=13,49%.

Los testigos no inoculados presentaron longitudes inferiores a los tratamientos inoculados, con excepción de las plantas inoculadas en el valle del Huallaga Central (Tabla 2). Las plantas con mayor longitud son del tratamiento inoculante consorcio bacteriano en soporte líquido y sólido en Nueva Cajamarca y Juan Guerra, logrando incrementos del 0,84% y 26,35% respectivamente, en comparación con el tratamiento testigo.

Resultados similares se observó en trabajos realizados por Laskar (2013), en Chattisgarh India, donde reportó el incremento de la longitud de la raíz en un 2,33 % usando cepas diazotróficas *Sphingomonas azotifigens*, *Pseudomonas putida* y *Herbispirillum sp.* con la mitad del fertilizante nitrogenado, a comparación de los tratamientos que no recibieron inoculación, dichas características de evaluación se relacionan con el presente estudio.

M. Ashrafuzzaman et al. (2009), en la ciudad de Mymensingh Bangladesh, los resultados fueron similares, ya que los tratamientos inoculados incrementaron la longitud de las raíces en un 29,26% usando un 75% de fertilizante nitrogenado a comparación de los controles recibiendo la dosis completa de la fertilización nitrogenada y que no fueron inoculados.

c) Peso seco de parte aérea:

La tabla 1, presenta el análisis de varianza (ANVA) para el peso seco de la parte aérea (PSPA) en g, el cual nos indica que existen diferencias significativas con respecto a los tratamientos en los tres valles, los coeficientes de determinación (R^2) obtenidos son 99% para Nueva Cajamarca y 98% para

Bellavista y Juan Guerra, entonces se concluye que, si hubo efecto de los tratamientos en la variable, en las tres zonas intervenidas. El trabajo evidencia una buena toma de datos ya que los porcentajes obtenidos son; Nueva Cajamarca CV=2,73%, Bellavista CV=1,33% y Juan Guerra CV=2,92%.

El tratamiento con soporte sólido es superior en Juan Guerra y Bellavista (Tabla 2) pero En Nueva Cajamarca, el mejor tratamiento es el inoculante líquido. Por el contrario, los testigos con fertilización nitrogenada alcanzaron pesos inferiores a los tratamientos inoculados en los tres valles (Tabla 2). Las plantas que acumularon mayor peso seco de parte aérea, pertenecieron al tratamiento inoculante con soporte sólido en Bellavista y Juan Guerra, logrando incrementos del 26,35% y 31,08% respectivamente, en comparación con el tratamiento testigo.

Del mismo modo, Govindarajan et al. (2007), reportaron que los pesos secos de la parte aérea se incrementaron usando inoculantes microbianos formados a base de 4 cepas de bacterias: *Gluconacetobacter diazotrophicus* LMG7 603, *Herbaspirillum seropedicae* LMG6513, *Azospirillum lipoferum* 4Blmg4348, *Bulkholderia vietnamentis* LMG10929, comparando con los tratamientos que no recibieron inoculación y dosis estándar de fertilización nitrogenada. Ello es acorde con lo que se encontró en este estudio.

d) Peso seco de raíz

La tabla 1, presenta el análisis de varianza (ANVA) para el peso seco de la raíz (PSR) en g, el cual nos indica que existen diferencias significativas con respecto a los tratamientos en los tres valles, los coeficientes de determinación (R^2) obtenidos son 97% para Nueva Cajamarca, 90% en Bellavista y 99% para Juan Guerra, entonces se concluye que si hubo efecto de los tratamientos en la variable, en las tres zonas intervenidas. El trabajo evidencia una buena toma de datos ya que los porcentajes obtenidos son; Nueva Cajamarca CV=8,58%, Bellavista CV=4,80% y Juan Guerra CV=2,46%.

Los tratamientos inoculados con soporte sólido tanto en Bellavista y Juan Guerra fueron superiores en cuanto a la acumulación de peso seco de raíz

(Tabla 2). Los testigos sin inoculación alcanzaron longitudes inferiores a los tratamientos inoculados (Tabla 2). Las plantas que presentaron mayor acumulación de peso seco de raíz pertenecieron a los tratamientos inoculados, siendo estadísticamente significativo en los tratamientos de Nueva Cajamarca. En los otros valles, aunque existió diferencia numérica no fue estadísticamente significativo. El mayor incremento del peso seco de raíz de los tratamientos inoculados frente a los testigos no inoculados fue de 52,94%, alcanzado por el tratamiento aplicando inoculante sólido.

Así mismo Souza et al. (2012), en Cocheira Brasil, concluyeron que realizando una fertilización nitrogenada al 50% de la estándar más inoculación a base de cepas de AC32 (*Herbaspirillum sp.*), AG15 (*Burkholderia sp.*), CA21 (*Pseudacidovorax sp.*) Y UR51 (*Azospirillum sp.*), lograron un crecimiento de arroz similar, peso seco de la parte aérea, etc. al del logrado mediante la fertilización completa sin inoculación, destacando así el potencial de estas cepas para formular nuevos bioinoculantes para cultivos de arroz. Dicho estudio guarda semejanza con el trabajo realizado, deduciendo que las bacterias PGPR, fijan nitrógeno atmosférico y de esa manera se reduce el uso de fertilizantes nitrogenados.

Tabla 1

ANVA para la altura de planta (H), longitud de raíz (LR), peso seco de la parte aérea (PSPA) y peso seco de la raíz (PSR)

Altura (H)						Longitud de raíz (LR)					Peso seco de la parte aérea (PSPA)					Peso seco de la raíz (PSR)				
Nueva Cajamarca																				
FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
Tts.	76,48	2	38,2	12,6	0,01 *	0,46	2	0,02	0,17	0,85 n.s	535,,12	2	2678,56	450,16	0,00 **	1512,46	2	756,23	73,1	0,00 **
Bloque	0,04	2	0,02	0,01	0,99 n.s	0,69	2	0,34	0,26	0,78 n.s	0,00	2	0,00	0,00	0,99 n.s	2,71	2	1,35	0,13	0,88 n.s
Error Exp.	12,12	4	3,03			5,29	4	1,32			23,8	4	5,95			41,37	4	10,34		
Total	88,64	8				6,44	8				5380,93	8				1556,54	8			
R ² = 86%, CV= 7,07%						R ² = 18%, CV= 19,85%					R ² = 99%, CV= 2,73%					R ² = 97%, CV= 8,58%				
Bellavista																				
FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
Tts.	2,30	2	1,15	0,52	0,63 n.s	38,73	2	19,3	14,27	0,01 *	539,17	2	269,58	264,27	0,00 **	46,41	2	23,20	17,4	0,01 *
Bloque	2,66	2	1,24	0,6	0,59 n.s	0,67	2	0,34	0,25	0,79 n.s	5,88	2	2,94	2,88	0,18 n.s	0,68	2	0,34	0,25	0,79 n.s
Error Exp.	8,9	4	2,22			5,43	4	1,36			4,08	4	1,02			5,31	4	1,33		
Total	13,86	8				44,83	8				549,13	8				52,40	8			
R ² = 36%, CV= 5,66%						R ² = 88%, CV= 9,54%					R ² = 98%, CV= 1,33%					R ² = 90%, CV= 4,80%				
Juan Guerra																				
FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
Tts.	48,03	2	24,0 1	6,03	0,04 *	7,90	2	3,95	2,56	0,19 n.s	1247,65	2	623,82	116,67	0,00 **	421,45	2	210,72	161, 03	0,00 **
Bloque	8,70	2	4,35	1,09	0,99 n.s	0,00	2	0,00	0,001	0,99 n.s	2,77	2	1,39	0,26	0,78 n.s	0,67	2	0,33	0,25	0,78 n.s
Error Exp.	15,94	4	3,99			6,17	4	1,54 2			21,38	4	5,34			5,23	4	1,31		
Total	72,67	8				14,07	8				1271,81	8				427,35	8			
R ² = 78%, CV= 6,2%						R ² = 78%, CV= 6,2%					R ² = 98%, CV= 2,92%					R ² = 99%, CV= 2,46%				

Tabla 2

Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para promedios de H: Altura (cm); LR: Longitud de raíz (cm); PSPA: Peso Seco de Parte aérea (mg) y PSR: Peso seco de raíz (mg) por tratamiento en etapa de almácigo a los 30 días en tres valles de la región San Martín

Nueva Cajamarca				
Tratamientos	H (cm.)	LR (cm.)	PSPA (g.)	PSR (g.)
Sólido	22,9 a	5,48 a	104,25 a	48,92 a
Líquido	28,7 b	5,98 a	108,64 b	44,13 a
Testigo	22,21 a	5,93 a	54,83 c	19,34 c
Bellavista				
Tratamientos	H (cm.)	LR (cm.)	PSPA (g.)	PSR (g.)
Sólido	26,19 a	10,12 a	85,99 a	22,89 a
Líquido	25,85 a	11,48 a	73,05 b	27,20 b
Testigo	27,05 a	15,04 b	67,52 c	22,00 a
Juan Guerra				
Tratamientos	H (cm.)	LR (cm.)	PSPA (g.)	PSR (g.)
Sólido	30,54 a	10,50 a	110,49 a	55,6 a
Líquido	35,47 b	8,81 ab	107,83 b	44,56 b
Testigo	30,60 a	8,31 b	84,29 c	39,22 c

e) Medición de clorofila a los 60 y 90 días

- Medición de clorofila a los 60 días

En la tabla 3, se presenta el análisis de varianza (ANVA) para el nivel de clorofila a los 60 días, el cual nos indica que no existen diferencias significativas en todos los tratamientos estudiados en los tres valles intervenidos, los coeficientes de determinación (R^2) están indicando que los tratamientos no influyen en la variable y en las diferentes etapas estudiadas. Los coeficientes de variabilidad respaldan la correcta utilización de los instrumentos para la toma de datos ya que los resultados obtenidos están entre 2,66% y 7,46%.

En el experimento de Nueva Cajamarca, la máxima acumulación de clorofila fue obtenida por el tratamiento con inoculante sólido en la etapa de almácigo, suplementado con la dosis completa de fertilizante nitrogenado. Este incremento reflejó un 8,56% en el nivel de clorofila, comparado con los tratamientos que recibieron dosis del 50 y 75% de fertilización nitrogenada (Tabla 4)

En el experimento de Bellavista, los tratamientos inoculados independientemente a los niveles de fertilización nitrogenada fueron superiores

a los testigos, teniendo en cuenta que la máxima acumulación de clorofila fue obtenida por el inoculante líquido en la etapa de almácigo y trasplante, con la dosis nitrogenada al 50%. Dicho incremento se reflejó en un 6,25 % en el nivel de clorofila, comparando con los tratamientos que recibieron una dosis de 75 y 100% de fertilización nitrogenada (Tabla 4).

En el experimento de Juan Guerra, el nivel de clorofila más alto de manera independiente a la fertilización fue el tratamiento con inoculante sólido en la etapa de almácigo (44,09 SPAD) (Tabla 4).

Tan et al. (2017), mencionan que las inoculaciones bacterianas mejoraron significativamente los parámetros de crecimiento y rendimiento del arroz y el contenido de clorofila aumentó a los 43 y 67 días después de la siembra, particularmente cuando se les suministró una tasa mínima de N (33), dichos resultados concuerdan con el trabajo realizado, ya que aumentaron el contenido de clorofila los tratamientos que recibieron inoculación más la mitad de la fertilización nitrogenada a diferencia del tratamiento testigo que solo se usó la dosis convencional de fertilización, independientemente al tipo de inoculante que se utilizó.

Tabla 3

ANVA para el nivel de clorofila a los 60 días. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Etapa del cultivo	Nueva Cajamarca						Bellavista					Juan Guerra				
	FV	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig.
A-L	Tts.	2,11	2	1,05	0,27	0,77 n.s	2,80	2	1,40	0,26	0,78 n.s	0,21	2	0,10	0,01	0,98 n.s
	Bloque	2,29	2	1,15	0,30	0,75 n.s	2,64	2	1,32	0,24	0,79 n.s	11,69	2	5,84	0,79	0,51 n.s
	Error Exp.	15,34	4	3,83			21,76	4	5,44			29,50	4	7,38		
	Total	19,74	8				27,21	8				41,39	8			
R ² = 22%, CV = 4,76%						R ² = 20%, CV = 5,66%					R ² = 29%, CV = 6,27%					
A-S	Tts.	0,06	2	0,03	0,003	0,99 n.s	1,05	2	0,52	0,11	0,48 n.s	3,95	2	1,97	0,35	0,72 n.s
	Bloque	0,77	2	0,39	0,042	0,96 n.s	8,45	2	4,22	0,87	0,90 n.s	4,19	2	2,17	0,37	0,71 n.s
	Error Exp.	36,84	4	9,21			19,52	4	4,88			22,39	4	5,59		
	Total	37,67	8				29,01	8				30,53	8			
R ² = 2%, CV = 7,46%						R ² = 32%, CV = 5,26%					R ² = 26%, CV = 5,37%					
T-L	Tts.	2,60	2	1,30	1,09	0,41 n.s	1,12	2	0,56	0,11	0,89 n.s	1,22	2	0,61	0,10	0,90 n.s
	Bloque	5,46	2	2,73	2,29	0,22 n.s	7,92	2	3,96	0,80	0,51 n.s	4,47	2	2,23	0,38	0,70 n.s
	Error Exp.	4,77	4	1,19			19,78	4	4,95			23,70	4	5,93		
	Total	12,82	8				28,82	8				29,40	8			
R ² = 63%, CV = 2,66%						R ² = 31%, CV = 5,21%					R ² = 19%, CV = 5,54%					
T-S	Tts.	9,58	2	4,79	0,63	0,58 n.s	0,66	2	0,33	0,07	0,94 n.s	1,54	2	0,77	0,14	0,87 n.s
	Bloque	0,62	2	0,31	0,04	0,96 n.s	7,92	2	3,96	0,80	0,51 n.s	2,31	2	1,16	0,21	0,82 n.s
	Error Exp.	30,35	4	7,59			19,91	4	4,98			22,22	4	5,56		
	Total	40,55	8				28,49	8				26,08	8			

R ² = 25%, CV= 6,62%							R ² = 30%, CV= 6,62%					R ² = 15%, CV= 5,36%				
FV	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig.		S.C	G L	C. M	F.C .	Sig.	S.C	G L	C. M	F.C .	Sig.
A+T-L	Tts.	2,03	2	1,0 2	0,20	0,8 3 n.s	1,90	2	0,9 5	0,4 1	0,6 8 n.s	0,69	2	0,3 4	0,4 6	0,6 6
	Bloque	4,68	2	2,3 4	0,46	0,6 6 n.s	12,5 0	2	6,2 5	2,7 0	0,1 8 n.s	8,29	2	4,1 4	5,5 4	0,7 0
	Error Exp.	20,4 7	4	5,1 1			9,25	4	2,3 1			2,99	4	0,7 5		
	Total	27,1 3	8				23,6 5	8				11,9 7	8			
R ² = 25%, CV=5,54%							R ² = 51%, CV=3,58%					R ² = 50%, CV=3,58%				
FV	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig.		S.C	G L	C. M	F.C .	Sig.	S.C	G L	C. M	F.C .	Sig.
A+T-S	Tts.	4,21	2	2,1 1	1,60	0,3 1 n.s	0,60	2	0,3 0	0,1 3	0,8 8 n.s	2,34	2	1,1 7	0,6 3	0,5 8 n.s
	Bloque	12,6 1	2	6,3 0	4,79	0,0 9 n.s	2,46	2	1,2 3	0,5 3	0,6 2 n.s	4,74	2	2,3 7	1,2 8	0,3 7 n.s
	Error Exp.	5,26	4	1,3 2			9,33	4	2,3 3			7,43	4	1,8 6		
	Total	22,0 8	8				12,3 9	8				14,5 1	8			
R ² = 75%, CV=2,78%							R ² = 25%, CV=3,61%					R ² = 49%, CV=3,14%				
FV	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig.		S.C	G L	C. M	F.C .	Sig.	S.C	G L	C. M	F.C .	Sig.
TESTIG O	Tts.	0,82	2	0,4 1	0,37	0,7 1 n.s	3,71	2	1,8 5	0,8 5	0,4 9 n.s	0,69	2	0,3 5	0,2 6	0,7 8 n.s
	Bloque	8,12	2	4,0 6	3,66	0,1 2 n.s	2,82	2	1,4 1	0,6 5	0,5 7 n.s	0,63	2	0,3 2	0,2 4	0,7 9 n.s
	Error Exp.	4,43	4	1,1 1			8,69	4	2,1 7			5,32	4	1,3 3		
	Total	13,3 7	8				15,2 1	8				6,64	8			
R ² = 67%, CV=2,57%							R ² = 43%, CV=3,7%					R ² = 20%, CV=2,78%				

Tabla 4

Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para promedios del nivel de clorofila a los 60 días en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante

Nivel de clorofila a los 60 días ($\mu\text{moles} / \text{m}^2$)							
Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N ha⁻¹)	A - L	A - S	T - L	T - S	A + T - L	A + T - S	TESTIGO O
Nueva Cajamarca							
50%	41,69 a	40,68 a	40,45 a	43,00 a	40,38 a	41,57 a	41,16 a
75%	41,32 a	40,61 a	41,76 a	41,34 a	41,47 a	41,82 a	40,52 a
100%	40,53 a	40,81 a	41,00 a	40,52 a	40,57 a	40,26 a	41,16 a
Bellavista							
50%	40,54 a	41,67 a	42,26 a	41,84 a	43,17 a	41,91 a	39,06 a
75%	41,90 a	41,90 a	43,12 a	41,56 a	42,09 a	42,47 a	39,77 a
100%	41,10 a	42,48 a	42,62 a	42,22 a	42,36 a	42,44 a	40,63 a
Juan Guerra							
50%	43,47 a	44,14 a	43,58 a	43,46 a	43,23 a	42,68 a	41,22 a
75%	43,29 a	43,26 a	43,74 a	43,89 a	43,86 a	43,72 a	41,86 a
100%	43,10 a	44,88 a	44,43 a	44,47 a	43,76 a	43,80 a	41,34 a

- **Medición de clorofila a los 90 días**

En la tabla 5, se presenta el análisis de varianza (ANVA) para el nivel de clorofila a los 90 días, en Nueva Cajamarca el inoculante líquido en etapa de almacigo (A-L) presenta significancia solamente para los bloques, probablemente a consecuencia de la intervención de agentes externos al estudio. El R^2 para Nueva Cajamarca es 89%, a raíz de que el diseño de bloques influyó en esta variable, en Bellavista y Juan Guerra los niveles del R^2 están por debajo de los estándares de afectación. Con respecto a la toma de datos durante las evaluaciones, se observa que los coeficientes de variabilidad (CV) acreditan la correcta manipulación de las herramientas utilizadas.

Con respecto al inoculante sólido en etapa de almacigo (A-S) la significancia está en los bloques para Nueva Cajamarca y en los tratamientos para Bellavista, con 91% y 87% de R^2 respectivamente, lo cual refleja que hay afectación tanto de los bloques y tratamientos en las zonas mencionadas, en Juan Guerra no existe significancia en ninguno de los casos, esto corroborado con 7% de R^2 , se puede observar también que hay una correcta toma de datos ya que los porcentajes de los coeficientes de variabilidad (CV) están por debajo de los estándares.

En la etapa de trasplante con el inoculante líquido existe alta significancia en Nueva Cajamarca tanto para los tratamientos y bloques, con 99% R^2 , por el contrario en Bellavista y Juan Guerra no hay significancia

En los experimentos de Bellavista y Nueva Cajamarca, los niveles de clorofila de todos los tratamientos inoculados fueron superiores a los tratamientos testigos, aunque sin diferencias significativas entre etapas y/o dosis de nitrógeno. Es decir, los tratamientos que recibieron inoculación presentaron un mejor estado fotosintético que los tratamientos no inoculados, esto significa que los tratamientos entrando al inicio de primordio presentaron un mejor estado fisiológico (Tabla 6).

En el experimento de Juan Guerra, en oposición a los dos anteriores, los niveles de clorofila de los tratamientos inoculados con diferentes dosis de nitrógeno, fueron inferiores a comparación de los tratamientos testigo. Con

respecto a la etapa de inoculación, así como tipo de inoculante recibido, se observaron diferencias en la etapa de inoculación y tipo de inoculante (Tabla 6). Laskar (2013), realizó un experimento en campos arroceros en Chattisgarh India, donde se incrementó los niveles de clorofila en los tratamientos inoculados usando cepas diazotróficas: *Sphingomonas azotifigens*, *Pseudomonas putida* y *Herbispirillum sp.*, estos resultados indicaron que la mayoría de las cepas seleccionadas poseen múltiples propiedades de que mejoran significativamente el crecimiento del cultivo de arroz, teniendo relación con el trabajado realizado.

Tabla 5

ANVA para el nivel de clorofila a los 90 días. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Etapa del cultivo	Nueva Cajamarca						Bellavista					Juan Guerra				
	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig .	S.C	G L	C.M	F.C	Sig .	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig .
A-L	Tts.	0,99	2	0,50	1,06	0,4 2 n.s	11,1 4	2	5,57	3,7 6	0,1 2 n.s	2,69	2	1,3 4	0,55	0,6 1 n.s
	Bloque	14,2 4	2	7,12	15,21	0,0 1*	0,84	2	0,42	0,2 8	0,7 6 n.s	2,04	2	1,0 2	0,42	0,6 8 n.s
	Error Exp.	1,87	4	0,47			5,93	4	1,18			9,75	4	2,4 4		
	Total	17,1 1	8				17,9 1	8				14,4 7	8			
R ² = 89%, CV = 1,94%						R ² = 67%, CV = 3,43%					R ² = 33%, CV = 4,46%					
A-S	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig .	S.C	G L	C.M	F.C	Sig .	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig .
	Tts.	4,76	2	2,38	6,34	0,0 6 n.s	5,62	2	2,81	7,2 4	0,0 5*	0,01	2	0,0 1	0,004	0,9 9 n.s
	Bloque	10,5 3	2	5,26	14,02	0,0 1*	4,55	2	2,27	5,8 7	0,0 6 n.s	0,03	2	0,0 1	0,009	0,9 9 n.s
	Error Exp.	1,50	4	0,38			1,55	4	0,39			5,87	4	1,4 7		
Total	16,7 9	8				11,7 2	8				5,91	8				
R ² = 91%, CV = 1,74%						R ² = 87%, CV = 1,70%					R ² = 7%, CV = 3,42%					
T-L	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig .	S.C	G L	C.M	F.C	Sig .	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig .
	Tts.	1,47	2	0,74	165,9 5	0,0 0 **	1,68	2	0,84	0,6 2	0,5 8 n.s	1,93	2	0,9 6	1,02	0,4 4 n.s
Bloque	5,79	2	2,89	652,7 9	0,0 0	0,69	2	0,34	0,2 5	0,7 8	2,04	2	1,0 2	1,08	0,4 2	

	Error Exp.	0,02	4	0,00		**					n.s					n.s		
	Total	7,28	8				5,40	4	1,34			3,75	4	0,9		3		
		R ² = 99%, CV= 18%						R ² = 30%, CV= 3,16%						R ² = 51%, CV= 6,63%				
	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig .	S.C	G L	C.M	F.C	Sig .	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig .		
T-S	Tts.	4,79	2	2,40	668,23	0,00**	9,03	2	4,52	3,28	0,14 n.s	9,49	2	3,47	14,09	0,01*		
	Bloque	5,74	2	2,87	801,38	0,00**	0,67	2	0,34	0,24	0,79 n.s	4,78	2	2,39	7,10	0,04*		
	Error Exp.	0,01	4	0,00			5,52	4	1,38			1,34	4	0,3		3		
	Total	10,55	8				15,22	8				15,61	8					
		R ² = 99%, CV= 0,16%						R ² = 63%, CV= 3,29%						R ² = 91%, CV= 1.62%				
	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig .	S.C	G L	C.M	F.C	Sig .	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig .		
A+T-L	Tts.	4,14	2	2,07	1,93	0,25 n.s	20,49	2	10,24	8,99	0,03*	6,34	2	3,17	2,43	0,20 n.s		
	Bloque	1,84	2	0,92	0,86	0,48 n.s	0,41	2	0,21	0,18	0,84 n.s	0,84	2	0,42	,032	0,74 n.s		
	Error Exp.	4,30	4	1,07			4,56	4	1,14			5,22	4	1,3		1		
	Total	10,28	8				25,46	8				12,40	8					
		R ² = 58%, CV= 2,94%						R ² = 82%, CV= 2,88%						R ² = 58%, CV= 3,27%				
	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig .	S.C	G L	C.M	F.C	Sig .	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig .		
A+T-S	Tts.	1,58	2	0,79	0,80	0,51 n.s	0,60	2	0,30	0,23	0,80 n.s	1,32	2	0,66	0,5	0,63 n.s		
	Bloque	2,02	2	1,01	1,02	0,43 n.s	0,68	2	0,34	0,26	0,78 n.s	0,67	2	0,34	0,26	0,8 n.s		
	Error Exp.	3,96	4	0,99			5,23	4	1,31			5,25	4	1,3		1		
	Total	7,57	8				6,52	8				7,24	8					
		R ² = 48%, CV= 2,88%						R ² = 20%, CV= 3,13%						R ² = 28%, CV= 3,30%				
	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig .	S.C	G L	C.M	F.C	Sig .	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig .		
TESTIG O	Tts.	1,99	2	1	1,47	0,33 n.s	1,42	2	0,71	0,57	0,60 n.s	3,38	2	1,69	324,6	0,00**		
	Bloque	2,02	2	1,01	1,49	0,32 n.s	0,66	2	0,33	0,27	0,77 n.s	5,88	2	2,94	565,62	0,00**		
	Error Exp.	2,71	4	0,68			4,94	4	1,23			0,02	4	0,0		1		
	Total	6,72	8				7,01	8				9,28	8					
		R ² = 60%, CV= 2,16%						R ² = 30%, CV= 3,23%						R ² = 100%, CV= 0,21%				

Tabla 6

Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para promedios del nivel de clorofila a los 90 días en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante

Nivel de clorofila a los 90 días ($\mu\text{moles} / \text{m}^2$)							
Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N/ha)	A – L	A – S	T – L	T – S	A + T – L	A + T – S	TESTIGO
Nueva Cajamarca							
50%	34,95 a	35,39 a	36,23 a	37,01 a	36,16 a	34,26 a	37,57 a
75%	35,66 a	35,35 a	35,24 a	35,24 b	35,27 a	34,37 a	38,70 a
100%	34,96 a	35,30 a	35,76 a	36,34 c	34,50 a	35,20 a	38,33 a
Bellavista							
50%	34,75 a	36,79 ab	36,95 a	34,92 a	38,13 a	36,82 a	34,90 a
75%	37,08 a	37,54 b	37,12 a	37,03 a	38,07 a	36,70 a	34,46 a
100%	34,69 a	35,62 a	36,13 a	34,89 a	34,90 b	36,22 a	33,93 a
Juan Guerra-Bajo							
50%	34,20 a	35,08 ab	36,08 a	34,28 a	33,79 a	34,45 a	34,79 a
75%	35,41 a	36,04 ab	37,04 a	36,39 b	35,23 a	34,37 a	35,56 b
100%	35,30 a	34,26 a	37,08 a	36,52 b	35,78 a	35,22 a	34,06 c

3.2. Etapa de cosecha

a) Peso de 1000 granos

El ANVA, en la etapa de almacigo con el inoculante líquido (A-L) muestra que los tratamientos no influyeron en la variable, en las tres zonas intervenidas, sin embargo, Juan Guerra evidencia significancia en los bloques, probablemente a consecuencia de la acción de agentes externos al estudio, tal es así que se obtuvieron los siguientes valores para el coeficiente de determinación (R^2): Nueva Cajamarca 13%, Bellavista 15% y Juan Guerra 83%. Los coeficientes de variabilidad (CV), reflejan la buena toma de datos al momento de hacer las evaluaciones, por lo que los valores obtenidos son 4,11% para Nueva Cajamarca, Bellavista 4,10% y Juan Guerra 2,02% (ver tabla 7).

En la etapa de almacigo con inoculante sólido (A-S), el ANVA se puede observar en la tabla 7, que los tratamientos si influyeron en el peso de 1000 gramos con respecto a Nueva Cajamarca y Bellavista, pero en Juan Guerra no se mostraron efecto alguno para la variable. En tanto se obtuvo 82% de R^2 en Nueva Cajamarca, 94% R^2 y en Juan Guerra 37% R^2 . La toma de datos estuvo enmarcado por la buena manipulación de los instrumentos al momento de hacer las evaluaciones,

obteniendo 1,91% CV para Nueva Cajamarca, 1,12% CV para Bellavista y 4,09% CV para Juan Guerra.

Para la etapa de trasplante con inoculante líquido (T-L), el ANVA la tabla 7 revela que en Nueva Cajamarca y Juan Guerra si hay efecto de los tratamientos en la variable, sin embargo en Bellavista los tratamientos no influenciaron en ella, obteniendo 100% R^2 en Nueva Cajamarca, 21% R^2 en Bellavista y 100% R^2 en Juan Guerra. La correcta ejecución del estudio esta abalado por los valores obtenidos para el CV, Nueva Cajamarca 0,12%, Bellavista, 4,11% y Juan Guerra 6,63%.

El ANVA para la etapa de trasplante con el inoculante sólido (T-S), la tabla 7 muestra que los tratamientos no fueron influyentes en la variable, obteniendo 21% R^2 en Nueva Cajamarca, 44% R^2 en Bellavista y 30% R^2 en Juan Guerra, también se puede observar que hubo una buena toma de datos ya que los valores obtenidos son 3,95% CV en Nueva Cajamarca, 4,92% CV y 5,09% CV en Juan Guerra.

Para las aplicaciones en almacigo y trasplante con inoculante líquido (A+T-L), el ANVA en la tabla 7 muestra que los tratamientos no tuvieron influencia en la variable, obteniendo los siguientes valores para el R^2 : Nueva Cajamarca 11%, Bellavista 22% y Juan Guerra 45%. Los valores del CV están dadas de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 5,76%, Bellavista 3,98% y Juan Guerra 3,84%, con estos porcentajes se respalda la buena toma de datos en el estudio.

El ANVA en la tabla 7 muestra que el testigo tampoco influyó en la variable y los valores son los siguientes: Nueva Cajamarca 78%, Bellavista 8% y Juan Guerra 55%, aquí también hubo buen a toma de datos ya que los valores fueron para Nueva Cajamarca 2,10% CV, para Bellavista 4,10% CV y Juan Guerra 4,07% CV.

En la etapa de almacigo y trasplante con inoculante sólido (A+T-S), el ANVA en la tabla 7 muestra que los tratamientos también no tuvieron influencia en la variable, obteniendo los siguientes valores para el R^2 : Nueva Cajamarca 40%, Bellavista 14% y Juan Guerra 34%. Los valores del CV están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 3,54%, Bellavista 4,14% y Juan Guerra 3,51%, con estos porcentajes se respalda la buena toma de datos en el estudio.

La prueba de LSD Fisher en la tabla 8, muestra que los promedios tiene la misma letra, lo que demuestra que no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados, pero sí hay diferencias numéricas, entonces en Nueva Cajamarca el peso de 1000 granos fue superior numéricamente en la etapa de almácigo inoculado con soporte sólido (A-S), a 75% de concentración de la fuente de nitrógeno (FN), en promedio se obtuvo 29,38 gramos.

En el experimento de Bellavista, el peso de 1000 granos fue superior numéricamente en el tratamiento inoculado con soporte sólido en la etapa de almácigo y trasplante (A+T-S) al 100% (dosis completa), con peso promedio de 29,03 gramos en 1000 granos de arroz (ver tabla 8).

En la tabla 8 el experimento de Juan Guerra, se observa que la mejor respuesta está en la etapa de almacigo más trasplante con inoculante líquido (A+T-L) al 75% de concentración de N, el cual obtuvo 30,04 gramos de 1000 granos de arroz, también existe diferencia numérica más no estadística.

Aon et al. (2015), al realizar un experimento en campos arroceros utilizando *Azospirillum* y *Azotobacter* en proporción 1: 1 (diazotrofos) o diazótrofos + 10–5 M L-triptófano (L-TRP) y aplicaron tres dosis de N del suelo (60, 90, 120 kg ha⁻¹) a las parcelas principales, como resultado se incrementó los parámetros agronómicos evaluados como peso de 1000 granos, aumentaron significativamente la concentración de N y P en la paja de arroz, concluyendo que la inoculación diazotrófica complementa la demanda de N del arroz al potenciar la fijación de N₂ atmosférico e influir en la dinámica de nutrientes en el suelo. En el presente estudio se demostró que con el inoculante líquido al 75% de dosis de fertilización aplicados en las etapas de almacigo y trasplante, se obtuvo mejores respuestas con diferencias numéricas con respecto a los demás tratamientos.

Tabla 7

ANVA para el peso de 1000 granos. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Etapa del cultivo	Nueva Cajamarca						Bellavista					Juan Guerra				
	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.
A-L	Tts.	0,89	2	0,45	0,31	0,95 n.s	0,25	2	0,13	0,09	0,91 n.s	1,92	2	0,96	2,76	0,17 n.s
	Bloque	0,01	2	0,003	0,0025	0,99 n.s	0,73	2	0,37	0,27	0,778 0 n.s	4,67	2	2,34	6,72	0,04*
	Error Exp.	5,77	4	1,44			5,49	4	1,37			1,39	4	0,35		
	Total	6,67	8				6,47	8				7,98	8			
R ² = 13%, CV = 4,11%,						R ² = 15%, CV = 4,10%					R ² = 83%, CV = 2,02%					
A-S	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	1,47	2	0,73	2,21	0,08 n.s	2,04	2	1,02	9,99	0,027*	2,39	2	1,19	0,84	0,49 n.s
	Bloque	4,56	2	2,28	6,85	0,05 n.s	4,37	2	2,19	21,45	0,0073*	0,97	2	0,49	0,34	0,72 n.s
	Error Exp.	1,33	4	0,33			0,41	4	0,10			5,67	4	1,42		
Total	7,36	8				6,82	8				5,91	8				
R ² = 82%, CV = 1,91%						R ² = 94%, CV = 1,12%					R ² = 37%, CV = 4,09%					
T-L	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,38	2	0,19	153,49	0,00**	0,69	2	0,34	0,25	0,79 n.s	3,64	2	1,82	630,76	0,00**
	Bloque	6,29	2	3,15	2550,19	0,00**	0,75	2	0,37	0,27	0,77 n.s	5,80	2	2,90	1006,07	0,00**
	Error Exp.	4,9E-03	4	1,2E-03			5,54	4	1,38			0,01	4	2,9E-03		
Total	6,67	8				6,97	8				9,45	8				
R ² = 100%, CV = 0,12%						R ² = 21%, CV = 4,11%					R ² = 100%, CV = 6,63%					
T-S	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C. M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,76	2	0,38	0,28	0,88 n.s	0,72	2	0,36	0,18	0,83 n.s	1,30	2	0,65	0,28	0,76 n.s
	Bloque	0,65	2	0,33	0,25	0,79 n.s	5,34	2	2,67	1,37	0,35 n.s	2,60	2	1,30	0,56	0,60 n.s
	Error Exp.	5,32	4	1,33			7,81	4	1,95			9,22	4	2,31		
Total	6,73	8				13,87	8				13,12	8				
R ² = 21%, CV = 3,95%						R ² = 44%, CV = 4,92%					R ² = 30%, CV = 5,09%					
A+T-L	FV	S.C	G	C.M	F.C.	Sig	S.C	G	C.	F.C.	Sig.	S.C	G	C.M	F.C.	Sig

		L					L M					L					
	Tts.	0,56	2	0,28	0,10	0,90	0,56	2	0,28	0,22	0,81	3,54	2	1,77	1,38	0,35	
	Bloque	0,82	2	0,41	0,15	0,86	0,89	2	0,45	0,34	0,72	0,61	2	0,31	0,24	0,79	
	Error Exp.	11,44	4	2,76			5,20	4	1,30			5,15	4	1,29			
	Total	12,42	8				6,65	8				9,31	8				
R ² = 11%, CV= 5,76%						R ² = 22%, CV= 3,98%						R ² = 45%, CV= 3,84%					
	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	
A+T-S	Tts.	0,86	2	0,43	0,41	0,69	0,16	2	0,08	0,06	0,94	0,39	2	0,20	0,19	0,83	
	Bloque	1,98	2	0,99	0,93	0,46	0,74	2	0,37	0,26	0,78	1,71	2	0,85	0,82	0,50	
	Error Exp.	4,25	4	1,06			5,71	4	1,43			4,17	4	1,04			
	Total	7,09	8				6,61	8				6,27	8				
R ² = 40%, CV= 3,54%						R ² = 14%, CV= 4,14%						R ² = 34%, CV= 3,51%					
	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	
TESTIG O	Tts.	0,24	2	0,12	0,33	0,12	0,49	2	0,24	0,18	0,84	5,88	2	2,94	2,10	0,23	
	Bloque	4,91	2	2,46	6,70	0,05	0,01	2	0,01	3,8E-03	0,99	0,86	2	0,43	0,31	0,75	
	Error Exp.	1,47	4	0,37			5,53	4	1,38			5,61	4	1,40			
	Total	6,62	8				6,03	8				12,34	8				
R ² = 78%, CV= 2,10%						R ² = 8%, CV= 4,10%,						R ² = 55%, CV= 4,07%					

Tabla 8

Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para promedios del peso de 1000 granos en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N ha ⁻¹)	Peso de 1000 granos (g.)						
	A - L	A - S	T - L	T - S	A + T - L	A + T - S	TESTIGO
Nueva Cajamarca							
50%	29,53 a	29,55 a	28,67 a	29,57 a	29,0 a	29,58 a	28,90 a
75%	29,38 a	29,62 a	29,10 a	28,90 a	29,03 a	28,88 a	29,09 a
100%	28,80 a	28,73 a	28,66 a	29,03 a	28,49 a	28,98 a	28,69 a
Bellavista							
50%	28,37 a	28,60 a	28,3 a	28,49 a	28,99 a	28,89 a	28,44 a
75%	28,75 a	28,96 a	28,56 a	28,64 a	28,65 a	28,70 a	28,63 a
100%	28,69 a	27,82 a	28,98 a	27,98 a	28,38 a	29,03 a	29,00 a
Juan Guerra							
50%	28,54 a	29,85 a	28,76 a	29,84 a	29,98 a	29,13 a	28,90 a
75%	29,14 a	28,8 a	30,23 a	29,37 a	30,40 a	29,25 a	30,12 a
100%	29,67 a	28,7 a	29,05 a	30,30 a	28,68 a	28,76 a	28,16 a

b) Longitud de panícula

La tabla 9, muestra el ANVA para la longitud de panícula, en la etapa de almácigo con el inoculante líquido (A-L), en cual se observa que los tratamientos no fueron determinantes para esta variable, por lo que los valores obtenidos en el coeficiente de determinación fueron: Nueva Cajamarca 30%, Bellavista 50% y Juan Guerra 12%. Con respecto a la manipulación de herramientas para la ejecución del estudio el coeficiente de variabilidad (CV) evidencia la buena toma de datos, obteniendo los siguientes valores: 6,17% en Nueva Cajamarca, 4,04% en Bellavista y 5,15% en Juan Guerra.

El ANVA para la etapa de almácigo con inoculante sólido (A-S), también no hubo influencia de los tratamientos en la variable como se puede observar en la tabla 9, y los valores del coeficiente de determinación (R^2) están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 49%, Bellavista 37% y Juan Guerra 30%.

Hubo también una buena toma de datos esto abalado con los valores obtenidos en el CV: 4,73% en Nueva Cajamarca, 4,50% en Bellavista y 7,08% en Juan Guerra. En la etapa de trasplante con el inoculante líquido (T-L), el ANVA en la tabla 9 muestra que los tratamientos no influyeron en la variable, y los valores del R^2 están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 47%, Bellavista 60% y Juan Guerra 65%. Los valores obtenidos para el CV fueron: 4,51% en Nueva Cajamarca, 3,90% en Bellavista y 4,03% en Juan Guerra.

En la etapa de trasplante con el inoculante sólido (T-S), el ANVA en la tabla 9 muestra que los tratamientos no influyeron en la variable, y los valores del R^2 están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 47%, Bellavista 14% y Juan Guerra 42%. Los valores obtenidos para el CV fueron: 5,73% en Nueva Cajamarca, 4,79% en Bellavista y 2,66% en Juan Guerra.

Las aplicaciones en almacigo y trasplante con el inoculante líquido (A+T-L), el ANVA presentado en la tabla 9, muestra que los tratamientos no fueron determinantes en la variable, ya que los valores obtenidos del R^2 son: Nueva Cajamarca 48%, Bellavista 16% y Juan Guerra 54%. En tanto los datos obtenidos en el CV corroboran la buena toma de datos; 4,54% en Nueva Cajamarca, 4,72% en Bellavista y 4,99% en Juan Guerra.

Las aplicaciones en almacigo y trasplante con el inoculante sólido (A+T-S), el ANVA presentado en la tabla 9, muestra que los tratamientos no fueron determinantes en la variable, ya que los valores obtenidos del R^2 son: Nueva Cajamarca 42%, Bellavista 42% y Juan Guerra 40%. En tanto los datos obtenidos en el CV corroboran la buena toma de datos; 5,67% en Nueva Cajamarca, 3,90% en Bellavista y 5% en Juan Guerra.

El ANVA para el testigo sólo presenta influencia de los tratamientos en la variable en Juan Guerra, siendo esta la única excepción del estudio, con respecto las otras dos zonas intervenidas los tratamientos no fueron determinantes en la longitud de panícula, esto corroborado con los valores del R^2 que están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 16%, Bellavista 55% y Juan Guerra 93%. En tanto los datos obtenidos en el CV corroboran la buena toma de datos; 5,73% en Nueva Cajamarca, 3,70% en Bellavista y 2,34% en Juan Guerra.

La prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$), para promedios de la longitud de panícula en la tabla 10, sólo muestra diferencia estadística para el testigo en Juan Guerra, específicamente con 75% de dosis de fertilizante nitrogenado. El resto de valores obtenidos en esta variable sólo presentan diferencias numéricas, a partir de ello en Nueva Cajamarca la mejor respuesta numérica se encuentra con la aplicación en la etapa de trasplante con el inoculante sólido (T-S) bajo 75% de dosis de fertilización nitrogenada, obteniendo 20,71 cm de longitud de panícula. En Bellavista la mejor respuesta numérica se dio con la aplicación en trasplante con el inoculante líquido (T-L) con 100% de dosis de fertilización nitrogenada, resultando 25,91 cm de longitud de panícula. Con respecto a Juan Guerra el testigo obtuvo mejor respuesta con 100% de fertilización nitrogenada, logrando 25,50 cm de longitud de panícula.

Tabla 9

ANVA para la longitud de panícula. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Etapa del cultivo	Nueva Cajamarca						Bellavista					Juan Guerra				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
A-L	Tts.	2,60	2	1,30	0,83	0,49 n.s	1,86	2	0,93	0,96	0,45 n.s	0,06	2	0,03	0,02	0,97 n.s
	Bloque	0,01	2	0,0044	0,0028	0,99 n.s	1,98	2	0,99	1,03	0,43 n.s	0,71	2	0,36	0,26	0,78 n.s
	Error Exp.	6,24	4	1,56			3,85	4	0,96			5,50	4	1,37		
	Total	8,85	8				7,69	8				6,27	8			
		R ² = 30%, CV = 6,17%						R ² = 50%, CV = 4,04%					R ² = 12%, CV = 5,15%			
A-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	1,05	2	0,52	0,60	0,59 n.s	2,28	2	1,14	0,88	0,48 n.s	3,34	2	1,67	0,59	0,59 n.s
	Bloque	2,31	2	1,15	1,33	0,36 n.s	0,76	2	0,38	0,29	0,75 n.s	1,48	2	0,74	0,26	0,78 n.s
	Error Exp.	3,48	4	0,87			5,17	4	1,29			11,26	4	2,82		
	Total	6,83	8				8,21	8				16,09	8			
	R ² = 49%, CV = 4,73 %						R ² = 37%, CV = 4,50%					R ² = 30%, CV = 7,08%				
T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,06	2	0,03	0,04	0,96 n.s	3,76	2	1,88	1,97	0,25 n.s	3,68	2	1,84	2,09	0,23 n.s
	Bloque	2,79	2	1,39	1,76	0,28 n.s	1,86	2	0,93	0,97	0,45 n.s	2,82	2	1,41	1,60	0,30 n.s
	Error Exp.	3,16	4	0,79			3,82	4	0,96			3,52	4	0,88		
	Total	6,01	8				9,45	8				10,02	8			
	R ² = 47%, CV = 4,51%						R ² = 60%, CV = 3,90%					R ² = 65%, CV = 4,03%				
T-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	4,09	2	2,05	1,54	0,31 n.s	0,17	2	0,08	0,06	0,94 n.s	1,62	2	0,81	2,18	0,22 n.s
	Bloque	0,68	2	0,34	0,26	0,78 n.s	0,74	2	0,37	0,26	0,78 n.s	4,46	2	2,23	6,01	0,06 n.s
	Error Exp.	5,30	4	1,33			5,69	4	1,42			1,49	4	0,37		
	Total	10,08	8				6,60	8				7,57	8			
	R ² = 47 %, CV = 5,73%						R ² = 14%, CV = 4,79%					R ² = 42%, CV = 2.66%				
A+T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,25	2	0,13	0,16	0,85 n.s	0,33	2	0,16	0,12	0,88 n.s	5,22	2	2,61	2,04	0,24 n.s

	Bloque	2,74	2	1,37	1,71	0,28 n.s	0,70	2	0,35	0,26	0,78 n.s	0,66	2	0,33	0,26	0,78 n.s		
	Error																	
	Exp.	3,19	4	0,80			5,33	4	1,33			5,11	4	1,28				
	Total	6,18	8				6,36	8				10,99	8					
		R ² = 48%, CV= 4,54%						R ² = 16%, CV= 4,72%						R ² = 54%, CV= 4,99%				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.		
	Tts.	2,85	2	1,43	1,12	0,41 n.s	0,61	2	0,31	0,33	0,73 n.s	2,84	2	1,42	1,08	0,42 n.s		
	Bloque	0,77	2	0,39	0,30	0,75 n.s	2,00	2	1,00	1,09	0,41 n.s	0,64	2	0,32	0,24	0,79 n.s		
	Error																	
	Exp.	5,08	4	1,27			3,67	4	0,92			5,28	4	1,32				
	Total	8,70	8				6,29	8				8,75	8					
		R ² = 42%, CV= 5,67%						R ² = 42%, CV= 3,90%						R ² = 40%, CV= 5,00%				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.		
	Tts.	0,22	2	0,11	0,08	0,92 n.s	1,69	2	0,85	1,00	0,44 n.s	11,86	2	5,93	18,62	0,0094 **		
	Bloque	0,76	2	0,38	0,30	0,75 n.s	2,39	2	1,20	1,41	0,32 n.s	5,17	2	2,59	8,12	0,03 *		
	Error																	
	Exp.	5,15	4	1,29			3,40	4	0,85			1,27	4	0,32				
	Total	6,14	8				7,48	8				18,30	8					
		R ² = 16%, CV= 5,73%						R ² = 55%, CV= 3,70%						R ² = 93%, CV= 2,34%				

Tabla 10

Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para promedios de longitud de panículas en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soportes

Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N ha ⁻¹)	Longitud de panícula (cm.)						TESTIG O
	A - L	A - S	T - L	T - S	A + T - L	A + T - S	
Nueva Cajamarca							
50%	20,58 a	20,02 a	19,66 a	20,40 a	19,88 a	20,52 a	19,91 a
75%	19,46 a	19,22 a	19,85 a	20,71 a	19,66 a	19,97 a	19,59 a
100%	20,62 a	19,83 a	19,71 a	19,15 a	19,47 a	19,15 a	19,93 a
Bellavista							
50%	24,85 a	25,48 a	24,33 a	24,85 a	24,69 a	24,60 a	24,67 a
75%	23,74 a	25,70 a	25,03 a	24,74 a	24,24 a	24,91 a	24,48 a
100%	24,36 a	24,54 a	25,91 a	25,07 a	24,36 a	24,27 a	25,48 a
Juan Guerra							
50%	22,64 a	22,89 a	22,86 a	22,89 a	21,92 a	22,62 a	24,18 a
75%	22,83 a	24,35 a	22,79 a	23,42 a	22,36 a	23,78 a	22,69 b
100%	22,79 a	23,89 a	23,18 a	22,38 a	23,71 a	22,56 a	25,50 a

c) Número de panículas por planta

La tabla 11, muestra el ANVA para panículas por planta, en la etapa de almácigo con el inoculante líquido (A-L), en cual se observa que los tratamientos no fueron determinantes para esta variable, por lo que los valores obtenidos en el coeficiente de determinación fueron: Nueva Cajamarca 41%, Bellavista 32% y Juan Guerra 24%. Con respecto a la manipulación de herramientas para la ejecución del estudio el coeficiente de variabilidad (CV) evidencia la buena toma de datos, obteniendo los siguientes valores: 4,44% en Nueva Cajamarca, 9,64% en Bellavista y 11,39% en Juan Guerra.

El ANVA para la etapa de almacigo con inoculante sólido (A-S), muestra que no hubo influencia de los tratamientos en la variable como se puede observar en la tabla 11, y los valores del coeficiente de determinación (R^2) están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 44%, Bellavista 35% y Juan Guerra 22%. Hubo también una buena toma de datos esto abalado con los valores obtenidos en el CV: 6,23% en Nueva Cajamarca, 7,60% en Bellavista y 10,33% en Juan Guerra. En la etapa de trasplante con el inoculante líquido (T-L), el ANVA en la tabla 11 muestra que los tratamientos influyeron en la variable, y los valores del R^2 están

datos de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 86%, Bellavista 91% y Juan Guerra 88%. Los valores obtenidos para el CV fueron: 5,96% en Nueva Cajamarca, 4,17% en Bellavista y 6,62% en Juan Guerra.

En la etapa de trasplante con el inoculante sólido (T-S), el ANVA en la tabla 11 muestra que los tratamientos si influyeron en la variable, y los valores del R^2 están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 84%, Bellavista 87% y Juan Guerra 79%. Los valores obtenidos para el CV fueron: 4,65% en Nueva Cajamarca, 3,54% en Bellavista y 4,74% en Juan Guerra.

Las aplicaciones en almacigo y trasplante con el inoculante líquido (A+T-L), el ANVA presentado en la tabla 11, muestra que los tratamientos si fueron determinantes en la variable, ya que los valores obtenidos del R^2 son: Nueva Cajamarca 75%, Bellavista 82% y Juan Guerra 100%. En tanto los datos obtenidos en el CV corroboran la buena toma de datos; 6,20% en Nueva Cajamarca, 5,63% en Bellavista y 0,53% en Juan Guerra.

Las aplicaciones en almacigo y trasplante con el inoculante sólido (A+T-S), el ANVA presentado en la tabla 11, muestra que los tratamientos solo fueron determinantes en la variable, en Nueva Cajamarca, en Bellavista y Juan Guerra no hubo influencia de los tratamientos en el número de panículas por planta, y los valores obtenidos del R^2 son: Nueva Cajamarca 99%, Bellavista 43% y Juan Guerra 39%. En tanto los datos obtenidos en el CV corroboran la buena toma de datos; 1,59% en Nueva Cajamarca, 8,43% en Bellavista y 9,20% en Juan Guerra.

En el ANVA para el testigo los tratamientos no presentan influencia en la variable en, esto corroborado con los valores del R^2 que están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 42%, Bellavista 36% y Juan Guerra 23%. En tanto los datos obtenidos en el CV corroboran la buena toma de datos; 5,85% en Nueva Cajamarca, 12,14% en Bellavista y 9,62% en Juan Guerra.

La prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$), para promedios del número de panículas por planta en la tabla 12, se muestran diferencias estadísticas en Nueva Cajamarca en las siguientes etapas: almacigo con inoculante sólido (A-S), trasplante con inoculante líquido y sólido (T-L y T-L), almacigo más trasplante con inoculante

líquido y sólido (A+T-L y A+T-S), entre las etapas mencionadas el mejor promedio se encuentra en A+T-S al 75% de dosis de fertilización nitrogenada, con 23,50 panículas por planta.

En Bellavista la tabla 12, evidencia existe diferencias estadísticas en las siguientes etapas: A-L, A-S y el testigo, siendo este último el que mejor respuesta obtuvo con 75% de dosis de fertilización nitrogenada con 18,58 panículas por planta en promedio.

En Juan Guerra la tabla 12, muestra diferencia estadística solamente en el testigo con 75% de dosis de fertilización nitrogenada, obteniendo 14,13 panículas por planta en promedio.

Resultados similares fueron reportados por Ali –Tan et al. (2017), en campos experimentales de Malasia, donde los tratamientos inoculados a base de cepas de bacterias PGPR y rizobios, incrementó en número de panículas por planta en un 11,95% a comparación del control que contenía la dosis completa de la FN.

Por lo general, los testigos con fertilización nitrogenada alcanzaron promedios de panículas inferiores a los tratamientos inoculados. Con respecto al número de panículas por planta de arroz cultivada en Juan Guerra-Bajo mayo, se observó una mayor formación en el tratamiento testigo, con 75% de la dosis nitrogenada donde hubo diferencias con los tratamientos inoculados (Tabla 12).

Resultados opuestos fue obtenido por Laskar (2013), donde los tratamientos inoculados usando cepas diazotróficas: *Sphingomonas azotifigens*, *Pseudomonas putida* y *Herbaspirillum sp.*, incrementaron el número de panículas por planta en un 99,05 % a comparación del control que no recibió inoculación.

De Souza et al. (2016), consiguieron resultados opuestos en los campos experimentales de Cocheira Brasil, donde el número de panículas se incrementó en 4,02% usando inoculante con 4 cepas bacterianas: *Herbaspirillum AC32*, *Bulkholderia sp. AG15*, *Pseudacidovorax sp CA21*, *Azospirillum UR51* y el 50% de la FN, a diferencia del testigo que utilizó el 100% de la FN.

Tabla 11

ANVA para número de panículas por planta. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Etapa del cultivo	Nueva Cajamarca						Bellavista					Juan Guerra				
	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.
A-L	Tts.	4,53	2	2,26	3,19	0,14 n.s	18,3 1	2	9,16	4,14	0,1 0 n.s	0,39	2	0,19	0,10	0,90 n.s
	Bloque	2,92	2	1,46	2,06	0,24 n.s	2,46	2	1,23	0,56	0,6 1 n.s	2,06	2	1,03	0,53	0,62 n.s
	Error Exp.	2,84	4	0,71			8,84	4	2,21			7,82	4	1,96		
	Total	10,2 8	8				29,6 1	8				10,2 7	8			
R ² = 41%, CV = 4,44%						R ² = 32%, CV = 9,64%					R ² = 24%, CV = 11,39%					
A-S	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	9,71	2	4,86	3,30	0,14 n.s	11,2 3	2	5,62	4,45	0,0 9 n.s	0,71	2	0,36	0,23	0,80 n.s
	Bloque	0,87	2	0,44	0,30	0,75 n.s	1,69	2	0,84	0,67	0,5 6 n.s	0,96	2	0,48	0,32	0,74 n.s
	Error Exp.	5,88	4	1,47			5,04	4	1,26			6,08	4	1,52		
Total	14,4 6	8				17,9 6	8				7,76	8				
R ² = 44%, CV = 6,23 %						R ² = 35%, CV = 7,60%					R ² = 22%, CV = 10,33%					
T-L	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	33,5 4	2	16,7 7	11,75	0,02 *	13,7 9	2	6,90	16,5 4	0,0 1 *	13,3 5	2	6,68	11,30	0,02 *
	Bloque	1,21	2	0,60	0,42	0,68 n.s	3,93	2	1,97	4,72	0,0 8 n.s	3,28	2	1,64	2,78	0,17 n.s
	Error Exp.	5,71	4	1,43			1,67	4	0,42			2,36	4	0,59		
Total	40,4 5	8				19,3 9	8				18,9 9	8				
R ² = 86%, CV = 5,96%						R ² = 91%, CV = 4,17%					R ² = 88%, CV = 6,62%					
T-S	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	11,9 2	2	5,96	8,26	0,03	3,43	2	1,72	6,40	0,0 5 n.s	1,56	2	0,78	2,03	0,24 n.s
	Bloque	2,80	2	1,40	1,94	0,25 n.s	3,67	2	1,84	6,84	0,0 5 n.s	4,14	2	2,07	5,39	0,07 n.s
	Error Exp.	2,89	4	0,72			1,07	4	0,27			1,54	4	0,38		
Total	17,6 0	8				8,18	8				7,23	8				
R ² = 84 %, CV = 4,65%						R ² = 87%, CV = 3,54%					R ² = 79%, CV = 4.74%					

	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	
A+T-L	Tts.	15,8 4	2	7,92	5,41	0,07 n.s	12,9 6	2	6,48	7,64	0,0 4	1,07	2	0,54	129,0 6	0,000 2	
	Bloque	1,36	2	0,68	0,47	0,65 n.s	2,69	2	1,35	1,59	0,3 1 n.s	6,19	2	3,09	745,7 6	0,000 1 n.s	
	Error Exp.	5,85	4	1,46			3,39	4	0,85			0,02	4	4,1 E- 03			
	Total	23,0 6	8				19,0 4	8				7,28	8				
R ² = 75%, CV= 6,20%						R ² = 82%, CV= 5,63%						R ² = 100%, CV= 0,53%					
	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	
A+T-S	Tts.	63,1 3	2	31,5 7	319,5 0	0,000 1	3,71	2	1,86	1,19	0,3 9 n.s	1,63	2	0,81	0,75	0,53 n.s	
	Bloque	8,12	2	4,06	41,08	0,002 2	1,06	2	0,53	0,34	0,7 2 n.s	1,17	2	0,58	0,54	0,62 n.s	
	Error Exp.	0,40	4	0,10			6,24	4	1,56			4,35	4	1,09			
	Total	71,6 5	8				11,0 1	8				7,14	8				
R ² = 99%, CV= 1,59%						R ² = 43%, CV= 8,43%						R ² = 39%, CV= 9,20%					
	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	
TESTI GO	Tts.	3,06	2	1,53	1,37	0,35 n.s	27,1 3	2	13,5 7	3,51	0,1 3 n.s	12,5 1	2	6,26	4,16	0,10 n.s	
	Bloque	0,19	2	0,10	0,09	0,91 n.s	2,38	2	1,19	0,31	0,7 5 n.s	1,38	2	0,69	0,46	0,66 n.s	
	Error Exp.	4,47	4	1,12			15,4 5	4	3,86			6,02	4	1,50			
	Total	7,72	8				44,9 7	8				19,9 1	8				
R ² = 42%, CV= 5,85%						R ² = 36%, CV= 12,14%						R ² = 23%, CV= 9,62%					

Tabla 12

Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para promedios de Número de panículas por plantas en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N ha⁻¹)	A - L	A - S	T - L	T - S	A + T - L	A + T - S	TESTIGO
Nueva Cajamarca							
50%	18,25 a	18,33 a	17,33 a	17,08 a	17,92 a	17,42 a	17,33 a
75%	19,92 a	19,17 a	21,58 a	17,92 a	21,17 b	23,50 b	18,75 a
100%	18,67 a	20,83 b	21,25 a	19,83 b	19,42 c	18,50 a	18,17 a
Bellavista							
50%	13,50 a	14,25 a	14,58 a	13,92 a	17,92 a	15,08 a	15,50 a
75%	15,83 a	16,33 b	17,25 b	14,50 a	16,17 a	15,42 a	18,58 b
100%	16,92 b	13,75 a	14,67 a	15,42 a	15,00 a	13,92 a	14,50 a
Juan Guerra							
50%	12,33 a	11,83 a	10,83 a	12,75 a	12,17 a	11,75 a	11,25 a
75%	12,00 a	11,67 a	13,33 a	12,83 a	11,83 a	11,50 a	14,13 b
100%	12,50 a	12,33 a	10,67 a	13,67 a	12,67 a	10,75 a	12,88 a

d) Número de granos por panícula

La tabla 13 muestra el ANVA para la etapa de almacigo con inoculante líquido (A-L), donde los tratamientos si influyeron en la variable, ya que los valores del R², están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 99%, Bellavista 96% y Juan Guerra 99%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 1,12% en Nueva Cajamarca, 0,85% en Bellavista y 0,42% en Juan Guerra.

Para la etapa de almacigo con inoculante sólido (A-S) la tabla 13, muestra que los tratamientos fueron altamente significantes sobre la variable e influyeron en la misma, ya que los resultados obtenidos en el R² fueron: Nueva Cajamarca 99%, Bellavista 99% y Juan Guerra 100%, es evidente que hubo una buena manipulación en la ejecución y evaluación del experimento por que los valores del CV están dados de la siguiente manera: 1,89% en Nueva Cajamarca, 0,75% en Bellavista y 0,60% en Juan Guerra.

El ANVA en la tabla 13 para la etapa de trasplante con inoculante líquido (T-L), se observa que todos los tratamientos fueron altamente significantes e influyeron

sobre la variable, los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 97%, Bellavista 82% y Juan Guerra 98% los resultados obtenidos para el CV demuestran que hubo una buena manipulación de las herramientas e instrumentos durante el estudio: 1,94% en Nueva Cajamarca, 1,13% en Bellavista y 0,83% en Juan Guerra.

En la etapa de trasplante con inoculante sólido (T-S), la tabla 13 muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable, y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 100%, Bellavista 92% y Juan Guerra 99%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 0,87% en Nueva Cajamarca, 1,19% en Bellavista y 1,03 en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante líquido (A+T-L), la tabla 13 muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable, y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 96%, Bellavista 98% y Juan Guerra 99%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 1,57% en Nueva Cajamarca, 0,33% en Bellavista y 0,80% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante sólido (A+T-S), la tabla 13 muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable, y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 98%, Bellavista 95% y Juan Guerra 98%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 1,30% en Nueva Cajamarca, 0,91% en Bellavista y 0,71% en Juan Guerra.

El ANVA para el testigo en la tabla 13, muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable, ya los valores están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 99%, Bellavista 99% y Juan Guerra 100%. El CV corrobora la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 1% en Nueva Cajamarca, 0,83% en Bellavista y 0,26% en Juan Guerra.

La prueba de LSD Fisher en la tabla 14, los promedios muestran diferencias estadísticas en todas las etapas, zonas intervenidas y dosis de fertilización

nitrogenada, las mejores respuestas de la variable se dio con la concentración de 75% de dosis de fertilización nitrogenada en la etapa de almácigo con inoculante sólido (A-S) y los valores promedios son: 106,33 granos/panícula en Nueva Cajamarca, 154,83 en Bellavista granos/panícula y 150,25 granos/panícula.

Resultados opuestos, han sido reportados por Aon et al. (2015), quienes no encontraron incrementos en el número de granos por panícula, al comparar los tratamientos inoculados con un inoculante mixto de *Azotobacter: Azospirillum* (1:1) en comparación con el tratamiento testigo (Agua de riego).

Resultados similares fueron obtenidos por Van et al. (2000), donde el número de granos por panículas incrementó en un 2,54% usando mitad de la dosis total de la fertilización nitrogenada y empleando inoculantes a base de una cepa de *Burkholderia vietnamiensis* TVV75, a diferencia del control que no recibió inoculación y usando de igual manera la dosis media de la fertilización nitrogenada.

Resultados contrarios fueron reportados por Hussain et al. (2009), quienes consiguieron en el número de granos de panícula un incremento de 29,21% en el tratamiento con inoculación de cepas de Rizobios: *Rhizobium phaseoli*, *R leguminosarum* y *Mezorhizobium ciceri* a comparación de los controles a base de agua de riego y que además no fueron inoculados, pero que si recibieron la dosis completa de la fertilización nitrogenada.

En el experimento de Juan Guerra, el número de granos de arroz procedentes del tratamiento inoculado con soporte sólido, en el momento del almácigo al 75% de la dosis nitrogenada, incrementó en un 3,79 % a comparación con el tratamiento al 100% de la dosis nitrogenada, de 9,56 % (Tabla 7).Resultados similares fueron obtenidos por Islam et al. (2012), en campos experimentales en la ciudad de Bangladesh Mymensingh, en la cual los tratamientos usando inoculantes a base de dos cepas de *Azospirillum*: (BM9 Y BM11) y el 80% de la DN, incrementó en un 22,06 a diferencia del testigo que no recibió inoculación más si la fertilización nitrogenada.

Tabla 13

ANVA para número de granos por panícula. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Etapa del cultivo	Nueva Cajamarca						Bellavista					Juan Guerra				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
A-L	Tts.	876,34	2	438,17	377,85	0,000 **	132,23	2	66,12	51,72	0,0014 **	79,78	2	39,89	155,43	0,0002**
	Bloque	1,48	2	0,74	0,64	0,57 n.s	1,35	2	0,67	0,53	0,62 n.s	4,32	2	2,16	8,41	0,03 **
	Error Exp.	4,64	4	1,16			5,11	4	1,28			1,03	4	0,26		
	Total	882,46	8				138,69	8				85,12	8			
R ² = 99%, CV = 1,12%						R ² = 96%, CV = 0,85%					R ² = 99 %, CV = 0,42%					
A-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	1314,60	2	657,30	229,84	0,0001*	541,56	2	270,78	216,44	0,0001 **	571,31	2	285,87	412,64	0,0001 **
	Bloque	1,52	2	0,76	0,27	0,77 n.s	0,42	2	0,21	0,17	0,84 n.s	5,57	2	2,79	4,02	0,1104 n.s
	Error Exp.	11,44	4	2,86			5,00	4	1,25			2,77	4	0,69		
Total	1327,56	8				546,99	8				580,08	8				
R ² = 99%, CV = 1,89%						R ² = 99%, CV = 0,75%					R ² = 100%, CV = 0,60%					
T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	366,40	2	183,15	66,64	0,000 **	48,11	2	24,06	9,38	0,030 *	282,08	2	141,04	117,01	0,000 **
	Bloque	0,10	2	0,05	0,02	0,98n,s	0,14	2	0,07	0,03	0,97 n.s	0,72	2	0,36	0,30	0,75 n.s
	Error Exp.	10,99	4	2,75			10,25	4	2,56			4,82	4	1,21		
Total	377,39	8				58,51	8				9,45	8				
R ² = 97%, CV = 1,94%						R ² = 82%, CV = 1,13%					R ² = 98%, CV = 0,83%					
T-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	2790,37	2	1395,19	2219,12	0,000 **	118,63	2	59,31	21,98	0,007 **	517,86	2	258,93	148,07	0,000 **
	Bloque	4,84	2	2,42	3,85	0,11 n.s	2,13	2	1,06	0,39	0,69 n.s	1,30	2	0,65	0,37	0,71 n.s
Error Exp.	2,51	4	0,63			10,79	4	2,70			6,99	4	1,75			

	Total	2797,7 2	8				131,55	8				526,1 5	8					
		R ² = 100%, CV= 0,87%						R ² = 92%, CV= 1,19%						R ² = 99%, CV= 1,03%				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.		
A+T-L	Tts.	149,64	2	74,82	41,93	0,0021 n.s	41,33	2	20,66	103,3 5	0,0004 **	417,9 4	2	208,97	201,94	0,0001 **		
	Bloque	4,94	2	2,47	1,38	0,34 n.s	7,50	2	3,75	18,75	0,0093 n.s	1,66	2	0,83	0,80	0,50 n.s		
	Error Exp.	7,14	4	1,78			0,80	4	0,20			4,14	4	1,03				
	Total	161,72	8				6,65	8				423,7 5	8					
		R ² = 96%, CV= 1,57%						R ² = 98%, CV= 0,33%						R ² = 99%, CV= 0,80%				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.		
A+T-S	Tts.	236,85	2	118,42	91,73	0,0005 **	123,97	2	61,99	38,82	0,0024 n.s	151,1 3	2	75,56	107,60	0,003 **		
	Bloque	0,70	2	0,35	0,27	0,77 n.s	0,11	2	0,05	0,03	0,96 n.s	8,46	2	4,23	6,02	0,06 n.s		
	Error Exp.	5,16	4	1,29			6,39	4	1,60			2,81	4	0,70				
	Total	242,71	8				130,47	8				162,4 0	8					
		R ² = 98%, CV= 1,30%						R ² = 95%, CV= 0,91%						R ² = 98%, CV= 0,71%				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.		
TESTIGO	Tts.	232,51	2	116,25	152,11	0,0002 **	690,33	2	345,1 6	229,0 0	0,0001 **	221,2 2	2	110,61	844,37	0,0001 n.s		
	Bloque	2,42	2	1,21	1,58	0,31 n.s	3,56	2	1,78	1,18	0,39 n.s	5,23	2	2,62	19,98	0,0083 n.s		
	Error Exp.	3,06	4	0,76			6,03	4	1,51			0,52	4	0,13				
	Total	237,99	8				699,91	8				226,9 8	8					
		R ² = 99%, CV= 1,00%						R ² = 99%, CV= 0,83%						R ² = 100%, CV= 0,26%				

Tabla 14

Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para número de granos por panículas por plantas en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Número de granos por panícula (N° de granos/panícula)							
Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N ha ⁻¹)	A - L	A - S	T - L	T - S	A + T - L	A + T - S	TESTIGO
Nueva Cajamarca							
50%	101,92 a	84,17 a	82,42 a	102,83 a	90,67 a	90,75 a	83,25 a
75%	82,25 b	106,33 b	94,58 b	105,25 b	83,67 b	91,92 a	85,08 a
100%	104,25 c	78,25 c	80,00 c	66,75 c	81,00 b	80,50 b	94,83 b
Bellavista							
50%	138,17 a	153,50 a	142,42 a	138,75 a	138,33 a	135,08 a	139,83 a
75%	128,83 b	154,83 a	144,00 a	141,75 b	138,42 a	144,17 b	142,25 a
100%	134,33 c	137,75 b	138,50 b	133,00 c	133,83 b	139,50 c	159,50 b
Juan Guerra							
50%	119,58 a	134,58 a	124,58 a	120,25 a	125,17 a	112,08 a	142,38 a
75%	120,17 a	150,25 b	137,42 b	125,58 b	136,33 b	117,83 b	133,25 b
100%	126,17 b	132,33 a	135,17 b	138,33 c	120,00 c	122,08 c	144,75 a

e) Contenido de N, P y K, a nivel de grano

- Contenido de Nitrógeno:

La tabla 15 muestra el ANVA para la etapa de almácigo con inoculante líquido (A-L), donde los tratamientos si influyeron en la variable, ya que los valores del R², están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 93%, Bellavista 95% y Juan Guerra 82%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 1,71% en Nueva Cajamarca, 3,33% en Bellavista y 4,28% en Juan Guerra. Para la etapa de almácigo con inoculante sólido (A-S) la tabla 15, muestra que los tratamientos no influyeron sobre la variable, ya que los resultados obtenidos en el R² fueron: Nueva Cajamarca 21%, Bellavista 50% y Juan Guerra 55%, es evidente que hubo una buena manipulación en la ejecución y evaluación del experimento por que los valores del CV están dados de la siguiente manera: 11,38% en Nueva Cajamarca, 3,94% en Bellavista y 3,62% en Juan Guerra.

El ANVA en la tabla 15 para la etapa de trasplante con inoculante líquido (T-L), se observa que todos los tratamientos fueron altamente significantes e

influyeron sobre la variable, los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 99%, Bellavista 88% y Juan Guerra 96% los resultados obtenidos para el CV demuestran que hubo una buena manipulación de las herramientas e instrumentos durante el estudio: 5,08% en Nueva Cajamarca, 2,27% en Bellavista y 2,65% en Juan Guerra.

En la etapa de trasplante con inoculante sólido (T-S), la tabla 15 muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable en las dos zonas intervenidas a excepción de Nueva Cajamarca, y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 50%, Bellavista 96% y Juan Guerra 99%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 2,91% en Nueva Cajamarca, 2,61% en Bellavista y 2,41% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante líquido (A+T-L), la tabla 15 muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable en dos zonas intervenidas a excepción de Juan Guerra, y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 93%, Bellavista 98% y Juan Guerra 43%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 0,89% en Nueva Cajamarca, 0,96% en Bellavista y 3,71% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante sólido (A+T-S), la tabla 15 muestra que los tratamientos fueron significante y altamente significantes e influyentes sobre la variable, y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 76%, Bellavista 84% y Juan Guerra 99%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 7,41% en Nueva Cajamarca, 2,59% en Bellavista y 2,02% en Juan Guerra.

El ANVA para el testigo en la tabla 15, muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable, ya los valores están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 100%, Bellavista 96% y Juan Guerra 98%. El CV corrobora la buena ejecución y manipulación de las

herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 0,96% en Nueva Cajamarca, 2,45% en Bellavista y 1,80% en Juan Guerra.

La prueba de LSD Fisher en la tabla 16, en Nueva Cajamarca hubo diferencias estadísticas en la etapa de almacigo más trasplante con inoculante sólido (A+T-S), con 75% de dosis de fertilización nitrogenada, obteniendo 0,99 % N en promedio como mejor respuesta con respecto a los demás tratamientos. En Bellavista también existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, teniendo las mejores respuestas con aplicaciones en la etapa de trasplante con inoculante sólido (T-S) al 100% de dosis de fertilización nitrogenada y aplicaciones en la etapa de almacigo más trasplante con inoculante sólido al 50% de dosis de fertilización nitrogenada, ambos tratamientos obtuvieron 1,70% N, en promedio. En lo que concierne a Juan Guerra, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos y la mejor respuesta se dio con la aplicación en la etapa de almacigo con inoculante sólido (A-S) al 75% de dosis de fertilización nitrogenada con 2,04% N en promedio.

Trabajos similares fueron realizados por Aon et al. (2015), quienes vieron reflejados el incremento en el contenido de N en grano en un 83,3% usando inoculantes mixtos de *Azobacter: Azospirillum* (1:1), comparando con los testigos (Agua de riego), y además usando la dosis completa de la fertilización nitrogenada al 100%. Resultados opuestos, han sido reportados por De Souza et al. (2016), en los campos experimentales de Cocheira Brasil, donde el contenido de nitrógeno se incrementó en 12,85% usando inoculante con 4 cepas bacterianas: *Herbaspirillum* AC32, *Bulkholderia* sp. AG15, *Pseudacidovorax* sp CA21, *Azospirillum* UR51 y el 50% de la FN, a diferencia del testigo que no recibió inoculación más si el 100% de la FN.

Resultados similares obtuvo Laskar (2013), en los campos experimentales de Chattisgarh India, donde se incrementó el contenido de N en un 42,65 % usando cepas diazotróficas: *Sphingomonas azotifigens*, *Pseudomonas putida* y *Herbispirillum* sp. con la mitad del fertilizante nitrogenado, comparando con los tratamientos que no recibieron inoculación y recibiendo las dosis estándar de fertilización nitrogenada.

Tabla 15

ANVA para contenido de nitrógeno. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Etapa del cultivo	Nueva Cajamarca						Bellavista					Juan Guerra				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
A-L	Tts.	0,0014	1	0,0014	6,75	0,00 **	0,17	2	0,08	37,09	0,002 **	0,07	2	0,03	7,27	0,04 *
	Bloque	0,0036	2	0,0018	9,00	0,10 n.s	0,0043	2	0,0021	0,93	0,46 n.s	0,02	2	0,01	1,77	0,28 n.s
	Error Exp.	0,0004	2	0,0002			0,01	4	0,0023			0,02	4	0,0046		
	Total	0,01	5				0,18	8				0,10	8			
	R ² = 93%, CV = 1,71%						R ² = 95%, CV = 3,33%					R ² = 82 %, CV = 4,28%				
A-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,0024	1	0,0024	0,24	0,66n.s	0,01	2	0,01	2,00	0,25 n.s	0,91	2	0,46	1,29	0,36 n.s
	Bloque	0,0028	2	0,0014	0,14	0,87 n.s	0,0002	2	0,0001	0,03	0,97 n.s	0,85	2	0,42	1,20	0,39 n.s
	Error Exp.	0,02	2	0,01			0,01	4	0,0037			1,41	4	0,35		
	Total	0,02	5				0,03	8				3,17	8			
R ² = 21%, CV = 11,38%						R ² = 50%, CV = 3,94%					R ² = 55%, CV = 3,62%					
T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,25	1	0,25	140,08	0,00 **	0,03	2	0,01	11,73	0,02 n.s	0,20	2	0,10	46,41	0,00 **
	Bloque	0,0016	2	0,0008	0,44	0,69n.s	0,01	2	0,0031	2,82	0,17 n.s	0,0038	2	0,0019	0,86	0,48 n.s
	Error Exp.	0,0036	2	0,0018			0,0044	4	0,0011			0,01	4	0,0022		
	Total	0,26	5				0,04	8				0,22	8			
R ² = 99%, CV = 5,08						R ² = 88%, CV = 2,27%					R ² = 96%, CV = 2,65%					
T-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,00001	1	0,0000	0,04	0,86 n.s	0,14	2	0,07	44,40	0,001 **	0,38	2	0,19	134,23	0,00 **
	Bloque	0,00093	2	0,0004	1,00	0,5 n.s	0,01	2	0,0030	1,92	0,26 n.s	0,0045	2	0,0022	1,56	0,31 n.s
	Error Exp.	0,00093	2	0,0004			0,01	4	0,0016			0,01	4	0,0014		
	Total	0,0019	5				0,15	8				0,40	8			
R ² = 50%, CV = 2,91%						R ² = 96%, CV = 2,61%					R ² = 99%, CV = 2,41%					
A+T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,00001	1	0,0000	0,25	0,66 n.s	0,06	2	0,03	91,20	0,0005 **	0,36	2	0,18	0,51	0,63 n.s
	Bloque	0,0017	2	0,0008	13,00	0,07 n.s	0,01	2	0,0032	9,70	0,0292 n.s	0,70	2	0,35	0,98	0,44 n.s
	Error Exp.	0,00013	2	0,0000			0,0013	4	0,0003			1,42	4	0,36		
	Total	0,0019	5				0,07	8				2,49	8			
R ² = 93%, CV = 0,89%						R ² = 98%, CV = 0,96%					R ² = 43%, CV = 3,71%					

		FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
A+T-S	Tts.	0,03	1	0,03	6,32	0,02 *		0,04	2	0,02	10,00	0,027 *	0,30	2	0,15	140,22	0,0002 **
	Bloque	0,0007	2	0,0003	0,08	0,93 n.s	0,0026	2	0,0013	0,74	0,53 n.s	0,00027	2	0,00013	0,12	0,88 n.s	
	Error Exp.	0,01	2	0,0047			0,01	4	0,0018			0,0043	4	0,0011			
	Total	0,04	5				0,04	8				0,31	8				
R ² = 76%, CV= 7,41%							R ² = 84%, CV= 2,59%					R ² = 99%, CV= 2,02%					
		FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
TESTIG O	Tts.	0,30	1	0,30	6075,00	0,00 **		0,14	2	0,07	46,83	0,0017 **	0,17	2	0,08	121,29	0,0003 **
	Bloque	0,002	2	0,0001	27,00	0,03 **	0,000	2	0,0009	0,62	0,58 n.s	0,005	2	0,0025	3,57	0,12 n.s	
	Error Exp.	0,008	2	0,0000			0,001	4	0,0015			0,0028	4	0,0007			
	Total	0,31	5				0,14	8				0,18	8				
R ² = 100%, CV= 0,96%							R ² = 96%, CV= 2.45%					R ² = 98%, CV= 1,80%					

Tabla 16

Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para contenido de nitrógeno en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Contenido de nitrógeno (%N)							
Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N ha ⁻¹)	A - L	A - S	T - L	T - S	A + T - L	A + T - S	TESTIGO
Nueva Cajamarca							
50%	0,81 a	0,85 a	0,63 a	0,74 a	0,92 a	0,85 a	0,96 a
75%	0,84 b	0,89 a	1,04 b	0,74 a	0,92 a	0,99 b	0,51 b
Bellavista							
50%	1,62 a	1,59 a	1,53 a	1,41 a	1,31 a	1,70 a	1,41 a
75%	1,29 b	1,50 a	1,40 b	1,47 b	1,39 b	1,55 b	1,54 b
100%	1,40 c	1,51 a	1,45 c	1,70 c	1,51 c	1,60 c	1,71 c
Juan Guerra							
50%	1,59 a	1,32 a	1,97 a	1,48 a	1,53 a	1,38 a	1,28 a
75%	1,68 b	2,04 a	1,72 b	1,86 b	2,02 a	1,81 b	1,60 b
100%	1,47 c	1,94 a	1,61 c	1,38 c	1,76 a	1,71 c	1,53 c

- **Contenido de fósforo:**

La tabla 17 muestra el ANVA para la etapa de almacigo con inoculante líquido (A-L), donde los tratamientos si influyeron en la variable, en Nueva Cajamarca y Bellavista excepto Juan Guerra y los valores del R², están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 87%, Bellavista 95% y Juan Guerra 24%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 7% en Nueva Cajamarca, 12,91% en Bellavista y 17,89% en Juan Guerra.

Para la etapa de almacigo con inoculante sólido (A-S) la tabla 17, muestra que los tratamientos influyeron en la variable, en Nueva Cajamarca y Bellavista excepto en Juan Guerra y los valores del R², están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 88%, Bellavista 86% y Juan Guerra 44%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 17,05% en Nueva Cajamarca, 7,44% en Bellavista y 13,05% en Juan Guerra.

El ANVA en la tabla 17 para la etapa de trasplante con inoculante líquido (T-L), se observa que los tratamientos influyeron en la variable, en Nueva

Cajamarca y Bellavista excepto en Juan Guerra y los valores del R^2 , están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 99%, Bellavista 93% y Juan Guerra 41%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 3,45% en Nueva Cajamarca, 19,25% en Bellavista y 7,50% en Juan Guerra.

En la etapa de trasplante con inoculante sólido (T-S), la tabla 17 muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 85%, Bellavista 89% y Juan Guerra 77%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 4,56% en Nueva Cajamarca, 16,96% en Bellavista y 14,19% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante líquido (A+T-L), la tabla 17 muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 99%, Bellavista 99% y Juan Guerra 97%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 3,63% en Nueva Cajamarca, 10,71% en Bellavista y 6,66% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante sólido (A+T-S), la tabla 17 muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable, en Bellavista y Juan Guerra a excepción de Nueva Cajamarca y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 40%, Bellavista 83% y Juan Guerra 93%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 6,23% en Nueva Cajamarca, 14,96% en Bellavista y 6,54% en Juan Guerra.

El ANVA para el testigo en la tabla 17, muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable, solamente en Juan Guerra y los valores están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 40%, Bellavista 44% y Juan Guerra 99%. El CV corrobora la buena ejecución y

manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 0,96% en Nueva Cajamarca, 2,45% en Bellavista y 1,80% en Juan Guerra.

La prueba de LSD Fisher en la tabla 18, en Nueva Cajamarca hubo diferencias estadísticas, obteniendo la mejor respuesta con la aplicación en trasplante con inoculante líquido (T-L) al 75% de dosis de fertilización nitrogenada con 0,25 % P en promedio. En Bellavista también existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, teniendo la mejor respuesta con las aplicaciones en la etapa de almácigo con inoculante sólido (A-S) al 75% de dosis de fertilización nitrogenada obteniendo 0,19% P, en promedio. En lo que concierne a Juan Guerra, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos en T-S, A+T-L, A+T-S y el testigo, precisamente en este último se dio la mejor respuesta con 100% de dosis de fertilización nitrogenada obteniendo 0,24% P en promedio.

Resultados similares, han sido reportados por De Souza et al. (2016), en los campos experimentales de Cocheira Brasil, donde el contenido de fósforo se incrementó en 13,03% usando inoculante con 4 cepas bacterianas: *Herbaspirillum* AC32, *Bulkholderia* sp. AG15, *Pseudacidovorax* sp CA21, *Azospirillum* UR51 y el 50% de la FN, a diferencia del testigo que no recibió inoculación más si el 100% de la FN.

Los niveles de P alcanzados en el experimento San Rafael-Carhuapoma, fueron superiores en los tratamientos inoculados desde almácigo con inoculante sólido al 75% de FN (0,19%). Incrementando un 171,4% los niveles de P, a comparación del tratamiento testigo al 75% de la FN sin inoculación.

Resultados similares consiguió Elekhtyar (2016), en campos experimentales de la estación agrícola Sakha, Frelsheikh Egipto, donde el contenido de fósforo incrementó en 62,04%, usando 3 cepas de rizobacterias: *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus rubtilis* y *Azospirillum brasilens* y usando el 50% de la FN, a diferencia del testigo que no recibió inoculación y más si el 100% de la FN.

Trabajos realizados por Aon et al. (2015), en campos de arroz, donde vieron reflejados el incremento en el contenido de P en grano usando inóculos mixtos de *Azobacter: Azospirillum* (1:1) en un 9,24 %, al compararlos con los testigos que usaron Agua de riego y dosis total de la FN.

Las variaciones estadísticas con las dosis y las etapas de aplicación, probablemente sean consecuencia de las diferencias edafoclimáticas que presentan particularmente cada piso altitudinal de las tres zonas donde se intervino con el estudio.

Tabla 17

ANVA para contenido de Fosforo. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Etapa del cultivo	Nueva Cajamarca						Bellavista					Juan Guerra				
	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Si g.
A-L	Tts.	0,001 4	1	0,00 14	9,00	0,09 n.s	0,02	2	0,01	33,8 6	0,00 31 **	0,000 2	2	0,000 1	0,08	0, 92 n.s
	Blo que	0,000 70	2	0,00 035	2,33	0,30 n.s	0,00 17	2	0,00 83	3,57	0,12 n.s	0,001 3	2	0,000 63	0,54	0, 62 n.s
	Erro r Exp. Tota l	0,000 3	2	0,00 015			0,00 093	4	0,00 02			0,004 7	4	0,001 2		
		0,002 4	5				0,02	8				0,01	8			
	R ² = 87%, CV = 7,00%						R ² = 95%, CV = 12,91%					R ² = 24 %, CV = 17,89%				
A-S	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Si g.
	Tts.	0,02	1	0,02	14,2 9	0,03 *	0,04	2	0,02	5,25	0,01 *	0,004 2	2	0,002 1	5,48	0, 07 n.s
	Blo que	0,000 7	2	0,00 035	0,33	0,75 n.s	0,01	2	0,00 43	1,01	0,44 n.s	0,000 067	2	0,000 033	0,09	0, 91 n.s
	Erro r Exp. Tota l	0,002 1	2	0,00 11			0,02	4	0,00 43			0,001 5	4	0,000 38		
	0,02	5				0,07	8				0,01	8				
	R ² = 88%, CV = 17,05%						R ² = 86%, CV = 7,44%					R ² = 44%, CV = 13,05%				
T-L	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Si g.
	Tts.	0,01	1	0,01	243	0,00 4 **	0,00 047	2	0,00 36	27,0 0	0,00 48 **	0,000 8	2	0,000 4	4,00	0, 11 n.s

	Bloque	0,0003	2	0,0015	3	0,25 n.s	0,0047	2	0,0023	1,75	0,28 n.s	0,0002	2	0,0001	1,00	0,44 n.s		
	Error Exp. Total	0,0001	2	0,0005			0,0053	4	0,0013			0,0004	4	0,0001				
		0,01	5				0,01	8				0,0014	8					
		R ² = 99%, CV= 3,45%						R ² = 93%, CV= 19,25%						R ² = 41%, CV= 7,50%				
	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.		
T-S	Tts.	0,0014	1	0,0014	0,14	0,001**	0,01	2	0,0037	1,22	0,004**	0,01	2	0,0028	6,46	0,02*		
	Bloque	0,0004	2	0,0002	0,004	0,95 n.s	0,0041	2	0,002	0,67	0,56 n.s	0,00067	2	0,00033	0,08	0,92 n.s		
	Error Exp. Total	0,0008	2	0,0005			0,01	4	0,003			0,0017	4	0,0043				
		0,0018	5				0,02	8				0,01	8					
		R ² = 85%, CV= 4,56%						R ² = 89%, CV= 16,96%						R ² = 77%, CV= 14,19%				
	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.		
A+T-L	Tts.	0,01	1	0,01	147,00	0,007**	0,03	2	0,02	151,00	0,002**	0,02	2	0,01	57,00	0,00**		
	Bloque	0,0003	2	0,0015	3,00	0,25 n.s	0,002	2	0,001	1,00	0,44 n.s	0,00067	2	0,0003	0,25	0,79 n.s		
	Error Exp. Total	0,0001	2	0,0005			0,0004	4	0,001			0,00053	4	0,00013				
		0,01	5				0,03	8				0,02	8					
		R ² = 99%, CV= 3,63%						R ² = 99%, CV= 10,71%						R ² = 97%, CV= 6,66%				
	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.		
A+T-S	Tts.	0,00015	1	0,0015	4,65	0,41 n.s	0,0038	2	0,0019	9,50	0,030**	0,01	2	0,0031	23,25	0,00**		
	Bloque	0,0004	2	0,0002	0,65	0,654 n.s	0,002	2	0,001	0,50	0,64 n.s	0,00047	2	0,00023	1,75	0,28 n.s		
	Error Exp. Total	0,0005	2	0,0005			0,0008	4	0,0002			0,00053	4	0,00013				
		0,0005	5				0,0048	8				0,01	8					
		R ² = 40 %, CV= 6,23%						R ² = 83%, CV= 14,96%						R ² = 93%, CV= 6,54%				
	FV	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.	S.C	G L	C.M	F.C.	Sig.		
TESTIGO	Tts.	0,0006	1	0,0006	4,00	0,18 n.s	0,0014	2	0,0007	0,68	0,55 n.s	0,03	2	0,01	387,00	0,00**		
	Bloque	0,0001	2	0,0005	0,33	0,75 n.s	0,0019	2	0,0009	0,90	0,47 n.s	0,00047	2	0,00023	7,00	0,1 n.s		

Erro r Exp. Tota l	0,000 3	2	0,00 015	0,00 41	4	0,00 1	0,000 13	4	0,000 033
	0,001	5		0,01	8		0,03	8	
	R ² = 40%, CV= 6,80%			R ² = 44%, CV= 38.57%			R ² = 99%, CV= 3,21%		

Tabla 18

Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para contenido de fosforo en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Contenido de fosforo (%P)							
Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N ha ⁻¹)	A - L	A - S	T - L	T - S	A + T - L	A + T - S	TESTIGO
Nueva Cajamarca							
50%	0,19 a	0,24 a	0,16 a	0,19 a	0,16 a	0,16 a	0,19 a
75%	0,16 b	0,14 b	0,25 b	0,22 a	0,23 b	0,15 a	0,17 a
Bellavista							
50%	0,01 a	0,02 a	0,02 a	0,03 a	0,03 a	0,03 a	0,10 a
75%	0,11 b	0,19 b	0,08 b	0,10 b	0,17 b	0,06 b	0,07 a
100%	0,08 c	0,08 c	0,08 b	0,06 c	0,08 c	0,08 b	0,08 a
Juan Guerra							
50%	0,13 a	0,18 a	0,14 a	0,14 a	0,22 a	0,19 a	0,19 a
75%	0,12 a	0,14 a	0,12 a	0,12 a	0,12 b	0,20 a	0,11 b
100%	0,12 a	0,13 a	0,14 a	0,18 b	0,18 c	0,14 b	0,24 c

- Contenido K

La tabla 19 muestra el ANVA para la etapa de almácigo con inoculante líquido (A-L), donde los tratamientos si influyeron en la variable, y los valores del R², están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 90%, Bellavista 86% y Juan Guerra 99%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 4,54% en Nueva Cajamarca, 3,46% en Bellavista y 3,36% en Juan Guerra. Para la etapa de almácigo con inoculante sólido (A-S) la tabla 19, muestra que los tratamientos influyeron en la variable y los valores del R², están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 96%, Bellavista 92% y Juan Guerra 97%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 3,94% en Nueva Cajamarca, 3,15% en Bellavista y 3,80% en Juan Guerra.

El ANVA en la tabla 19 para la etapa de trasplante con inoculante líquido (T-L), se observa que los tratamientos son significantes e influyeron en la variable, y los valores del R^2 , están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 92%, Bellavista 95% y Juan Guerra 96%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 5,12% en Nueva Cajamarca, 1,48% en Bellavista y 3,01% en Juan Guerra.

En la etapa de trasplante con inoculante sólido (T-S), la tabla 19 muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable, en Bellavista y Juan Guerra más no en Nueva Cajamarca y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 22%, Bellavista 86% y Juan Guerra 89%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 1,37% en Nueva Cajamarca, 3,36% en Bellavista y 3,04% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante líquido (A+T-L), la tabla 19 muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 95%, Bellavista 91% y Juan Guerra 96%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 5,77% en Nueva Cajamarca, 2,88% en Bellavista y 2,52% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante sólido (A+T-S), la tabla 19 muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable, en Nueva Cajamarca y Juan Guerra a excepción de Bellavista y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 99%, Bellavista 61% y Juan Guerra 98%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 2,14% en Nueva Cajamarca, 5,84% en Bellavista y 4,95% en Juan Guerra.

El ANVA para el testigo en la tabla 19, muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable y los valores están dados

de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 98%, Bellavista 97% y Juan Guerra 99%. El CV corrobora la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 8,3% en Nueva Cajamarca, 4,32% en Bellavista y 3,21% en Juan Guerra.

La prueba de LSD Fisher en la tabla 20, muestra que en Nueva Cajamarca hubo diferencias estadísticas, entre los tratamientos y la mejor respuesta se obtuvo con la aplicación en almácigo con el inoculante sólido (A-S) al 50% de dosis de fertilización nitrogenada con 0,59 % K en promedio. En Bellavista también existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, teniendo la mejor respuesta con el testigo al 50% de dosis de fertilización nitrogenada obteniendo 0,47% K, en promedio. En lo que concierne a Juan Guerra, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos y la mejor respuesta se dio las aplicaciones en trasplante con inoculante líquido y en la etapa de almácigo más trasplante con inoculante líquido ambos al 50% de dosis de fertilización nitrogenada obteniendo 0,43% K en promedio.

Resultados similares, han sido reportados por De Souza et al. (2016), en los campos experimentales de Cocheira Brasil, donde el contenido de potasio incrementó en 16,32% usando inoculante con 4 cepas bacterianas: *Herbaspirillum* AC32, *Bulkholderia* sp. AG15, *Pseudacidovorax* sp CA21, *Azospirillum* UR51 y el 50% de la FN, a diferencia del testigo que no recibió inoculación más si el 100% de la FN.

Resultados similares consiguió Elekhtyar (2016), en campos experimentales de la estación agrícola Sakha, Frelsheikh Egipto, donde el contenido de potasio incrementó en un 88,60%, usando 3 cepas de rizobacterias: *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus rubtilis* y *Azospirillum brasilens* con 50% de la FN, a diferencia del testigo que no recibió inoculación y más si el 100% de la FN.

Tabla 19

ANVA para contenido de Potasio. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Etapa del cultivo	Nueva Cajamarca						Bellavista					Juan Guerra				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
A-L	Tts.	0,01	1	0,01	9,45	0,00 **	0,0032	2	0,0016	12	0,02 *	0,07	2	0,03	349	0,00 **
	Bloque	0,0004	2	0,0001	1,65	0,87 n.s	0,000067	2	0,00003	0,25	0,79 n.s	0,0002	2	0,0001	1	0,44 n.s
	Error Exp.	0,00	2	0,00			0,00033	4	0,00013			0,004	4	0,0001		
	Total	0,01	5				0,0038	8				0,07	8			
	R ² = 90%, CV = 4,54%						R ² = 86%, CV = 3,46%					R ² = 99 %, CV = 3,36%				
A-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,08	1	0,08	226,71	0,00 **	0,01	2	0,0031	23,3	0,006 **	0,13	2	0,06	643	0,00 **
	Bloque	0,0003	2	0,0002	0,43	0,70 n.s	0,000027	2	0,00003	0,25	0,79 n.s	0,0002	2	0,0001	1	0,44 n.s
	Error Exp.	0,0007	2	0,0004			0,00053	4	0,00013			0,0004	4	0,0001		
	Total	0,08	5				0,01	8				0,13	8			
R ² = 96%, CV = 3,94%						R ² = 92%, CV = 3,15%					R ² = 97%, CV = 3,80%					
T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,06	1	0,06	210,02	0,000**	0,02	2	0,01	324	0,0001**	0,01	2	0,01	45,8	0,00 **
	Bloque	0,0004	2	0,0002	5,78	0,41n.s	0,00047	2	0,00023	7	0,04 **	0,000067	2	0,000033	0,25	0,79 n.s
	Error Exp.	0,00	2	0,00			0,00013	4	0,00003			0,00053	4	0,00013		
	Total	0,06	5				0,02	8				0,01	8			
R ² = 92%, CV = 5,12%						R ² = 95%, CV = 1,48%					R ² = 96%, CV = 3,01%					
T-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,00015	1	0,0001	3,00	0,22 n.s	0,0032	2	0,0016	12	0,02 *	0,00042	2	0,0021	15,8	0,01 **
	Bloque	0,0003	2	0,0001	0,546	0,25 n.s	0,000067	2	0,00003	0,25	0,79 n.s	0,000067	2	0,000033	11,5	0,11 n.s
	Error Exp.	0,0001	2	0,0000			0,00053	4	0,00013			0,00053	4	0,00013		
	Total	0,00055	5				0,0038	8				0,0048	8			
R ² = 22%, CV = 1,37%						R ² = 86%, CV = 3,36%					R ² = 89%, CV = 3,04%					
A+T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,01	1	0,01	36,75	0,02 **	0,0038	2	0,0019	19	0,0091 **	0,01	2	0,01	52,	0,00**
	Bloque	0,00	2	0,00	0,00	0,99 n.s	0,0002	2	0,0001	1,00	0,44 n.s	0,0002	2	0,0001	1,00	0,44 n.s
	Error Exp.	0,0004	2	0,0002			0,0004	4	0,0001			0,0004	4	0,0001		
	Total	0,01	5				0,0004	8				0,01	8			
R ² = 95%, CV = 5,77%						R ² = 91%, CV = 2,88%					R ² = 96%, CV = 2,52%					

	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
A+T-S	Tts.	0,01	1	0,01	192,00	0,005**	0,0026	2	0,0013	3,00	0,16 n,s	0,05	2	0,02	85,8	0,00 **
	Bloque	0,0009	2	0,0004	9,00	0,10 n.s	0,000067	2	0,00003	0,08	0,92 n.s	0,000067	2	0,000033	0,12	0,89 n.s
	Error Exp.	0,0001	2	0,0000			0,0017	4	0,00043			0,0011	4	0,00028		
	Total	0,01	5				0,0044	8				0,05	8			
	R ² = 99%, CV= 2,14%						R ² = 61%, CV= 5,84%					R ² = 98%, CV= 4,95%				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
TESTIGO	Tts.	0,23	1	0,23	4,47	0,000**	0,03	2	0,02	55,1	0,0012 **	0,05	2	0,02	171	0,00 **
	Bloque	0,0004	2	0,0002	2,96	4,87 n.s	0,000067	2	0,00003	0,12	0,89 n.s	0,000067	2	0,000033	0,25	0,79 n.s
	Error Exp.	0,00	2	0,00			0,0011	4	0,00028			0,00053	4	0,00013		
	Total	0,23	5				0,03	8				0,05	8			
	R ² = 98%, CV= 8,3%						R ² = 97%, CV= 4,32%					R ² = 99%, CV= 3,21%				

Tabla 20

Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para contenido de potasio en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N ha ⁻¹)	Contenido de potasio (%K)						
	A - L	A - S	T - L	T - S	A + T - L	A + T - S	TESTIGO
Nueva Cajamarca							
50%	0,54 a	0,59 a	0,50 a	0,51 a	0,28 a	0,29 a	0,57 a
75%	0,48 b	0,36 b	0,31 b	0,52 a	0,21b	0,37 b	0,18 b
Bellavista							
50%	0,36 a	0,33 a	0,45 a	0,37 a	0,32 a	0,38 a	0,47 a
75%	0,32 b	0,38 b	0,33 b	0,33 b	0,37 b	0,35 a	0,37 b
100%	0,32 b	0,39 b	0,39 c	0,33 b	0,35 b	0,34 a	0,33 c
Juan Guerra							
50%	0,15 a	0,24 a	0,43 a	0,41 a	0,43 a	0,34 a	0,26 a
75%	0,32 b	0,13 b	0,38 b	0,36 b	0,35 b	0,25 b	0,40 b
100%	0,35 bc	0,42 c	0,34 c	0,37 b	0,41 a	0,43 c	0,42 b

f) Calidad molinera expresada como grano entero (%), grano quebrado (%) y granos totales (%).

- Porcentajes de granos enteros

La tabla 21 muestra el ANVA para la etapa de almácigo con inoculante líquido (A-L), donde los tratamientos influyeron en la variable, solamente en Juan Guerra y los valores del R², están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 9%, Bellavista 22% y Juan Guerra 87%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 3,75% en Nueva Cajamarca, 4,87% en Bellavista y 2,85% en Juan Guerra.

Para la etapa de almácigo con inoculante sólido (A-S) la tabla 21, muestra que los tratamientos no influyeron en la variable y los valores del R², están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 36%, Bellavista 62% y Juan Guerra 42%. También se observa que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 5,69% en Nueva Cajamarca, 3,98% en Bellavista y 4,91% en Juan Guerra.

El ANVA en la tabla 21 para la etapa de trasplante con inoculante líquido (T-L), se observa que los tratamientos son significantes en la variable, solamente en Bellavista más no en Nueva Cajamarca y Juan Guerra y los valores del R^2 , están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 35%, Bellavista 76% y Juan Guerra 68%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 6,46% en Nueva Cajamarca, 7,84% en Bellavista y 5,61% en Juan Guerra. En la etapa de trasplante con inoculante sólido (T-S), la tabla 21 muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable, solamente en Bellavista más no en Nueva Cajamarca y Juan Guerra, y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 56%, Bellavista 87% y Juan Guerra 67%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 5,47% en Nueva Cajamarca, 3,12% en Bellavista y 4,43% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante líquido (A+T-L), la tabla 21 muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable, en Bellavista y Juan Guerra más no en Nueva Cajamarca y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 67%, Bellavista 90% y Juan Guerra 95%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 2,26% en Nueva Cajamarca, 2,87% en Bellavista y 5,92% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante sólido (A+T-S), la tabla 21 muestra que los tratamientos no fueron influyentes sobre la variable, y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 53%, Bellavista 12% y Juan Guerra 48%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 1,36% en Nueva Cajamarca, 1,89% en Bellavista y 1,96% en Juan Guerra.

El ANVA para el testigo en la tabla 21, muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable y los valores están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 95%, Bellavista 95% y Juan Guerra 92%. El CV corrobora la buena ejecución y manipulación de las herramientas e

instrumentos durante el experimento y los valores son: 3,48% en Nueva Cajamarca, 4,97% en Bellavista y 2,85% en Juan Guerra.

La prueba de LSD Fisher en la tabla 22, muestra que en Nueva Cajamarca no hubo diferencias estadísticas, entre los tratamientos que mejor respuesta numérica tuvieron fue la aplicación en almácigo más trasplante con el inoculante sólido (A+T-S) al 50% de dosis de fertilización nitrogenada con promedio de 69 % de granos enteros. En Bellavista también existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, teniendo la mejor respuesta en la etapa de trasplante con inoculante líquido (T-S) al 75% de dosis de fertilización nitrogenada obteniendo 64,27% de granos enteros, en promedio. En lo que concierne a Juan Guerra, no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos y la mejor respuesta numérica se dio en almácigo con inoculante líquido (A-L) al 75% de dosis de fertilización nitrogenada obteniendo 67,10% granos enteros en promedio.

Tabla 21

ANVA para porcentajes de granos enteros. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Etapa del cultivo	Nueva Cajamarca						Bellavista					Juan Guerra				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
A-L	Tts.	0,57	2	0,29	0,20	0,82 n.s	0,87	2	0,43	0,32	0,74 n.s	36,71	2	18,36	12,95	0,01 **
	Bloque	0,01	2	0,0041	0,0029	0,99 n.s	0,69	2	0,34	0,25	0,78 n.s	0,70	2	0,35	0,25	0,79 n.s
	Error Exp.	5,75	4	1,44			5,46	4	1,36			5,67	4	1,42		
	Total	6,33	8				7,01	8				43,08	8			
		R ² = 9%, CV = 3,75%						R ² = 22%, CV = 4,87%					R ² = 87 %, CV = 2,85%			
A-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	2,31	2	1,15	0,87	0,48 n.s	9,04	2	4,52	2,98	0,16 n.s	3,38	2	1,69	1,12	0,41 n.s
	Bloque	0,63	2	0,32	0,24	0,79 n.s	0,94	2	0,47	0,31	0,74 n.s	1,06	2	0,53	0,35	0,72 n.s
	Error Exp.	5,31	4	1,33			6,06	4	1,52			6,05	4	1,51		
	Total	8,25	8				16,04	8				10,50	8			
	R ² = 36 %, CV = 5,69%						R ² = 62%, CV = 3,98%					R ² = 42%, CV = 4,91%				
T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,22	2	0,11	0,11	0,89 n.s	16,46	2	8,23	6,19	0,05**	7,03	2	3,51	3,44	0,13 n.s
	Bloque	1,89	2	0,94	0,95	0,45 n.s	0,67	2	0,33	0,25	0,78 n.s	1,84	2	0,92	0,90	0,47 n.s
	Error Exp.	3,96	4	0,99			5,31	4	1,33			4,08	4	1,02		
	Total	6,07	8				22,44	8				12,95	8			
	R ² = 35%, CV = 6,46						R ² = 76%, CV = 7,84%					R ² = 68%, CV = 5,61%				
T-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	2,89	2	1,44	1,44	0,33 n.s	7,88	2	3,94	8,32	0,03 n.s	3,74	2	1,87	2,33	0,21 n.s
	Bloque	2,10	2	1,05	1,05	0,42 n.s	4,86	2	2,43	5,13	0,07 n.s	2,75	2	1,37	1,71	0,29 n.s
	Error Exp.	4,00	4	1,00			1,89	4	0,47			3,21	4	0,80		
	Total	8,99	8				14,63	8				9,70	8			
	R ² = 56%, CV = 5,47%						R ² = 87%, CV = 3,12%					R ² = 67%, CV = 4,43%				
A+T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	4,50	2	2,25	3,09	0,15 n.s	13,18	2	6,59	197748	0,000 **	20,68	2	10,34	30,55	0,0038 **

Tabla 22

Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para granos enteros en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Granos enteros (%)							
Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N ha⁻¹)	A - L	A - S	T - L	T - S	A + T - L	A + T - S	TESTIGO
Nueva Cajamarca							
50%	68,07 a	67,63 a	68,40 a	68,43 a	66,50 a	69,00 a	68,70 a
75%	68,50 a	68,87 a	68,13 a	68,20 a	68,00 a	67,67 a	68,37 a
100%	68,67 a	68,23 a	68,03 a	67,13 a	68,00 a	68,37 a	68,17 a
Bellavista							
50%	61,47 a	63,13 a	59,97 a	60,50 a	60,43 a	60,80 a	56,43 a
75%	63,03 a	62,8 a	64,27 b	62,50 b	63,37 b	60,83 a	59,20 a
100%	62,30 a	60,87 a	62,37 b	60,53 a	61,57 c	60,77 a	60,10 a
Juan Guerra							
50%	63,07 a	64,47 a	62,73 a	62,70 a	64,97 a	64 a	61,67 a
75%	67,10 a	65,17 a	63,93 a	63,23 a	64,17 a	64 a	63,67 a
100%	62,60 a	63,67 a	61,77 a	63,77 a	61,43 b	63,33 a	66,37 a

- **Porcentajes de granos quebrados**

La tabla 23 muestra el ANVA para la etapa de almácigo con inoculante líquido (A-L), donde los tratamientos influyeron en la variable, solamente en Juan Guerra y los valores del R^2 , están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 47%, Bellavista 69% y Juan Guerra 95%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 13,55% en Nueva Cajamarca, 12,96% en Bellavista y 11,56% en Juan Guerra.

Para la etapa de almácigo con inoculante sólido (A-S) la tabla 23, muestra que los tratamientos no influyeron en la variable y los valores del R^2 , están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 11%, Bellavista 28% y Juan Guerra 20%. También se observa que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 19,05% en Nueva Cajamarca, 12,31% en Bellavista y 16,05% en Juan Guerra.

El ANVA en la tabla 23 para la etapa de trasplante con inoculante líquido (T-L), se observa que los tratamientos no influyeron en la variable los valores del R^2 , están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 25%, Bellavista 43%

y Juan Guerra 35%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 11,44% en Nueva Cajamarca, 13,9% en Bellavista y 17,75% en Juan Guerra.

En la etapa de trasplante con inoculante sólido (T-S), la tabla 23 muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable, en Bellavista y Juan Guerra, excepto en Nueva Cajamarca y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 58%, Bellavista 90% y Juan Guerra 88%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 14,76% en Nueva Cajamarca, 11% en Bellavista y 10,58% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante líquido (A+T-L), la tabla 23 muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable, en Bellavista y Juan Guerra más no en Nueva Cajamarca y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 18%, Bellavista 90% y Juan Guerra 97%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 10,28% en Nueva Cajamarca, 5,26% en Bellavista y 3,76% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante sólido (A+T-S), la tabla 23 muestra que los tratamientos fueron significantes e influyentes sobre la variable, en Nueva Cajamarca y Juan Guerra a excepción en Bellavista y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 90%, Bellavista 77% y Juan Guerra 78%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 5,67% en Nueva Cajamarca, 11,09% en Bellavista y 19,48% en Juan Guerra.

El ANVA para el testigo en la tabla 23, muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable, solamente en Juan Guerra y los valores están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 22%, Bellavista 64% y Juan Guerra 81%. El CV corrobora la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los

valores son: 12,02% en Nueva Cajamarca, 16,84% en Bellavista y 17,22% en Juan Guerra.

La prueba de LSD Fisher en la tabla 24, muestra que en Nueva Cajamarca hubo diferencias estadísticas de los tratamientos en la etapa de almácigo más trasplante con inoculante sólido (A+T-S), precisamente es allí donde se obtuvo el más alto porcentaje de granos quebrados al 75% de dosis de fertilización nitrogenada con promedio de 3,17%. En Bellavista no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero si existen diferencias numéricas, teniendo los resultados más altos en el testigo al 75% de dosis de fertilización nitrogenada obteniendo 6,57% de granos quebrados, en promedio. En lo que concierne a Juan Guerra, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos y los resultados más altos están en testigo al 100% de dosis de fertilización nitrogenada obteniendo 7,87% granos quebrados en promedio.

Tabla 23

ANVA para porcentajes de granos quebrados. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Etapa del cultivo	Nueva Cajamarca						Bellavista					Juan Guerra				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
A-L	Tts.	0,25	2	0,12	0,15	0,86 n.s	1,02	2	0,51	1,34	0,35 n.s	19,86	2	9,93	30,24	0,0038 **
	Bloque	2,73	2	1,37	1,65	0,29 n.s	2,43	2	1,21	3,17	0,14 n.s	5,68	2	2,84	8,65	0,03 **
	Error Exp.	3,31	4	0,83			1,53	4	0,38			1,31	4	0,33		
	Total	6,29	8				4,98	8				26,85	8			
	R ² = 47%, CV = 13,55%						R ² = 69%, CV = 12,96%					R ² = 95 %, CV = 11,56%				
A-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,04	2	0,02	0,01	0,98 n.s	1,37	2	0,69	0,52	0,63 n.s	0,66	2	0,33	0,24	0,79 n.s
	Bloque	0,00087	2	0,0004	0,0003	0,99 n.s	0,67	2	0,34	0,25	0,78 n.s	0,71	2	0,35	0,26	0,78 n.s
	Error Exp.	5,90	4	1,48			5,31	4	1,33			5,52	4	1,38		
	Total	5,94	8				7,35	8				6,88	8			
R ² = 11%, CV = 19,05%						R ² = 28%, CV = 12,31%					R ² = 20%, CV = 16,05%					
T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	1,12	2	0,56	0,42	0,68 n.s	3,40	2	1,70	1,27	0,37 n.s	0,14	2	0,07	0,07	0,93 n.s
	Bloque	0,63	2	0,32	0,24	0,79 n.s	0,60	2	0,30	0,22	0,80 n.s	2,02	2	1,01	1,01	0,93 n.s
	Error Exp.	5,35	4	1,34			5,36	4	1,34			4,00	4	1,00		
	Total	7,11	8				9,36	8				6,16	8			
R ² = 25%, CV = 11,44%						R ² = 43%, CV = 13,90%					R ² = 35%, CV = 17,75%					
T-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	3,32	2	1,66	1,68	0,29 n.s	2,58	2	1,29	38700	0,00**	5,77	2	2,88	9,94	0,02 **
	Bloque	2,23	2	1,12	1,13	0,40 n.s	6,10	2	3,05	91525	0,00 **	2,86	2	1,43	4,93	0,08 n.s
	Error Exp.	3,94	4	0,99			0,00013	4	0,000033			1,16	4	0,29		
	Total	9,49	8				8,68	8				9,79	8			
R ² = 58%, CV = 14,76%						R ² = 90%, CV = 11%					R ² = 88%, CV = 10,58%					
A+T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,47	2	0,24	0,18	0,84 n.s	2,07	2	1,03	539,5	0,00 **	2,07	2	1,03	5639,4	0,00 **
	Bloque	0,66	2	0,33	0,25	0,78 n.s	6,04	2	3,02	482	0,00**	6,04	2	3,02	1648,4	0,00 **
	Error Exp.	5,25	4	1,31			0,00073	4	0,00018			0,00073	4	0,00	018	
	Total	6,38	8				8,11	8				8,11	8			

R ² = 18%, CV= 10,28%							R ² = 90%, CV= 5,26%					R ² = 97%, CV= 3,76%				
FV							S.C					S.C				
S.C							GL					GL				
C.M							C.M					C.M				
F.C.							F.C.					F.C.				
Sig.							Sig.					Sig.				
A+T-S	Tts.	1,52	2	0,76	2532	0,00 **	0,13	2	0,07	0,18	0,83 n.s	17,83	2	8,91	6,73	0,05*
	Bloque	6,06	2	3,03	10101	0,00 **	4,65	2	2,32	6,47	0,05 n.s	0,74	2	0,37	0,28	0,76 n.s
	Error Exp.	0,0012	4	0,0003			1,44	4	0,36			5,30	4	1,33		
	Total	7,58	8				6,21	8				23,87	8			
R ² = 90%, CV= 5,67%							R ² = 77%, CV= 11,09%					R ² = 78%, CV= 19,48%				
FV							S.C					S.C				
S.C							GL					GL				
C.M							C.M					C.M				
F.C.							F.C.					F.C.				
Sig.							Sig.					Sig.				
TESTIG O	Tts.	0,53	2	0,26	0,28	0,77 n.s	9,28	2	4,64	3,32	0,1416 n.s	20,09	2	10	8,23	0,03 **
	Bloque	0,54	2	0,27	0,28	0,76 n.s	0,66	2	0,33	0,23	0,80 n.s	0,59	2	0,30	0,24	0,79 n.s
	Error Exp.	3,85	4	0,96			5,60	4	1,40			4,88	4	1,22		
	Total	4,92	8				15,53	8				25,56	8			
R ² = 22%, CV= 12,02%							R ² = 64%, CV= 16,84%					R ² = 81%, CV= 17,22%				

Tabla 24

Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para GRANOS QUEBRADOS en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N ha ⁻¹)	Granos quebrados (%)						
	A - L	A - S	T - L	T - S	A + T - L	A + T - S	TESTIGO
Nueva Cajamarca							
50%	2,93 a	2,43 a	2,43 a	3,07 a	3,07 a	2,33 a	2,00 a
75%	2,53 a	2,43 a	2,67 a	2,03 a	2,53 a	3,17 b	2,57 a
100%	2,67 a	2,57 a	3,27 a	3,47 a	2,93 a	2,27 a	2,43 a
Bellavista							
50%	5,03 a	5,10 a	5,63 a	5,43 a	5,70 a	5,50 a	8,43 a
75%	5,00 a	4,73 a	4,13 a	4,63 b	4,53 b	5,23 a	6,57 a
100%	4,30 a	5,67 a	4,77 a	5,93 a	5,20 a	5,47 a	6,07 a
Juan Guerra							
50%	6,70 a	4,67 a	5,47 a	5,90 a	4,23 a	4,63 a	6,10 a
75%	3,07 b	4,13 a	4,67 a	5,37 b	4,67 a	5,23 ab	2,57 b
100%	5,10 c	4,73 a	5,77 a	4,00 c	6,40 a	7,87 c	3,50 bc

- **Granos totales**

La tabla 25 muestra el ANVA para la etapa de almacigo con inoculante líquido (A-L), donde los tratamientos son significantes e influyeron en la variable, en Bellavista y Juan Guerra excepto en Nueva Cajamarca y los valores del R^2 , están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 60%, Bellavista 89% y Juan Guerra 91%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 1,93% en Nueva Cajamarca, 2,81% en Bellavista y 3,85% en Juan Guerra. Para la etapa de almacigo con inoculante sólido (A-S) la tabla 25, muestra que los tratamientos no influyeron en la variable y los valores del R^2 , están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 29%, Bellavista 66% y Juan Guerra 71%. También se observa que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 1,70% en Nueva Cajamarca, 1,47% en Bellavista y 6,57% en Juan Guerra.

El ANVA en la tabla 25 para la etapa de trasplante con inoculante líquido (T-L), se observa que los tratamientos no influyeron en la variable los valores del R^2 , están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 40%, Bellavista 59% y Juan Guerra 54%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 3,8% en Nueva Cajamarca, 4,57% en Bellavista y 4,68% en Juan Guerra.

En la etapa de trasplante con inoculante sólido (T-S), la tabla 25 muestra que los tratamientos no influyeron sobre la variable y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 38%, Bellavista 56% y Juan Guerra 69%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 3,63% en Nueva Cajamarca, 7,52% en Bellavista y 5,06% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante líquido (A+T-L), la tabla 25 muestra que los tratamientos no fueron altamente influyentes sobre la variable y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 63%, Bellavista 45% y Juan Guerra 40%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y

manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 2,28% en Nueva Cajamarca, 4,78% en Bellavista y 3,70% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante sólido (A+T-S), la tabla 25 muestra que los tratamientos fueron significantes e influyentes sobre la variable, solamente en Bellavista y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 36%, Bellavista 89% y Juan Guerra 48%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 6,50% en Nueva Cajamarca, 9% en Bellavista y 4,32% en Juan Guerra.

El ANVA para el testigo en la tabla 25, muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable, en Bellavista y Juan Guerra y los valores están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 77%, Bellavista 95% y Juan Guerra 85%. El CV corrobora la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 5,85% en Nueva Cajamarca, 3,92% en Bellavista y 4,47% en Juan Guerra.

La prueba de LSD Fisher en la tabla 26, muestra que en Nueva Cajamarca no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, sin embargo la mejor respuesta numérica está en la etapa de trasplante con inoculante sólido (T-S) al 50% de dosis de fertilización nitrogenada con promedio de 71,50 granos totales. En Bellavista existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, teniendo la mejor respuesta en la etapa de almácigo con inoculante líquido (A-L) al 50% de dosis de fertilización nitrogenada obteniendo 67,07 granos totales en promedio. En lo que concierne a Juan Guerra, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos donde la mejor respuesta se dio en la etapa de almácigo con inoculante líquido (A-L) al 50% de dosis de fertilización nitrogenada obteniendo 69,77 granos totales en promedio.

Los resultados similares fueron obtenidos por Choudhary et al. (2013), en Nueva Delhi, India, donde los tratamientos que recibieron inoculación a base de

(*Azospirillum brasilense* 'CD 4', *Bacillus subtilis* 'RP 24') mejoraron la calidad molinera en un 10,54 % a comparación del control que no recibió inoculación más si la dosis total de FN.

Yanni et al. (2010), lograron resultados similares en campos experimentales en Delta del Nilo, Egipto donde el porcentaje de granos mejoró con los tratamientos que contenían inoculantes a base de *Rhizobium leguminosarum* *bv.* *Trifolii* a base de 7 cepas de rizobios endófitos en un 12,76% a diferencia del testigo que solo contenía la dosis completa de FN.

Tabla 25

ANVA para PORCENTAJE DE GRANOS TOTALES. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Etapa del cultivo	Nueva Cajamarca						Bellavista					Juan Guerra				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
A-L	Tts.	0,20	2	0,10	0,05	0,94 n.s	4,34	2	2,17	7,56	0,04 **	10,55	2	5,27	15,28	0,01 **
	Bloque	10,95	2	5,48	2,89	0,16 n.s	4,89	2	2,45	8,53	0,03 **	4,29	2	2,15	6,22	0,05 **
	Error Exp.	7,57	4	1,89			1,15	4	0,29			1,38	4	0,34		
	Total	18,72	8				10,37	8				16,22	8			
R ² = 60%, CV = 1,93%						R ² = 89%, CV = 2,81%					R ² = 91 %, CV = 3,85%					
A-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	2,30	2	1,15	0,80	0,51 n.s	5,22	2	2,61	2,77	0,17 n.s	866,57	2	433,29	4,07	0,10 n.s
	Bloque	0,01	2	0,01	0,0036	0,99 n.s	2,23	2	1,11	1,18	0,39 n.s	178,54	2	89,27	0,84	0,49 n.s
	Error Exp.	5,76	4	1,44			3,76	4	0,94			425,96	4	106,49		
Total	8,07	8				11,21	8				1471,07	8				
R ² = 29%, CV = 1,70%						R ² = 66%, CV = 1,47%					R ² = 71%, CV = 6,57%					
T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,47	2	0,24	0,73	0,53 n.s	4,34	2	2,17	2,04	0,24 n.s	1,75	2	0,88	2,75	0,17 n.s
	Bloque	4,73	2	2,36	7,30	0,41 n.s	1,79	2	0,89	0,84	0,49 n.s	4,85	2	2,42	7,61	0,78 n.s
	Error Exp.	1,30	4	0,32			4,24	4	1,06			1,27	4	0,32		
Total	6,50	8				10,37	8				7,88	8				
R ² = 40%, CV = 3,8%						R ² = 59%, CV = 4,57%					R ² = 54%, CV = 4,68%					
T-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	2,56	2	1,28	0,96	0,45 n.s	2,95	2	1,47	1,51	0,32 n.s	1,16	2	0,58	1,11	0,41 n.s
	Bloque	0,74	2	0,37	0,28	0,77 n.s	2,08	2	1,04	1,07	0,42 n.s	3,47	2	1,73	3,32	0,14 n.s
	Error Exp.	5,32	4	1,33			3,90	4	0,98			2,09	4	0,52		
Total	8,62	8				8,93	8				6,72	8				
R ² = 38%, CV = 3,63%						R ² = 56%, CV = 7,52%					R ² = 69%, CV = 5,06%					
A+T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	2,93	2	1,47	1,80	0,27 n.s	3,85	2	1,92	1,43	0,34 n.s	3,01	2	1,51	1,11	0,41 n.s

Tabla 26

Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para GRANOS TOTALES en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N ha ⁻¹)	Granos totales (N° de granos)						
	A - L	A - S	T - L	T - S	A + T - L	A + T - S	TESTIGO
Nueva Cajamarca							
50%	71,00 a	70,07a	70,83 a	71,50 a	69,57 a	71,33 a	70,70 a
75%	71,03 a	71,30 a	70,80 a	70,23 a	70,53 a	70,83 a	70,93 a
100%	71,33 a	70,80 a	71,30 a	70,60 a	70,93 a	70,63 a	70,60 a
Bellavista							
50%	67,07 a	67,00 a	64,80 a	64,27 a	64,27 a	64,33 a	64,50 a
75%	66,23 b	65,53 a	66,40 a	64,90 a	66,13 a	63,73 ab	65,57 ab
100%	65,37 bc	65,27 a	66,10 a	65,67 a	65,87 a	65,63 c	61,77 c
Juan Guerra							
50%	69,77 a	69,13 a	68,20 a	68,60 a	69,20 a	68,63 a	67,77 a
75%	70,17 b	69,30 a	68,60 a	67,93 a	68,83 a	68,23 a	66,20 ab
100%	67,70 c	68,40 a	67,53 a	67,77 a	67,83 a	68,20 a	69,87 c

g) Rendimiento en paja

- Peso de materia seca

La tabla 27 muestra el ANVA para la etapa de almácigo con inoculante líquido (A-L), donde los tratamientos son significantes e influyeron en la variable, en Bellavista y Juan Guerra excepto en Nueva Cajamarca y los valores del R², están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 43%, Bellavista 87% y Juan Guerra 90%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 3,02% en Nueva Cajamarca, 2,66% en Bellavista y 2,88% en Juan Guerra. Para la etapa de almácigo con inoculante sólido (A-S) la tabla 27, muestra que los tratamientos son significantes e influyentes en la variable y los valores del R², están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 98%, Bellavista 99% y Juan Guerra 99%. También se observa que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 1,51% en Nueva Cajamarca, 1,17% en Bellavista y 2,57% en Juan Guerra. El ANVA en la tabla 27 para la etapa de trasplante con inoculante líquido (T-L), se observa que los tratamientos son significantes e influyentes sobre la variable en Bellavista y Juan Guerra a excepción de Nueva Cajamarca en tanto

los valores del R^2 , están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 76%, Bellavista 86% y Juan Guerra 96%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 2,34% en Nueva Cajamarca, 2,67% en Bellavista y 3,21% en Juan Guerra.

En la etapa de trasplante con inoculante sólido (T-S), la tabla 27 muestra que los tratamientos son significantes e influyentes sobre la variable, en Nueva Cajamarca y Juan Guerra a excepción de Bellavista, en tanto los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 94%, Bellavista 32% y Juan Guerra 96%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 2,98% en Nueva Cajamarca, 2,58% en Bellavista y 2,96% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante líquido (A+T-L), la tabla 27 muestra que los tratamientos fueron significantes e influyentes sobre la variable y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 79%, Bellavista 97% y Juan Guerra 88%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 3,01% en Nueva Cajamarca, 7% en Bellavista y 3,28% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante sólido (A+T-S), la tabla 27 muestra que los tratamientos fueron significantes e influyentes sobre la variable, en Bellavista y Juan Guerra a excepción de Nueva Cajamarca y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 60%, Bellavista 98% y Juan Guerra 99%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 2,94% en Nueva Cajamarca, 3,05% en Bellavista y 2,51% en Juan Guerra.

El ANVA para el testigo en la tabla 27, muestra que los tratamientos fueron altamente significantes e influyentes sobre la variable y los valores están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 98%, Bellavista 99% y Juan Guerra 94%. El CV corrobora la buena ejecución y manipulación de las herramientas e

instrumentos durante el experimento y los valores son: 4,13% en Nueva Cajamarca, 2,94% en Bellavista y 3% en Juan Guerra.

La prueba de LSD Fisher en la tabla 28, muestra que en Nueva Cajamarca existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, y la mejor respuesta está en el testigo al 100% de dosis de fertilización nitrogenada con promedio de 42,85 gramos de materia seca. En Bellavista existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, teniendo la mejor respuesta en la etapa de almácigo con inoculante sólido (A-S) al 75% de dosis de fertilización nitrogenada obteniendo 53,09 gramos de materia seca en promedio. En lo que concierne a Juan Guerra, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos donde la mejor respuesta se dio en la etapa de almácigo con inoculante sólido (A-S) al 50% de dosis de fertilización nitrogenada obteniendo 46,99 gramos de materia seca en promedio.

Resultados opuestos fueron obtenidos por Hussain et al. (2009), donde el rendimiento en paja fue superior por los tratamientos inoculados a base de cepas de *Rhizobios*: *Rhizobium phaseoli*, *R. leguminosarum*, *R. ciceri*, obteniendo 36,74 g a comparación con el testigo que no recibió inoculación más si la dosis total de la FN. Así como también por Tan et al. (2017), en Malasia, donde el peso de materia seca incrementando en un 22,70% usando inoculantes microbianos PGPR y Rizobios a diferencia del control que solo se aplicó la dosis total del FN.

Resultados semejantes fueron obtenidos por Aon et al. (2015), usando el 100% de la FN y los inoculantes mixtos de *Azobacter*: *Azospirillum* (1:1), se incrementó el rendimiento en paja en un 1,76 % a comparación de los controles (Agua de riego) que solo recibieron las dosis completas de la FN al 100% menos los inoculantes. Así como también por Islam et al. (2012), que usando dos cepas de *Azospirillum* (BM9 Y BM11) logró incrementar el peso de materia seca en un 34,80% usando el 80% de la FN, a diferencia del Testigo a base de agua de riego que recibió de la misma manera el 80% de la FN.

Tabla 27

ANVA para rendimiento en paja. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Etapa del cultivo	Nueva Cajamarca						Bellavista					Juan Guerra				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
A-L	Tts.	3,43	2	1,72	1,26	0,37 n.s	35,87	2	17,94	13,65	0,01 **	34,53	2	17,26	17,00	0,01 **
	Bloque	0,69	2	0,34	0,25	0,78 n.s	0,65	2	0,32	0,25	0,79 n.s	2,00	2	1,00	0,98	0,44 n.s
	Error Exp.	5,46	4	1,36			5,25	4	1,31			4,06	4	1,02		
	Total	9,57	8				41,77	8				40,59	8			
		R ² = 43%, CV = 3,02%						R ² = 87%, CV = 2,66%					R ² = 90 %, CV = 2,88%			
A-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	50,29	2	25,14	74,25	0,00 **	141,71	2	70,85	230,1	0,00 **	535,60	2	267,80	273,16	0,00 **
	Bloque	10,43	2	5,21	15,40	0,01 **	4,36	2	2,18	7,08	0,04 **	2,02	2	1,01	1,03	0,43 n.s
	Error Exp.	1,35	4	0,34			1,23	4	0,31			3,92	4	0,98		
	Total	62,07	8				147,30	8				541,55	8			
	R ² = 98%, CV = 1,51%						R ² = 99%, CV = 1,17%					R ² = 99%, CV = 2,57%				
T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	7,63	2	3,81	4,62	0,09 n.s	32,59	2	16,29	11,97	0,02 *	128,66	2	64,33	48,73	0,00 **
	Bloque	2,72	2	1,36	1,65	0,30 n.s	0,65	2	0,33	0,24	0,79 n.s	0,66	2	0,33	0,25	0,79 n.s
	Error Exp.	3,30	4	0,83			5,45	4	1,36			5,28	4	1,32		
	Total	13,65	8				38,69	8				134,60	8			
	R ² = 76%, CV = 2,34%						R ² = 86%, CV = 2,67%					R ² = 96%, CV = 3,21%				
T-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	75,66	2	37,83	28,73	0,00 **	1,86	2	0,93	0,70	0,54 n.s	107,19	2	53,59	46,48	0,00 **
	Bloque	0,65	2	0,33	0,25	0,79 n.s	0,68	2	0,34	0,26	0,78 n.s	0,32	2	0,16	0,14	0,87 n.s
	Error Exp.	5,27	4	1,32			5,32	4	1,33			4,61	4	1,15		
	Total	81,58	8				7,86	8				112,12	8			
	R ² = 94%, CV = 2,98%						R ² = 32%, CV = 2,58%					R ² = 96%, CV = 2,96%				
A+T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	19,53	2	9,77	7,29	0,04 **	38,82	2	19,41	24265,5	0,00 **	41,01	2	20,50	14,99	0,01 **

	Bloque	0,66	2	0,33	0,25	0,79 n.s	6,12	2	3,06	3825,50	0,00 **	0,67	2	0,34	0,25	0,79 n.s	
	Error																
	Exp.	5,36	4	1,34			0,0032	4	0,0008			5,47	4	1,37			
	Total	25,55	8				44,95	8				47,15	8				
	R ² = 79%, CV= 3,01%						R ² = 97%, CV= 7%						R ² = 88%, CV= 3,28%				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	
	Tts.	7,53	2	3,76	2,70	0,81 n.s	53,18	2	26,59	61363,4	0,00 **	461,50	2	230,75	224,91	0,00 **	
	Bloque	0,81	2	0,41	0,29	0,76 n.s	5,98	2	2,99	6900,08	0,00 **	1,86	2	0,93	0,91	0,47 n.s	
	Error																
	Exp.	5,57	4	1,39			0,0017	4	0,0043			4,10	4	1,03			
	Total	13,91	8				59,16	8				467,47	8				
	R ² = 60%, CV= 2,94%						R ² = 98%, CV= 3,05%						R ² = 99%, CV= 2,51%				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	
	Tts.	10,20	2	5,10	1728,41	0,00 **	655,04	2	327,52	243,75	0,00 **	80,40	2	40,20	301487,25	0,00 **	
	Bloque	5,94	2	2,97	1007,49	0,00 **	0,71	2	0,35	0,26	0,78 n.s	5,98	2	2,99	22425,25	0,00 **	
	Error																
	Exp.	0,01	4	0,003			5,37	4	1,34			0,0005	4	0,00013			
	Total	16,15	8				661,12	8				3	8				
	R ² = 98%, CV= 4,13%						R ² = 99%, CV= 2,44%						R ² = 94%, CV= 3%				

Tabla 28

Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para granos totales en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N ha ⁻¹)	Peso de materia seca (g)						TESTIGO
	A - L	A - S	T - L	T - S	A + T - L	A + T - S	
Nueva Cajamarca							
50%	38,30 a	35,63 a	37,63 a	35,32 a	36,46 a	41,32 a	40,31 a
75%	38,17 a	38,55 b	39,81 a	37,96 b	39,28 b	39,08 a	41,07 a
100%	39,54 a	41,42 c	39,22 a	42,35 c	38,82 c	40,21 a	42,85 b
Bellavista							
50%	44,48 a	45,88 a	41,12 a	45,27 a	42,40 a	44,47 a	35,87 a
75%	40,25 b	53,09 b	44,16 b	44,57 a	39,62 b	39,81 b	51,02 b
100%	44,49 a	43,84 ac	45,70 b	44,17 a	44,70 c	45,35 c	55,91 c
Juan Guerra							
50%	35,87 a	28,32 a	30,51 a	33,89 a	32,72 a	31,81 a	35,15 a
75%	32,32 b	40,18 b	39,12 b	33,77 a	36,75 b	40,05 a	35,21 a
100%	36,89 a	46,99 c	37,77 c	41,15 b	37,62 b	49,34 b	41,52 b

h) Rendimiento en grano

La tabla 29 muestra el ANVA para la etapa de almácigo con inoculante líquido (A-L), donde los tratamientos no influyeron sobre la variable, y los valores del R², están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 10%, Bellavista 14% y Juan Guerra 25%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 15,09% en Nueva Cajamarca, 17,41% en Bellavista y 16,26% en Juan Guerra.

Para la etapa de almácigo con inoculante sólido (A-S) la tabla 29, muestra que los tratamientos no fueron influyentes sobre la variable y los valores del R², están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 13%, Bellavista 14% y Juan Guerra 16%. También se observa que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 15,05% en Nueva Cajamarca, 16,67% en Bellavista y 16,33% en Juan Guerra.

El ANVA en la tabla 29 para la etapa de trasplante con inoculante líquido (T-L), se observa que los tratamientos no fueron influyentes sobre la variable en tanto los valores del R², están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 20%,

Bellavista 21% y Juan Guerra 51%. También se puede observar que hubo buena toma de datos al momento de realizar el estudio, esto corroborado con los valores obtenidos del CV: 15,5% en Nueva Cajamarca, 17,34% en Bellavista y 8,41% en Juan Guerra.

En la etapa de trasplante con inoculante sólido (T-S), la tabla 29 muestra que los tratamientos no influyeron sobre la variable, en tanto los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 33%, Bellavista 15% y Juan Guerra 52%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 15% en Nueva Cajamarca, 17,28% en Bellavista y 16,65% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante líquido (A+T-L), la tabla 29 muestra que los tratamientos no fueron influyentes sobre la variable y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 42%, Bellavista 13% y Juan Guerra 30%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 12,59% en Nueva Cajamarca, 17,46% en Bellavista y 1,12% en Juan Guerra.

En la etapa de almácigo más trasplante con inoculante sólido (A+T-S), la tabla 29 muestra que los tratamientos no influyeron sobre la variable, y los valores del R^2 son: Nueva Cajamarca 13%, Bellavista 60% y Juan Guerra 27%. Los valores del CV respaldan la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 16,19% en Nueva Cajamarca, 5,4% en Bellavista y 17,59% en Juan Guerra.

El ANVA para el testigo en la tabla 29, muestra que los tratamientos no influyeron sobre la variable y los valores están dados de la siguiente manera: Nueva Cajamarca 38%, Bellavista 11% y Juan Guerra 56%. El CV corrobora la buena ejecución y manipulación de las herramientas e instrumentos durante el experimento y los valores son: 17,28% en Nueva Cajamarca, 17,54% en Bellavista y 13,34% en Juan Guerra.

La prueba de LSD Fisher en la tabla 30, muestra que en Nueva Cajamarca no existen diferencias estadísticas pero sí numéricas entre los tratamientos, en tal sentido la mejor respuesta está en la etapa de almácigo con inoculante sólido (A-S) al 50% de dosis de fertilización nitrogenada con promedio de 7,86 t/ha en promedio. En Bellavista tampoco existen diferencias estadísticas entre los tratamientos pero si diferencias numéricas, teniendo la mejor respuesta en la etapa de almácigo con inoculante sólido (A-S) al 50% de dosis de fertilización nitrogenada obteniendo 7,01 t/ha en promedio. En lo que concierne a Juan Guerra, al igual que los casos anteriores no existen diferencias estadísticas pero si numéricas entre los tratamientos y la mejor respuesta se dio en la etapa de almácigo más trasplante con inoculante sólido (A+T-S) al 75% de dosis de fertilización nitrogenada obteniendo 7,90 t/ha en promedio.

Resultados similares fueron obtenidos por Van et al. (2000), en los campos experimentales al sur de Vietnam, donde el rendimiento incrementó en un 19,51% usando la mitad de la dosis de la fertilización nitrogenada, además usando inoculantes a base de una cepa de *Burkholderia vietnamiensis* TVV75 a diferencia del control que no recibió inoculación y usando de igual manera la dosis media de la fertilización nitrogenada.

Resultados semejantes encontraron Hussain et al. (2009), donde el rendimiento en grano fue superior por los tratamientos inoculados a base de cepas de *Rhizobios*: *Rhizobium phaseoli*, *R. leguminosarum*, *R. ciceri*, con 43,42 % a comparación del testigo que no recibió inoculación más si la dosis total de la FN.

Resultados obtenidos por Govindarajan et al. (2008), en los campos experimentales de la ciudad de Tamil Nadu, India, reportaron que el rendimiento incrementó en un 16,07% usando inoculantes microbianos formados a base de 4 cepas de bacterias: *Gluconacetobacter diazotrophicus* LMG7 603, *Herbaspirillum seropedicae* LMG6513, *Azospirillum lipoferum* 4BLMG4348, *Bulkholderia vietnamiensis* LMG10929, y el control que contenían las dichas cepas autoclavadas.

Resultados parecidos consiguió Elekhtyar (2016), en campos experimentales de la estación agrícola Sakha, Frelsheikh Egipto, donde el rendimiento en grano

incrementó en un 0,50%, usando 3 cepas de rizobacterias: *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* y *Azospirillum brasilens* y con el 50% de la FN; a diferencia del testigo que no recibió inoculación y más si el 100% de la FN.

En los experimentos realizados por Aon et al. (2015), obtuvieron un incremento en el rendimiento usando inóculo mixto de *Azobacter: Azospirillum* (1:1), en un 0,60% a comparación con el testigo que contenía (Agua de riego) y además utilizando la dosis completa de la fertilización nitrogenada.

Yanny et al. (2010), en su experimento lograron en rendimiento de grano un aumento de hasta un 47% en los campos de los agricultores, con promedio de 19,5%.

Tabla 29

ANVA para rendimiento en grano. Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Etapa del cultivo	Nueva Cajamarca						Bellavista					Juan Guerra				
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
A-L	Tts.	0,06	2	0,27	0,02	0,97 n.s	0,21	2	0,10	0,08	0,92 n.s	1,17	2	0,58	0,43	0,67 n.s
	Bloque	0,54	2	0,27	0,21	0,82 n.s	0,67	2	0,33	0,25	0,78 n.s	0,66	2	0,33	0,24	0,79 n.s
	Error Exp.	5,18	4	1,29			5,29	4	1,32			5,40	4	1,35		
	Total	5,78	8				6,17	8				7,23	8			
R ² = 10%, CV = 15,09%						R ² = 14%, CV = 17,41%					R ² = 25 %, CV = 16,26%					
A-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,14	2	0,07	0,05	0,94 n.s	0,18	2	0,09	0,07	0,93 n.s	0,35	2	0,17	0,13	0,88 n.s
	Bloque	0,65	2	0,33	0,24	0,79 n.s	0,67	2	0,33	0,25	0,78 n.s	0,67	2	0,34	0,25	0,78 n.s
	Error Exp.	5,35	4	1,34			5,29	4	1,32			5,31	4	1,33		
Total	6,15	8				6,14	8				6,33	8				
R ² = 13%, CV = 15,05%						R ² = 14%, CV = 16,67%					R ² = 16%, CV = 16,33%					
T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,61	2	0,30	0,23	0,80 n.s	0,70	2	0,35	0,27	0,77 n.s	0,54	2	0,27	0,84	0,49 n.s
	Bloque	0,69	2	0,34	0,26	0,78 n.s	0,72	2	0,36	0,28	0,77 n.s	4,61	2	2,30	7,12	0,44 **
	Error Exp.	5,30	4	1,32			5,45	4	1,31			1,29	4	0,32		
Total	6,59	8				6,66	8				6,44	8				
R ² = 20 %, CV = 15,50						R ² = 21%, CV = 17,34%					R ² = 51%, CV = 8,41%					
T-S	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.
	Tts.	0,05	2	0,02	0,02	0,98 n.s	0,34	2	0,17	0,13	0,88 n.s	5,03	2	2,52	1,91	0,26 n.s
	Bloque	2,17	2	1,08	0,95	0,45 n.s	0,63	2	0,31	0,23	0,80 n.s	0,66	2	0,33	0,25	0,79 n.s
	Error Exp.	4,56	4	1,14			5,37	4	1,34			5,28	4	1,32		
Total	6,78	8				6,34	8				10,98	8				
R ² = 33%, CV = 15,00%						R ² = 15%, CV = 17,28%					R ² = 52%, CV = 16,65%					
A+T-L	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.

	Tts.	0,03	2	0,01	0,02	0,98 n.s	0,13	2	0,07	0,05	0,95 n.s	1,13	2	0,57	108,40	0,41 n.s		
	Bloque	2,33	2	1,16	1,44	0,33 n.s	0,69	2	0,34	0,25	0,78 n.s	5,85	2	2,93	559,00	0,71n.s		
	Error Exp.	3,23	4	0,81			5,41	4	1,35			0,02	4	0,01				
	Total	5,59	8				6,23	8				7,01	8					
	R ² = 42%, CV= 12,59%						R ² = 13%, CV= 17,46%						R ² = 30%, CV= 1,12%					
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.		
A+T-S	Tts.	0,03	2	0,01	2,70	0,99 n.s	0,04	2	0,02	0,02	0,98 n.s	1,30	2	0,65	0,52	0,63 n.s		
	Bloque	0,73	2	0,37	0,29	0,76 n.s	0,67	2	0,33	0,25	0,79 n.s	0,52	2	0,26	0,21	0,82 n.s		
	Error Exp.	5,10	4	1,27			0,0017	4	0,00043			5,04	4	1,26				
	Total	5,85	8				59,16	8				6,87	8					
	R ² = 13%, CV= 16,19%						R ² = 60%, CV= 5,4%						R ² = 27%, CV= 17,59%					
	FV	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.	S.C	GL	C.M	F.C.	Sig.		
TESTIGO	Tts.	3,34	2	1,34	1,00	0,44 n.s	0,04	2	0,02	0,02	0,98 n.s	3,88	2	1,94	1,98	0,25 n.s		
	Bloque	0,65	2	0,33	0,24	0,79 n.s	0,60	2	0,30	0,22	0,81 n.s	1,08	2	0,54	0,55	0,61 n.s		
	Error Exp.	5,39	4	1,35			5,41	4	1,35			3,93	4	0,98				
	Total	8,73	8				6,05	8				8,88	8					
	R ² = 38%, CV= 17,28						R ² = 11%, CV= 17,54%						R ² = 56%, CV= 13,34%					

Tabla 30

Prueba de LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) para RENDIMIENTO EN GRANO en tres valles de la región San Martín, Donde A: Inoculación en etapa de almácigo; L: Inoculante en soporte líquido; T: Inoculación en etapa de trasplante; S: Inoculante en soporte sólido

Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N/ha⁻¹)	Rendimiento en grano (t/ha)						
	A - L	A - S	T - L	T - S	A + T - L	A + T - S	TESTIGO
Nueva Cajamarca							
50% (60)	7.47 a	7.86 a	7.26 a	7.06 a	7.06 a	7.03 a	6.23 a
75% (90)	7.50 a	7.57 a	7.79 a	7.22 a	7.15 a	6.90 a	6.44 a
100% (120)	7.66 a	7.62 a	7.22 a	7.08 a	7.20 a	6.98 a	7.48 a
Bellavista							
50% (90)	6.62 a	7.01 a	6.75 a	6.98 a	6.61 a	6.70 a	6.72 a
75% (135)	6.79 a	6,70 a	6.84 a	6.58 a	6.55 a	6.61 a	6.55 a
100% (180)	6.42 a	6.99 a	6.21 a	6,56 a	6.83 a	6.53 a	6.62 a
Juan Guerra							
50% (75)	7.23 a	7.04 a	7.42 a	7.84 a	6.93 a	6.26 a	6.88 a
75% (112,5)	7.54 a	7.30a	6.93 a	6.85 a	6.29 a	7.90 a	7.05 a
100% (150)	6.67 a	6.82 a	6.95 a	6.01 a	6.10 a	6.00 a	8.35 a

CONCLUSIONES

En todas las variables evaluadas los tratamientos en términos generales fueron significantes e influyentes según los resultados del ANVA, a excepción del rendimiento ya que los resultados obtenidos no muestran significancia e influencia, es decir los tratamientos no fueron relevantes para esta variable, los promedios obtenidos fueron estadísticamente iguales, sólo se tuvo diferencias numéricas en a prueba de LSD Fisher.

Es probable que las diferencias estadísticas sean el resultado de las características edafoclimáticas de cada zona en la que se hizo el estudio, ya que cada una de estas representa un piso altitudinal específico (Nueva Cajamarca: Alto Mayo; Bellavista: Huallaga y Juan Guerra: Bajo Mayo), por ende el comportamiento de los tratamientos sobre las variables no fueron iguales.

De acuerdo a los resultados expuestos, se concluye que la inoculación en almácigo fue la más ventajosa, desde el punto de vista del índice de cosecha, rendimiento y eficiencia en el uso del nitrógeno. Además, el almácigo constituye la etapa de aplicación que implicaría menos manos de obra.

RECOMENDACIONES

Es preciso para próximos estudios basados en el presente, probar concentraciones que estén entre 50% y 75%, con el fin de optimizar una dosis más exacta.

Con las experiencias obtenidas en etapa del estudio, es recomendable experimentar en las etapas de almácigo y trasplante, sin hacer la combinación entre éstas, ya que en el presente trabajo dicha integración no fue relevante.

Con el objetivo de que dicho estudio no quede en archivos, es importante la difusión y exposición del mismo ante los actores principales es decir; el pequeño y mediano productor de arroz adaptando un léxico fluido para ellos, porque consideramos que los resultados de este proyecto, marca una línea base para el estudio y prospección del empleo de microorganismos, especialmente bacterias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aon, M., Khalid, M., Hussain, S., Naveed, M., & Akhtar, M. J. (2015). Diazotrophic inoculation supplemented nitrogen demand of flooded rice under field conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 52, 145-150
- Arévalo, Z., & Moreno, V. (2014). *Identificación de la actividad solubilizadora de fosfatos en Bacillus pertenecientes al banco de cepas del grupo Ceparium* (Doctoral dissertation, Tesis de grado]. Colombia.
- Acebo-Guerrero Y, Hernández-Rodríguez A, Rives- Rodríguez N, Velázquez del Valle MG, Hernández- Lauzardo AN. (2011). Perspectivas del uso de bacterias rizosféricas en el control de *Pyricularia grisea* (CookeSacc.) en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). *Rev Colomb Biotecnol.* XIII (1):16-22.
- Ahmed, E., & Holmström, S. J. (2014). Siderophores in environmental research: roles and applications. *Microbial biotechnology*, 7(3), 196-208.
- Allan, D. and Graham. P. (2002). Soil 561: Soil Biology and Fertility: Symbiotic Nitrogen Fixation, other N₂-fixing symbiosis. Dep. of Soil, Water, and Climate. University of Minnesota.
- Arguello, P. (2013). Fenología Cultivo Arroz, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 46(2), 5-14.
- Babalola OO. (2010). Beneficial bacteria of agricultural importance. *Biotechnology letters*, Mmabath, South Africa.
- Barea, J.M., y Richardson, A.E. (2015). Phosphate mobilisation by soil microorganisms. In: B. Lugtenberg (ed). *Principles of Plant-Microbe Interactions*. Springer, pp: 225-234.
- Barrios LM, Pérez IO. (2005). Nuevos registros de hongos en semillas de *Oryza sativa* en Cuba. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 75:64-67.
- Bashan, Y., & González, L. E. (1999). Long-term survival of the plant-growth-promoting bacteria *Azospirillum brasilense* and *Pseudomonas fluorescens* in dry alginate inoculant. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 51(2), 262-266. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Banerjee S, Palit R, Sengupta C, Standing, D. (2010). Stress induced phosphate solubilization by *Arthrobacter* sp. and *Bacillus* sp. Isolated from tomato rhizosphere. *Australian Journal of crop science* 4(6):378-383.

- BCRP, Banco Central de Reserva Del Perú. (2015). Caracterización de la región San Martín.
- Bobadilla H, C., & Rincón Vanegas, S. C. (2008). *Aislamiento y producción de bacterias fosfato solubilizadoras a partir de compost obtenido de residuos de plaza* (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias). Colombia.
- Chen, F., Bai, J., Lin, Q., Wang, S., Yang, X., & Qiu, R. (2012). Application of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) for reducing zinc stress on paddy rice. *Journal of Agro-Environment Science*, 31(1), 67-74.
- Choudhary, R. L., Kumar, D., Shivay, Y. S., Anand, A., & Nain, L. (2013). Yield and quality of rice (*Oryza sativa*) hybrids grown by SRI method with and without plant growth promoting rhizobacteria. *Indian Journal of Agronomy*, 58(3), 430-433.
- Conti, M. E. (2000). Dinámica de la liberación y fijación de potasio en el suelo. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*. INPOFOS, (8), 25-37.
- Camelo, M., Vera, S. P., & Bonilla, R. R. (2011). Mecanismos de acción de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. *Ciencia y tecnología agropecuaria*, 12(2), 159-166.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. (2005). *Morfología de la Planta de Arroz*. Cali, Colombia.
- Colombo C, Palumbo G, He J, Pinton R, Cesco S. (2014). Review on iron availability in soil: interaction of Fe minerals, plants, and microbes. *J. Soils Sed.* 14: 538–548.
- Conte, S. S., & Walker, E. L. (2011). Transporters contributing to iron trafficking in plants. *Molecular Plant*, 4(3), 464-476.
- Cottyn, B., Regalado, E., Lanoot, B., De Cleene, M., Mew, TW, Swings. J., (2001). Bacterial populations associated with rice seed in the tropical environment. *Phytopathology*. 91: 282-292, Iloilo, Philippines.
- Davis P.J. (1988). *Plant Hormones and their Role in Plant Growth and Development*. Segunda Edición. Editorial Kluwer Academic Publisher. New York. PP 681
- De Freitas J, Banerjee M, Germida J. (1997). Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.) *Biology Fertility Soils* 24: 358–364.
- De Souza, R., Schoenfeld, R., & Passaglia, L. M. (2016). Bacterial inoculants for rice: effects on nutrient uptake and growth promotion. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62(4), 561-569. Porto Alegre, Brasil.

- Devi K, Nidhi S, Shalini K, David K. (2007). Hydrogen cyanide producing rhizobacteria kill subterranean termite *Odontotermes obesus* (Rambur) by cyanide poisoning under in vitro conditions. *Cur. Microbiol.* 54: 74-78.
- Díaz, R.J., Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science*, 321: 926-929.
- Doberman, A., & Fairhurst, T. (2000). Rice: Nutrient disorders and nutrient management. *IRRI & PPI & PPIC, Makati City & Singapore.*
- Elekhtyar, N. M. (2016). Influence of different plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) strains on rice promising line. Proc. of the sixth field crops Con., FCRI, ARC, Egypt, 6, 327-335.
- El Porvenir, INIA Estación Experimental Agraria. (2010)"Arroz INIA 509 La Esperanza.".
- Fankem H, Nwaga D, Deubel A, Dieng W, Merbach W. (2006). Occurrence and functioning of phosphate solubilizing microorganisms from oil palm tree (*Elaeis guineensis*) rhizosphere in Cameroon. *African Journal of Biotechnology* 5 (24): 2450-2460.
- Fernández L, Zalba P, Gómez M. (2005). Bacterias solubilizadoras de fosfato inorgánico aisladas de suelos de la región sojera. *CI. Suelo (Argentina)* 23 (1):31-37.
- Fernández, M. T., & Rodríguez, H. (2006). Aplicaciones biológicas de las fitasas: papel en los fertilizantes microbianos. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 40(2), 27-34.
- Food And Agriculture Organization of the United Nations. (2009). *Fao Production Yearbook*. Roma, Italia.
- Galvez, Z. Y. A., & Burbano, V. E. M. (2015). Solubilización de fosfatos: una función microbiana importante en el desarrollo vegetal. *NOVA Publicación en Ciencias Biomédicas*, 12(21), 67-79.
- Gamal-Eldin, H., & Elbanna, K. (2011). Field evidence for the potential of *Rhodobacter capsulatus* as biofertilizer for flooded rice. *Current Microbiology*, 62(2), 391-395
- Glick, B.R. 2012. *Plant Growth-promoting bacteria: Mechanisms and applications*. Hindawi Publishing Corporation, Scientifica.
- Gutierrez-Mañero F J, Ramos-Solano B, Probanza A, Mehouachi J, Tadeo F R, Talon M. (2001). The plant-growth promoting rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. *Physiol Plant*. 111:206–211.

- Govindarajan, M., Balandreau, J., Kwon, S. W., Weon, H. Y., & Lakshminarasimhan, C. (2008). Effects of the inoculation of *Burkholderia vietnamensis* and related endophytic diazotrophic bacteria on grain yield of rice. *Microbial Ecology*, 55(1), 21-37.
- Habib, SH., Kausar, H., Saud, HM., Ismail, MR. and Othman R. (2016). Molecular characterization of stress tolerant plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) for growth enhancement of rice. *International Journal of Agriculture and Biology*, 18: 184-191. Serdang, Malaysia.
- Hernández-Rodríguez A, Heydrich M, Diallo B, El Jaziri M, Vandaputte OM. (2010). Cell-free culture medium of *Burkholderia cepacia* improves seed germination and seedling growth in maize (*Zea mays*) and rice (*Oryza sativa*). *Plant Growth Regul.* 60:191-197.
- Hernández-Rodríguez, A., Rives-Rodríguez, N., Acebo-Guerrero, Y., Diaz-de la Osa, A., Heydrich-Pérez, M., & Divan Baldani, V. L. (2014). Potencialidades de las bacterias diazotróficas asociativas en la promoción del crecimiento vegetal y el control de *Pyricularia oryzae*, en el cultivo del arroz (*Oryza sativa*. L). *Revista de Protección Vegetal, La Habana, Cuba* 29(1), 1-10.
- Hernández Montiel, L. G., & Escalona Aguilar, M. Á. (2013). Microorganismos que benefician a las plantas: las bacterias PGPR. Veracruz, México.
- Hussain, s. Peng, s. Fahad, s. Khaliq, a. Huang, j., Cui, k., Nie, l. (2015). Rice management interventions to mitigate greenhouse gas emissions: a review. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 22, 3342–3360. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3760-4>.
- IRRI, International Rice Research Institute. (2016). <http://irri.org/our-work/research/rice-and-the-environment>.
- INIA. (01 de 2001). *Variedad capirona inia "arroz de excelente calidad de grano"*. Obtenido de ministerio de agricultura " instituto nacional de investigacion agraria": <http://minagri.gob.pe>
- Islam, M. Z., Sattar, M. A., Ashrafuzzaman, M., Saud, H. M., & Uddin, M. K. (2012). Improvement of yield potential of rice through combined application of biofertilizer and chemical nitrogen. *Afr J Microbiol Res*, 6, 745-750.
- Kloepper, J.W. (1994). Plant Growth promoting bacteria (other system), In Okon, J (Ed), *Azospirillum plant Association* CRC. Press. Boca Raton, pp 137 -154.

- Kobayashi, D. Y., Reedy, R. M., Bick, J., & Oudemans, P. V. (2002). Characterization of a chitinase gene from *Stenotrophomonas maltophilia* strain 34S1 and its involvement in biological control. *Appl. Environ. Microbiol.*, 68(3), 1047-1054.
- Koneman, E., Allen, S., Janda, W., Schreckenberger, P., & Winn, W. (1999). Diagnóstico Microbiológico. 5 ta ed. *Argentina: Editorial Médica Panamericana*.
- Owen, D., Williams, A.P, Griffith, G.W., Wither, P.J.A. (2014). Use of commercial bio-inoculants to increase agricultural production through improved phosphorus acquisition. *App. Soil Ecol.* 86: 41-54.
- Jennerallf. (14 de 06 de 2017). *Analisis de Las variedades mas comerciales de arroz en Perú*. Obtenido de profesionalesdelagro: <https://profesionalesdelagro.com>
- Kantachote, D., Nunkaew, T., Kantha, T., Chaiprapat, S. (2016). Biofertilizers from *Rhodopseudomonas palustris* strains to enhance rice yields and reduce methane emissions. *Applied Soil Ecology*, 100: 154-161. Hat Yai 90112, Thailand.
- Kloepper, J.W. (1994). Plant growth-promoting rhizobacteria (other systems). *Azospirillum/plant associations.*, In Okon, pp137-154.
- Kremer, R. J., & Souissi, T. (2001). Cyanide production by rhizobacteria and potential for suppression of weed seedling growth. *Current microbiology*, 43(3), 182-186.
- Kucey R. (1983). Phosphate-solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils. *Canadian Journal Soil Science* 63: 671–678.
- Kumar, B., Vijayakumar, M., Govindarajan, R., & Pushpangadan, P. (2007). Ethnopharmacological approaches to wound healing—exploring medicinal plants of India. *Journal of Ethnopharmacology*, 114(2), 103-113. Hyderabad, India.
- Ladha, J. K., & Reddy, P. M. (2003). Nitrogen fixation in rice systems: state of knowledge and future prospects. *Plant and soil*, 252(1), 151-167.
- Lara C, Esquivel L, Negrete J. (2011). Bacterias nativas solubilizadoras de fosfato para incrementar los cultivos en el departamento de Córdoba-Colombia. *Biotechnología en el sector agropecuario y agroindustrial* 9(2): 114-120.
- Laskar, F. (2013). Documento de investigación Biotechnología Caracterización de las características promotoras del crecimiento vegetal de las bacterias diazotróficas y sus efectos de inoculación en el crecimiento y el rendimiento de los cultivos de arroz. *Biotechnología*, 2 (4).
- Latimer Joyce; Scoggins Holly; Marini Richard. (2003); Nutrition and Plant Growth Regulator Rates for High Quality Growth of Containerized Spiderwort

- (*Tradescantia virginiana* L.) faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia. 2-149.
- Lavenus, J., Goh, T., Roberts, I., Guyomarc'h, S., Lucas, M., De Smet, I. & Laplaze, L. (2013). Lateral root development in *Arabidopsis*: fifty shades of auxin. *Trends in plant science*, 18(8), 450-458.
- Layton, C., Maldonado, E., Monroy, L., Ramírez, L. C. C., & Leal, L. C. S. (2011). *Bacillus* spp.; perspectiva de su efecto biocontrolador mediante antibiosis en cultivos afectados por fitopatógenos. *Nova*, 9(16), 177-187.
- Martínez Racines, C. P., Tohme, J., López Gerena, J., Borrero Correa, J. C., McCouch, S. R., Roca, W. M., ... & Guimaraes, E. P. (1997). Estado actual del mejoramiento del arroz mediante la utilización de especies silvestres de arroz en CIAT.
- Maheshwari, D. K., Dheeman, S., & Agarwal, M. (2015). Phytohormone-producing PGPR for sustainable agriculture. In *Bacterial metabolites in sustainable agroecosystem* (pp. 159-182). Springer, Cham.
- Mayans, M., & Punschke, K. (2011). Selección de cepas de *Herbaspirillum* spp. Promotoras del crecimiento de arroz. *Agrociencia Uruguay*, 15(1), 19-26.
- Mishra, A.K., Mottaleb, K.A., Khanal A.R. and S. Mohanty. (2014). Abiotic stress and its impact on production efficiency: The case of rice farming in Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 199: 146-153.
- Ministerio De La Agricultura. (2006). Instructivo Técnico De Arroz. Centro Nacional De Sanidad Vegetal, Instituto De Investigaciones Del Arroz. 50- 55.
- Ministerio de Agricultura. (2012). El arroz: Principales aspectos de la cadena productiva. Dirección General de Competitividad Agraria. Primera edición. Lima-Perú.
- Morrissey J, Guerinot M L. (2009). Iron uptake and transport in plants: the good, the bad, and the ionome. *Chem. Rev.*109: 4553–4567.
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO). (2013). Situación alimentaria mundial. Nota informativa de la FAO.
- Paul N, Sundara W. (1971). Phosphate-dissolving bacteria in the rhizosphere of some cultivated legumes. *Plant and Soil* 35: 127-132.
- Pedraza, R. O., Teixeira, K. R., Scavino, A. F., de Salamone, I. G., Baca, B. E., Azcón, R., & Bonilla, R. (2010). Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. *Revisión. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(2), 155-164. Tucumán. Argentina.

- Pérez E, Sulbaran M, Ball M, Yarzabal L. (2007). Isolation and characterization of mineral phosphate-solubilizing bacteria naturally colonizing a limonitic crust in the south-eastern Venezuelan region. *Soil. Biol. Biochem* 39: 2905–2914.
- Persello-Cartieaux, F., David, P., Sarrobert, C., Thibaud, M. C., Achouak, W., Robaglia, C., & Nussaume, L. (2001). Utilization of mutants to analyze the interaction between *Arabidopsis thaliana* and its naturally root-associated *Pseudomonas*. *Planta*, 212(2), 190-198.
- Persons, D. (1993). “Manual para educación agropecuaria - Arroz” editorial Trilla – México Págs. 320 pág.
- Purves, W. K., Sadava, D., Orians, G. H., & Heller, H. C. (1997, December). Life: Science of Biology 5e/Im. Institute of Electrical & Electronics Engineers.
- Quirós, R., & Ramírez, C. (2016). Evaluación de la fertilización nitrogenada en arroz inundado. *Agronomía mesoamericana*, 17(2), 179-188. Jaco, Costa Rica.
- Rawat, S.K., Singh, R.K., and R.P. (2012). Remediation of nitrite in ground and surface waters using aquatic macrophytes. *Journal of Environmental Biology*, 33: 51-56.
- Rosas S, Rovera M, Correa J. (2006). Phosphate-solubilizing *Pseudomonas putida* can influence the rhizobia–legume symbiosis. *Soil. Biol. Biochem.* 38: 3502–3505.
- Rodríguez H, Fraga R. (1999). Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Research review paper. *Biotechnology Advances* 17: 319-339.
- Rubio G. (2002). Conectando el fósforo del suelo con la planta. *Informaciones agronómicas del cono sur* 16: 19:23.
- Salisbury F. (1994). Fisiología Vegetal. Editorial Iberoamericana. México. Pp 759.
- Santner, A. y Estelle, M. (2009). Avances recientes y tendencias emergentes en la señalización de hormonas vegetales. *Nature* , 459 (7250), 1071.
- Sanzano, A. (2006). Fosforo del suelo. *Química del suelo*. [Fecha de acceso 6 de Abril de 2013]. URL disponible en: <http://www.edafo.com.ar/Descargas/Cartillas/Fosforo%20del%20Suelo.pdf>.
- Sashidhar, B., & Podile, A. R. (2010). Mineral phosphate solubilization by rhizosphere bacteria and scope for manipulation of the direct oxidation pathway involving glucose dehydrogenase. *Journal of applied microbiology*, 109(1), 1-12.
- Somasegaran, P. (1994). Counting rhizobia by a plant infection method. In handbook for rhizobia (pp. 58-64). Springer, New York, NY.

- USDA, United States Department Agrary. (2016). <http://www.ers.usda.gov/publications/rcs-rice-outlook.aspx>.
- Van, V. T., Berge, O., Ke, S. N., Balandreau, J., & Heulin, T. (2000). Repeated beneficial effects of rice inoculation with a strain of *Burkholderia vietnamiensis* on early and late yield components in low fertility sulphate acid soils of Vietnam. *Plant and Soil*, 218(1-2), 273-284.
- Wong, W. S., Tan, S. N., Ge, L., Chen, X., & Yong, J. W. H. (2015). The importance of phytohormones and microbes in biofertilizers. In *Bacterial metabolites in sustainable agroecosystem* (pp. 105-158). Springer, Cham.
- Yanni, Y. G., & Dazzo, F. B. (2010). Enhancement of rice production using endophytic strains of *Rhizobium leguminosarum bv.trifolii* in extensive field inoculation trials within the Egypt Nile delta. *Plant and soil*, 336(1-2), 129-142.
- Yang, J., Kloepper, J. W., & Ryu, C. M. (2009). Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends in plant science*, 14(1), 1-4. Daejeon, South Korea.
- Zhang K ,Yuan Z, Cao Q,Ata-Ul-Karim ST, Tian Y, Zhu Y, Liu X. (2016). Optimal leaf positions for SPAD meter measurement in rice. *Frontiers in plant science*, 7, 719.

ANEXOS

Metodología del Experimento



Figura 1: Sitio experimental “Bajo Mayo – Juan Guerra”



Figura 2: Sitio experimental “Huallaga Central – Bellavista”



Figura 3: Sitio experimental “Alto Mayo – Nueva Cajamarca”

Inoculante consorcio bacteriano



Figura 4: B. ubonensis La3c3
bitternis P9a3m



Figura 5: B. vietnamiensis Lala4



Figura 6: C.

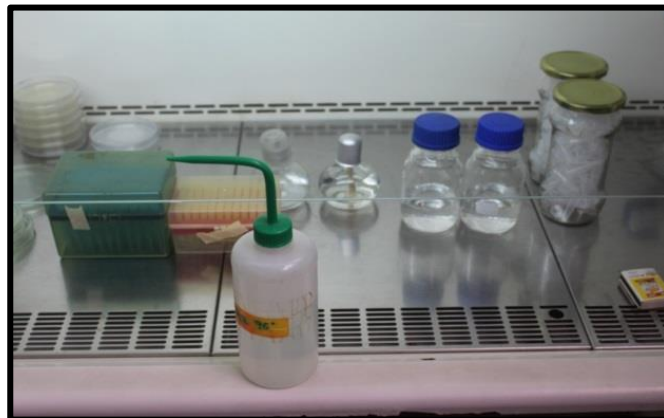


Figura 7: Preparación del inóculo



Figura 8: Inoculantes líquidos y sólidos preparados para la inoculación en campo



Figura 9: Preparación del terreno para la siembra en Carhuapoma – Bellavista



A) Semilla de arroz. B) Preparación del inóculo líquido. C) Semillas de arroz con el inoculante líquido. D) Semillas de arroz con inoculante sólido. E) Mezcla de las soluciones por unos 10 min. F) Reposo de las semillas de arroz bajo sombra por una hora. G) Siembra de las semillas de arroz en camas almacigueras.

Figura 10: Inoculación en etapa de almácigo



Figura 11: Medición de clorofila con el equipo (Konica Minolta, SPAD), en Carhuapoma
– Bellavista



Figura 12: Medición de la longitud de panícula de arroz



Figura13: Contando los números de granos por panícula



Figura 14: Granos molidos para la determinación el contenido de NPK, en grano



Figura 15: Los granos de arroz pasando por la molinera del INIA

Validación agronómica de un consorcio bacteriano inoculado en arroz (*Oryza sativa* L.) en tres valles de la región San Martín

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

1library.co

Fuente de Internet

2%

2

repositorio.unsm.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

www.sci.unal.edu.co

Fuente de Internet

1%

4

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

5

www.scielo.org.co

Fuente de Internet

1%

6

repository.javeriana.edu.co

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

idus.us.es

Fuente de Internet

<1%