UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2017

INFORME DE INVESTIGACIÓN

# Efecto de la aplicación de biofertilizantes en la productividad del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones de campo en la región San Martín

AUTORES:

Blgo. Dr. Winston Franz Ríos Ruiz (Coordinador)
Blgo. Dr. Jorge Torres Delgado

COLABORADORES:

Blgo. M. Sc. Renzo Alfredo Valdes Nuñez
Ing. M. Sc. José Carlos Rojas García
Egre. Agron. Rony Castro Tuanama

Tarapoto - Perú
2019

Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO - PERU

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.
Vea una copia de esta licencia en http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

Obra publicada con autorización del autor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO
CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2017

# INFORME DE INVESTIGACIÓN

## Efecto de la aplicación de biofertilizantes en la productividad del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones de campo en la región San Martín

AUTORES:

Blgo. Dr. Winston Franz Ríos Ruiz (Coordinador)
Blgo. Dr. Jorge Torres Delgado

COLABORADORES:

Blgo. M. Sc. Renzo Alfredo Valdes Nuñez
Ing. M. Sc. José Carlos Rojas García
Egre. Agron. Rony Castro Tuanama

Tarapoto - Perú
2019

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

## ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

## INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

## CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2017

**INFORME DE INVESTIGACIÓN**

**Efecto de la aplicación de biofertilizantes en la productividad del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones de campo en la región San Martín**


**AUTORES**
**Blgo. Dr. Winston Franz Ríos Ruiz (Coordinador)**
**Blgo. Dr. Jorge Torres Delgado**

**COLABORADORES**
**Blgo. M.Sc. Renzo Alfredo Valdez Nuñez**
**Ing. M.Sc. José Carlos Rojas García**
**Rony Castro Tuanama**



**Tarapoto, Perú**

**2019**

# Declaratoria de Autenticidad

**Winston Franz Ríos Ruíz**, con DNI N°01120961 y **Jorge Torres Delgado,** con DNI N°01146224, Docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Autores del Informe de Investigación titulado: **Efecto de la aplicación de biofertilizantes en la productividad del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones de campo en la región San Martín**.

Declaramos bajo juramento que:

1. El Informe de Investigación presentado es de nuestra autoría.
2. Respetamos las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, el Informe de Investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
3. El Informe de Investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en el Informe de Investigación se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.

Tarapoto, 05 de abril de 2019.

**Winston Franz Ríos Ruiz**
DNI N° 01120961

**Jorge Torres Delgado**
DNI N° 01146224

**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.**

**1. Datos del autor:**

| | |
|---|---|
| **Apellidos y nombres:** RIOS RUIZ WINSTON FRANZ | |
| **Código de alumno :** | **Teléfono:** 978955820 |
| **Correo electrónico :** wrios@unsm.edu.pe | **DNI:** 01120961 |

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

| | |
|---|---|
| **Facultad de:** CIENCIAS AGRARIAS | |
| **Escuela Profesional de:** AGRONOMIA | |

**3. Tipo de trabajo de investigación**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tesis | ( ) | Trabajo de investigación | (X) |
| Trabajo de suficiencia profesional | ( ) | | |

**4. Datos del Trabajo de investigación**

| | |
|---|---|
| **Titulo:** EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTES EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE ARROZ (ORYZA SATIVA L.) BAJO CONDICIONES DE CAMPO EN LA REGION SAN MARTIN | |
| **Año de publicación:** | |

**5. Tipo de Acceso al documento**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acceso público * | (X) | Embargo | ( ) |
| Acceso restringido ** | ( ) | | |

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

| |
|---|
| |
| |

**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

**7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS***

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons,* con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **"Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".**

.....

Firma del Autor

**8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.**

Fecha de recepción del documento:

13 / 09 / 2019

.....

Firma del Responsable de Repossitorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto**: uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.**

**1. Datos del autor:**

| | |
|---|---|
| **Apellidos y nombres:** TORRES DELGADO JORGE | |
| **Código de alumno :** | **Teléfono:** 942401250 |
| **Correo electrónico :** jotode@gmail.com | **DNI:** 01146224 |

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

| |
|---|
| **Facultad de:** Ciencias de la Salud |
| **Escuela Profesional de:** Enfermería |

**3. Tipo de trabajo de investigación**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tesis | ( ) | Trabajo de investigación | (X) |
| Trabajo de suficiencia profesional | ( ) | | |

**4. Datos del Trabajo de investigación**

| |
|---|
| **Titulo:** EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTES EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE ARROZ (Oryza sativa L.) BAJO CONDICIONES DE CAMPO EN LA REGION SAN MARTIN. |
| **Año de publicación:** |

**5. Tipo de Acceso al documento**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acceso público * | (X) | Embargo | ( ) |
| Acceso restringido ** | ( ) | | |

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

| |
|---|
| |
| |

**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

**7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS***

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons,* con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **"Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".**

.....

Firma del Autor

**8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.**

Fecha de recepción del documento:

13 / 09 / 2019

.....

Firma del Responsable de Repossitorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto**: uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

# Dedicatoria

A mi esposa Beatriz, y a mis hijos Natalie y Franz, quienes son motivo de superación en mi vida.

Winston Franz Ríos Ruiz

A mi familia, por su amor y cariño.

Jorge Torres Delgado

# Agradecimiento

A la Universidad Nacional de San Martin – Tarapoto (UNSM-T), a través del Instituto de Investigación y Desarrollo por el aporte financiero para el desarrollo de la presente investigación con Resolución N° 248-2017-UNSM/CU-R/NLU.

Al equipo de investigación del laboratorio de Microbiología Agrícola “Raúl Ríos Reátegui” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM-T.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Estación experimental de Juan Guerra, por las facilidades brindadas para la instalación y conducción del experimento de campo.

A todas y cada una de las personas que hicieron posible la ejecución del presente trabajo.

# Índice General

Dedicatoria....iv
Agradecimiento ....v
Índice General....vi
Índice de Tablas....xii
Índice de Figuras .... xiii
Resumen ....xiv
Abstract....xv
Introducción....1
CÁPITULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA....2
CAPITULO II MATERIAL Y MÉTODOS ....4
2.1. Bacterias PGPR empleadas ....4
2.2. Identificación taxonómica de bacterias PGPR ....4
2.3. Preparación de inoculantes....5
2.4. Establecimiento del diseño experimental en campo ....5
2.5. Método de inoculación....9
2.6. Muestreo y cosecha ....10
2.7. Análisis estadísticos ....11
CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN ....12
3.1. Promoción de crecimiento a los 30 días (almácigos)....12
3.2. Evaluación de clorofila a los 60 días de instalado el cultivo ....13
3.3. Evaluación de clorofila a los 90 de instalado el cultivo....13
3.4. Evaluación de parámetros de rendimiento ....13
3.4.1. Rendimiento en paja....13
3.4.2. Altura de la planta. ....14
3.4.3. Número de macollos por golpe. ....15
3.4.4. Peso de 1000 granos.....16
3.4.5. Longitud de panícula.....16
3.4.6. Número de panojas por golpe. ....17
3.4.7. Número de granos por panícula. ....17
3.4.8. Rendimiento en grano. ....17
3.5. Evaluación de parámetros de calidad molinera....19

3.6. Análisis de costo/beneficio ..... 21
3.7. Evaluación de la incidencia de enfermedades en hoja y panoja ..... 22
CONCLUSIONES ..... 31
RECOMENDACIONES ..... 32
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS ..... 33
ANEXOS ..... 38
Anexo 1. Diseño del área experimental para la instalación de las parcelas de los diferentes tratamientos ..... 38
Anexo 2. Análisis de Varianza para medias de longitud de raíz (cm) y longitud de parte aérea (cm) de tratamientos inoculados durante la etapa de almácigo, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. ..... 39
Anexo 3. Análisis de Varianza para medias del Peso seco de raíz (g) y Peso seco de la parte aérea (g) en tratamientos inoculados durante la etapa de almácigo, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. ..... 40
Anexo 4. Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para los niveles de clorofila a los 60 días después de la siembra, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. ..... 41
Anexo 5. Efecto de los tratamientos inoculantes sobre el nivel de clorofila (SPAD) en arroz variedad Esperanza a los 60 días después de la siembra. ..... 42
Anexo 6. Efecto de los tratamientos inoculantes sobre el nivel de clorofila (SPAD) en arroz variedad Esperanza a los 60 días después de la siembra ..... 42
Anexo 7. Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para el rendimiento en paja (t/ha), empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. ..... 43
Anexo 8. Efecto de las dosis de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento en paja (t/ha) en arroz variedad “La Esperanza”. ..... 44
Anexo 9. Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para la altura de la planta (cm) empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. ..... 45
Anexo 10. Efecto de las dosis de fertilización nitrogenada sobre la altura de la planta (cm) en arroz variedad “La Esperanza”. ..... 46

Anexo 11. Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para el peso de 1000 granos de semilla empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. .....47
Anexo 12. Efecto de las dosis de fertilización nitrogenada sobre el peso de 1000 granos en arroz variedad “La Esperanza”. .....48
Anexo 13. Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para el peso de 1000 granos de semilla empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. .....49
Anexo 14. Efecto de las dosis de fertilización nitrogenada sobre la longitud de panícula (cm) en arroz variedad “La Esperanza”. .....50
Anexo 15. Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para el número de panojas por golpe empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. .....51
Anexo 16. Efecto de las dosis de fertilización nitrogenada sobre el número de panojas por golpe en arroz variedad “La Esperanza”. .....52
Anexo 17. Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para el número de granos por panícula empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. .....53
Anexo 18. Efecto de las dosis de fertilización nitrogenada sobre el número de granos por panícula en arroz variedad “La Esperanza”. .....54
Anexo 19. Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento inoculado con la cepa Burkholderia ubonensis la3a3, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. .....55
Anexo 20. Efecto de las dosis de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad “La Esperanza” inoculado con la cepa Burkholderia ubonensis la3a3. .....55
Anexo 21. Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento inoculado con la cepa Citrobacter bitternis p9a3m, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. .....56
Anexo 22. Efecto de las dosis de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad “La Esperanza” inoculado con la cepa Citrobacter bitternis p9a3m. .....56

Anexo 23. Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento inoculado con la cepa Bacillus megaterium la1a4, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. ..... 57
Anexo 24. Efecto de las dosis de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad “La Esperanza” inoculado con la cepa Bacillus megaterium la1a4. ..... 57
Anexo 25. Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento inoculado Burkholderia ubonensis la3a3 + Bacillus megaterium la1a4, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. ..... 58
Anexo 26. Efecto de las dosis de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad “La Esperanza” inoculado con Burkholderia ubonensis la3a3 + Bacillus megaterium la1a4. ..... 58
Anexo 27. Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento inoculado con la cepa Burkholderia ubonensis la3a3 + Citrobacter bitternis p9a3m, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. ..... 59
Anexo 28. Efecto de las dosis de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad “La Esperanza” inoculado con la cepa Burkholderia ubonensis la3a3 + Citrobacter bitternis p9a3m. ..... 59
Anexo 29. Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento inoculado con la cepa Citrobacter bitternis p9a3m + Bacillus megaterium la1a4, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. ..... 60
Anexo 30. Efecto de las dosis de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad “La Esperanza” inoculado Citrobacter bitternis p9a3m + Bacillus megaterium la1a4. ..... 60
Anexo 31. Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento inoculado con la cepas Burkholderia ubonensis la3a3 + Citrobacter bitternis p9a3m + Bacillus megaterium la1a4, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. ..... 61
Anexo 32. Efecto de las dosis de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad “La Esperanza” inoculado con la cepas

Burkholderia ubonensis la3a3 + Citrobacter bitternis p9a3m + Bacillus megaterium la1a4. ..... 61
Anexo 33. Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento sin inocular, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. ..... 62
Anexo 34. Efecto de las dosis de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad “La Esperanza” sin inocular. ..... 62
Anexo 35. Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento sin fertilización nitrogenada, bajo diferentes tratamientos inoculantes, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. ..... 63
Anexo 36. Efecto de los tratamientos inoculantes sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad “La Esperanza” sin fertilización. ..... 63
Anexo 37. Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento al 25% de fertilización nitrogenada, bajo diferentes tratamientos inoculantes, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. ..... 64
Anexo 38. Efecto de los tratamientos inoculantes sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad “La Esperanza” al 25% de fertilización nitrogenada. ..... 64
Anexo 39. Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento al 50% de fertilización nitrogenada, bajo diferentes tratamientos inoculantes, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. ..... 65
Anexo 40. Efecto de los tratamientos inoculantes sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad “La Esperanza” al 50% de fertilización nitrogenada. ..... 65
Anexo 41. Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento al 75% de fertilización nitrogenada, bajo diferentes tratamientos inoculantes, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. ..... 66
Anexo 42. Efecto de los tratamientos inoculantes sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad “La Esperanza” al 75% de fertilización nitrogenada. ..... 66
Anexo 43. Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento al 100% de fertilización nitrogenada, bajo diferentes tratamientos inoculantes, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza. ..... 67
Anexo 44. Efecto de los tratamientos inoculantes sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad “La Esperanza” al 100% de fertilización nitrogenada. ..... 67

Anexo 45. Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para el porcentaje de grano entero empleando el test Scott & Knott al 95% de confianza. ..... 68
Anexo 46. Efecto de los tratamientos inoculantes sobre el porcentaje de grano entero en arroz variedad “La Esperanza”. ..... 69
Anexo 47. Efecto de las dosis fertilizantes sobre el porcentaje de grano entero en arroz variedad “La Esperanza”. ..... 69
Anexo 48. Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para el porcentaje de grano quebrado empleando el test Scott & Knott al 95% de confianza. ..... 70
Anexo 49. Efecto de las dosis de fertilizantes sobre el porcentaje de grano quebrado en arroz variedad “La Esperanza”. ..... 71
Anexo 50. Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para el porcentaje de grano total empleando el test Scott & Knott al 95% de confianza ..... 72
Anexo 51. Efecto de las dosis de fertilizantes sobre el porcentaje de grano total en arroz variedad “La Esperanza”. ..... 73
Anexo 52. Informe del INIA, Estación Experimental El Porvenir – San Martin, sobre la estructura de costos de producción de arroz del presente trabajo. ..... 74

# Índice de Tablas

**Tabla 1** *Caracterización fisicoquímica del suelo de la parcela experimental.* ..... 7

**Tabla 2** *Efecto de la inoculación de bacterias con características PGRP sobre parámetros vegetativos en plantas de arroz variedad "La Esperanza" durante la etapa de almácigo a los 30 días después de la inoculación bajo condiciones de campo.* ..... 23

**Tabla 3** *Efecto de siete tratamientos de inoculación con cepas PGPR bajo cinco diferentes dosis de fertilización nitrogenada sobre el nivel de clorofila (SPAD) en el cultivo de arroz variedad "La Esperanza" a los 60 días después de instalado el cultivo.* ..... 24

**Tabla 4** *Efecto de siete tratamientos de inoculación con cepas PGPR bajo cinco diferentes dosis de fertilización nitrogenada sobre el nivel de clorofila (SPAD) en cultivo de arroz variedad "La Esperanza" a los 0 días después de instalado el cultivo.* ..... 25

**Tabla 5** *Rendimiento de paja (REP), Altura de la planta (H) y Número de macollos por golpe (NMG) en un cultivar de arroz "La Esperanza" inoculadas con bacterias PGPR en la presencia de diferentes dosis de fertilización nitrogenada.* ..... 26

**Tabla 6** *Peso de mil granos (PMG), la longitud de panícula (LP) (cm). Número de panojas por golpe (NPG) y Número de graos por panícula (NPG) en un cultivar de arroz "La esperanza" inoculadas con bacterias PGPR en la presencia de diferentes dosis de fertilización nitrogenada.* ..... 27

**Tabla 7** *Efecto de siete tratamientos de inoculación de cepas PGPR bajo cinco diferentes dosis de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento (t/Ha del cultivo de arroz variedad "La Esperanza".* ..... 28

**Tabla 8** *Calidad molinera (grano quebrado y grano entero (%) en un cultivar de arroz "La Esperanza" inoculadas con bacterias PGPR en la presencia de diferentes niveles de fertilización nitrogenada.* ..... 29

**Tabla 9** *Costos de producción y análisis de rentabilidad del uso de inoculantes en el cultivo de arroz variedad "La esperanza" en la región San Martín.* ..... 30

# Índice de Figuras

***Figura 1.*** Producción de inoculante conteniendo Burkholderia uboniae cepa la3c3, crecido hasta alcanzar la fase logarítmica y embolsado para su traslado a campo. ..... 5

***Figura 2.*** Coordinación inicial de actividades para instalación de ensayos en campo en la Estación Experimental "El Porvenir"- Juan Guerra-San Martín y Vista panorámica de área experimental. ..... 6

***Figura 3.*** Instalación e inoculación de almácigos. A. Vista de las camas almacigueras. B. Abrigo de semillas por 24 horas para su germinación. C. Vista de semillas germinadas. D. Inoculación individual de semillas en bolsas individuales. E. Mezclado de semillas e incubación por 1 hora antes del sembrado. F. Preparación de inoculante combinado en proporción (1:1:1). G. Inoculación de semillas con inoculante en consorcio. ..... 7

***Figura 4.*** Vista panorámica del almácigo a los 15 días después de la instalación. ..... 8

***Figura 5.*** Instalación e inoculación de trasplante. A. Vista de los inoculantes preparados. B. Toma de muestra para determinación de población bacteriana. C. Instalación de tratamientos para trasplante. D. Formación de garbas para su traslado desde cama almaciguera a zona de trasplante. E. Conservación de inoculantes. F. Preparación y dilución de inoculantes para su distribución. ..... 9

***Figura 6.*** Inoculación de garbas para el trasplante de arroz. ..... 10

***Figura 7.*** Trasplante de almácigos a campo experimental ..... 10

***Figura 8.*** Muestreo y cosecha de área experimental. ..... 11

***Figura 9.*** Ganancia de peso seco de la parte aérea en plántulas de 30 días para trasplante. ..... 13

# Resumen

El arroz es el cereal más importante para más del 50% de la población mundial. Debido a que el cultivo de arroz es altamente dependiente de la fertilización química nitrogenada, requiere grandes cantidades para alcanzar el máximo potencial de rendimiento. Dentro de la estrategia de manejo integrado de nutrientes, el diseño y uso de inoculantes a base de consorcios bacterianos nativos es una acertada propuesta. Acorde a ello, el presente estudio, tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inoculación individual y en combinación de tres cepas de bacterias promotoras del crecimiento vegetal seleccionadas en invernadero, *Burkholderia ubonensis* la3c3, *Bacillus megaterium* la1a4 y *Citrobacter bitternis* p9a3m, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada (0, 25, 50, 75 y 100%). El ensayo se realizó en el distrito de Juan Guerra-San Martín, en un ensayo de Parcelas divididas. Los inoculantes evaluados fueron a base de soporte líquido con una población superior a $10^9$ UFC/ml, empleando dos momentos de inoculación, durante el almácigo y al momento del trasplante. Después de 135 días de periodo vegetativo, y cumpliendo el calendario fitosanitario correspondiente al cultivo bajo condiciones de selva alta, se realizó la cosecha del grano y medición de parámetros agronómicos como Rendimiento en grano y paja (t/ha), Longitud de panícula (cm), Número de granos por panícula, Peso de 1000 granos, Número de macollos por golpe, así mismo el parámetro de Calidad molinera como grano entero, quebrado y total. El rendimiento obtenido en el tratamiento fertilizado con N al 75% fue superior al tratamiento recibiendo el 100% de la fertilización nitrogenada. Se concluye que el uso de consorcios bacterianos nativos mejora el rendimiento en grano (13,5%), incrementa la calidad molinera (5,14%) y disminuye la incidencia de añublo bacterial del producto, por lo que constituye una alternativa para mejorar la productividad del cultivo de arroz en la región San Martín.

**Palabras clave:** Biofertilizante, PGPRs, Fertilización nitrogenada, Productividad de arroz.

# Abstract

Rice is the most important cereal for more than 50% of the world's population. Because rice cultivation is highly dependent on nitrogenous chemical fertilization, it requires large quantities to achieve maximum yield potential. Within the strategy of integrated nutrient management, the design and use of inoculants based on native bacterial consortiums is a successful proposal. Accordingly, the present study aimed to evaluate the effect of individual inoculation and in combination of three strains of plant growth promoting bacteria selected in greenhouse, *Burkholderia ubonensis* la3c3, *Bacillus megaterium* la1a4 and *Citrobacter bitternis* p9a3m, under different doses of fertilization nitrogenated (0, 25, 50, 75 and 100%). The experiment was conducted in the district of Juan Guerra-San Martín, in a trial of divided plots. The evaluated inoculants were based on liquid support with a population greater than $10^9$ CFU / ml, using two inoculation moments, during nursery and at the time of transplant. After 135 days of vegetative period, and fulfilling the phytosanitary calendar corresponding to the crop under conditions of high forest, the harvest of the grain was carried out and measurement of agronomic parameters such as yield in grain and straw (t / ha), Panicle length (cm), Number of grains per panicle, Weight of 1000 grains, Number of tillers per stroke, likewise the milling quality parameter as whole, broken and total grain. The yield obtained in the treatment fertilized with N at 75% was superior to the treatment receiving 100% of the nitrogen fertilization. It is concluded that the use of native bacterial consortiums improves the yield in grain (13.5%), increases the milling quality (5.14%) and decreases the incidence of bacterial blight of the product, so it constitutes an alternative to improve the productivity of rice cultivation in the San Martín region.

**Keywords:** Biofertilizer, PGPRs, Nitrogen fertilization, Rice productivity.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
Dirección
CENTRO DE IDIOMAS

# Introducción

El presente trabajo refleja los resultados de los experimentos realizados en condiciones de campo de la aplicación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) en combinación con fertilizantes nitrogenados en el cultivo de arroz. Se debe indicar que para realizar este trabajo se realizaron dos investigaciones previas, la primera, realizada en el año 2015, que consistió en la búsqueda de bacterias con propiedades PGPR, como fijar nitrógeno atmosférico, solubilizar fosfatos, producir hormonas que favorecen el crecimiento y hasta contar con propiedades de control contra patógenos. La segunda investigación se realizó en el año 2016, la misma que consistió en evaluar el potencial biofertilizante de cinco cepas de bacterias rizosféricas, aisladas en la primera investigación, en presencia de fertilización química (N, P) y en condiciones de invernadero. Los Informes Finales de cada una de las investigación se encuentran en la Oficina de Investigación y desarrollo de la UNSM-T.

En el año 2017, se continuó con el desarrollo de esta línea de investigación. Tres cepas de bacterias (*Burkholderia ubonensis* la3c3, *Bacillus megaterium* la1a4 y *Citrobacter bitternis* p9a3m) que mejor respondieron en condiciones de invernadero fueron ahora evaluadas en condiciones de campo tentando evaluar el efecto de la inoculación en combinación con fertilización nitrogenada a fin de conocer cuál es la mejor de ellas que promueva un mayor rendimiento.

Los resultados son promisorios, ya que se observó que con la inoculación de las bacterias PGPR combinadas con el 75% de la dosis completa (100%) de fertilización nitrogenada, se obtuvo igual producción que los tratamientos no inoculados pero fertilizados con el 100% de fertilización nitrogenada. Esta reducción del 25% en la aplicación de compuestos químicos nitrogenados, de ser implementada, podría contribuir a mejorar la economía del agricultor y además a preservar el medio ambiente.

# CÁPITULO I
# REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El arroz (*Oryza sativa* L.) constituye una importante fuente de carbohidratos y proteínas para la población a nivel mundial y debido a su amplia distribución es un cultivo estratégico para la seguridad alimentaria (IRRI, 2016). Las proyecciones de producción total de arroz para el periodo 2017/18 planteadas para Filipinas, Pakistán, Ecuador y Rusia, alcanzarían 484,7 millones de TN. El consumo mundial de arroz se proyecta en un récord de 481,7 millones de TN, 0,15 millones de TN por encima de 2016/17 (USDA, 2018).

En el Perú, la región San Martin es el primer productor de arroz a nivel nacional con una superficie cosechada de 101 255 ha y una producción promedio por ha de 7 TN (MINAGRI, 2017). Esta extensa área sembrada demanda el uso de una gran cantidad de agroquímicos para obtener una adecuada producción. Según MINAGRI (2017) el cultivo de arroz requiere 150 Kg de Nitrógeno por ha, sin embargo en la mayoría de los casos se supera esta cantidad, originando alteraciones en las propiedades del suelo. Por otro lado, el uso descontrolado de estos fertilizantes en la agricultura ocasiona contaminación en todos los niveles del ecosistema. En cuerpos de agua ocasionan la eutrofización, en la atmósfera son liberados óxido nitroso y óxido nítrico, gases de efecto invernadero (Torres et al., 2016), y en el suelo, cambios químicos (disminución de la relación C/N) y biológicos (alteraciones en la composición y estructura de las comunidades microbianas).

Una alternativa para aminorar el desmedido uso de los agroquímicos en el cultivo de arroz lo constituye el uso de bacterias PGPR como una estrategia sostenible para incrementar el rendimiento en grano, reduciendo los niveles de fertilización química así como el abuso de pesticidas. Las bacterias PGPR promueven el crecimiento de las plantas mediante la mejora en la captación de nutrientes debido al aumento de la superficie radical (Pérez-Montaño et al., 2013). Las propiedades de promoción de crecimiento en el cultivo de arroz de este grupo de bacterias está ampliamente discutido en diversas publicaciones (Araújo et al., 2013; Baldani et al., 2000; Ferreira et al., 2010; Lucas et al., 2014; Nico et al., 2012). Trabajos específicos utilizando determinadas cepas PGPR fueron desarrollados por Habib et al. (2016), quienes evaluaron un total de

30 cepas de bacterias rizoféricas, sobresaliendo dos cepas con capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, producir AIA y solubilizar fosfato tricálcico insoluble, *Bacillus* sp. UPMR7 y *Citrobacter* sp. UPMR17. Estas cepas 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. Por su parte, Yadav et al. (2014) inocularon un consorcio de *Pseudomonas* (CPC) en inóculo mixto con *Azotobacter chroococcum* y *Azospirillum brasilense* en la variedad de arroz BPT 5204, siendo el rendimiento y contenido de N, P, K en granos, superior al control sin inocular. A su vez Thakuria et al. (2004), reportaron la presencia de bacterias rizosféricas de los géneros *Azospirillum, Bacillus* y *Pseudomona* y al ser inoculadas en arroz, evidenciaron un incremento en el rendimiento en grano de hasta 76% con respecto al control. Asi mismo, Keyeo et al. (2011), observaron que la inoculación de *Azospirillum brasilense*, *Herbaspirillum seropedicae*, *Enterobacter* y *Gluconacetobacter*, incrementaron el rendimiento en grano de hasta un 23,7%, con respecto al control.

Considerando que el cultivo de arroz es una actividad importante en la región San Martin donde el nitrógeno es el nutriente más limitante para la producción, y que solo la tercera parte de los fertilizantes sintéticos nitrogenados son aprovechados por las plantas, encontrar alternativas para reducir y/o optimizar el uso de los fertilizantes nitrogenados y fosfatados sintéticos aplicados al cultivo de arroz es una necesidad urgente. Es por esta razón que el equipo de investigación del laboratorio de Microbiología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, realizó la continuidad de las investigaciones iniciadas en el año el 2015 desde el aislamiento de bacterias con características PGPR (Ríos-Ruiz, 2016) hasta su evaluación en condiciones de invernadero (año 2016) y de campo (año 2017), justamente los resultados de esta última etapa se exponen en el presente informe.

# CAPITULO II
# MATERIAL Y MÉTODOS

## 2.1. Bacterias PGPR empleadas

Las cepas de bacterias rizosféricas utilizadas en esta investigación 9LB, 22P y 12LB permitieron una promoción del crecimiento del cultivo arroz variedad La Esperanza, bajo condiciones de invernadero. Las cepas fueron identificadas por amplificación y secuenciación del gen 16S rRNA en la Estación Experimental del Zaidín (Agencia Estatal CSIC, Granada, España). Las cepas que estuvieron conservadas en gliceroles a -20°C en el laboratorio de Microbiología Agrícola de la FCA, fueron reactivadas en medio TSA (de Souza et al. 2012).

## 2.2. Identificación taxonómica de bacterias PGPR

Los aislamientos bacterianos fueron sembrados en 3 ml de medio líquido TSA, se incubaron a 30ºC, en agitación a 120 rpm por 24 horas hasta alcanzar la fase final de crecimiento logarítmico (DO600 ~ 0.6). Luego, las células se recogieron mediante centrifugación a 12 000 rpm x 3 minutos, a temperatura ambiente.

Para la obtención de ADN genómico se utilizó el producto comercial Real Pure Genomic DNA Extraction, de Durviz S.L., siguiendo las siguientes instrucciones del fabricante. La cuantificación se llevó a cabo utilizando un espectrofotómetro NanoDrop, modelo ND1000 (Thermo Fisher Scientific, USA). La amplificación del gen 16S rRNA se llevó a cabo mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) utilizando los cebadores fD1 y rD1 y condiciones descritas por Weisburg et al. (1991). Los productos de amplificación (4-5 µl) se suplementaron (4:1 v/v) con solución de carga (SC, 40% sacarosa, 0,25% azul de bromofenol) más Gel Red (20 µl/1ml de SC) y se emplearon para cargar geles de agarosa al 0,7% preparados en solución tampón TBE (trizma base, 10 g/l; ácido bórico 5,5 g/l y EDTA, 0,90 g/l, pH 8,5). La electroforesis se realizó empleando una corriente continua de 60 V y los geles se fotografiaron bajo luz UV. Como marcador de tamaño molecular se utilizó el denominado Molecular Marker III (Roche). En los geles se comprobó la presencia de una banda de ADN de tamaño molecular aproximado de ~ 1.500 pares de bases (pb). La mezcla de reacción para la secuenciación de ADN se preparó en un microtubo de 0,5 ml que contenía ADN (40-100 ng), el cebador específico (6,4 picomoles) y agua bidestilada hasta un volumen final

de 12 µl. Las reacciones de secuenciación se llevaron a cabo en un equipo Perkin Elmer, modelo ABI PRISM 3130xl que pertenece al Servicio de Secuenciación de ADN de la Estación Experimental del Zaidín (Agencia Estatal CSIC, Granada).

Las secuencias obtenidas se visualizaron y editaron mediante el programa CHROMAS y se compararon con las secuencias depositadas en GenBank mediante el programa BLASTN (Altschul et al., 1990) utilizando los servicios del National Center for Biotechnology Information (NCBI, www.ncbi.nlm.nih.gov/). En el caso de secuencias del gen 16S rRNA de especies tipo se empleó el programa EZ-Taxon (Kim et al., 2012). El análisis filogenético se realizó empleando el programa MEGA6 (Tamura et al., 2013). Este sistema utiliza Clustal W (Thompson et al., 1994) para los alineamientos, el modelo de 2 parámetros de Kimura (Kimura, 1980) para el cálculo de distancias y el algoritmo de agrupamiento Neighbor-joining (Saitou & Nei, 1987) para la elaboración de los árboles filogenéticos. El análisis de confianza (bootstrap) se basó en 1000 repeticiones. Las tablas de similitudes se construyeron utilizando Phydit versión 3,1 (Chun, 2001), que emplea Clustal X (Larkin et al., 2007) para alinear las secuencias.

## 2.3. Preparación de inoculantes

Cada una de las cepas fue crecida en caldo Soya Triptona (TSB) suplementada con el 0,5% de Carboxilmetilcelulosa y con agitación a 170 rpm a 28°C, y fue incubada durante 24 horas (12LB y 22P) y 30 horas (9LB) para obtener una población superior a 1 x $10^9$ células/ml en plena fase logarítmica. Los inoculantes por separado fueron preparados un día antes del ensayo de campo (Figura 1).

***Figura 1.*** Producción de inoculante conteniendo *Burkholderia uboniae* cepa la3c3, crecido hasta alcanzar la fase logarítmica y embolsado para su traslado a campo.

## 2.4. Establecimiento del diseño experimental en campo

El experimento de inoculación en campo fue llevado a cabo en la Estación Experimental “El Porvenir” del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) (Juan

Guerra - San Martín) (Latitud Sur: 06°35'28"; Longitud Oeste: 76°18'47"), durante el periodo de Agosto a Diciembre del 2017 (Figura 2).

***Figura 2.*** Coordinación inicial de actividades para instalación de ensayos en campo en la Estación Experimental "El Porvenir"- Juan Guerra-San Martín y vista panorámica de área experimental.

El experimento fue realizado en un diseño de bloques aleatorizados en parcelas divididas (Yanni et al., 2010; Hahn et al., 2016), conteniendo 5 tasas de aplicación de fertilizante nitrogenado como parcelas principales: 0% (0 Kg de N/ha), 25% (37,5 Kg de N/ha), 50% (75 Kg de N/ha), 75% (112,5 Kg de N/ha) y 100% de la dosis (150 Kg de N/ha) y 8 subtratamientos de parcelas inoculadas y no inoculadas como subparcelas: A (cepa la3c3 - 9LB), B (cepa p93m-22P), C (cepa la1a4-12LB), A+B (9LB + 22P), B+C (22P + 12LB), A+C (9LB + 12LB) y A+B+C (9LB + 22P + 12LB). El experimento fue dividido aleatoriamente en 3 bloques. Las unidades experimentales fueron de 10,5 $m^2$, haciendo un área total de 1736 $m^2$ (Anexo 1).

Según el análisis fisicoquímico del suelo, el suelo presentó un pH moderadamente alcalino, sin problema de sales, contenido intermedio de materia orgánica, normal de nitrógeno, intermedio de P y K y contenido elevado de Calcio (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Caracterización fisicoquímica del suelo de la parcela experimental.*

| Análisis fisicoquímico | Resultado |
|---|---|
| Clase textural | Arcilla |
| pH | 7,70 |
| C.E (µS/cm) | 409,70 |
| M.O (%) | 3,12 |
| N (%) | 0,20 |
| P (ppm) | 10,00 |
| K (ppm) | 223,00 |
| CIC | 25,00 |
| Ca 2+ | 21,10 |
| Mg 2+ | 2,34 |
| Na+ | 1,00 |

La preparación del suelo, programa de fertilización, siembra y otros tratamientos de manutención fueron llevados a cabo de acuerdo a los requerimientos del cultivo. En relación a los almácigos, estos fueron establecidos cerca del campo experimental en un área aproximada de 70 $m^2$ (Figuras 3A y 4).

***Figura 3.*** Instalación e inoculación de almácigos. A. Vista de las camas almacigueras. B. Abrigo de semillas por 24 horas para su germinación. C. Vista de semillas germinadas. D. Inoculación individual de semillas en bolsas individuales. E. Mezclado de semillas e incubación por 1 hora antes del sembrado. F. Preparación de inoculante combinado en proporción (1:1:1). G. Inoculación de semillas con inoculante en consorcio.

***Figura 4.*** Vista panorámica del almácigo a los 15 días después de la instalación.

Fueron instaladas 8 parcelas para almácigos (7 tratamientos inoculados y 1 sin inocular) a razón de 400 g de semilla de la variedad "La Esperanza" para cada una de las 8 unidades de almácigo. Las semillas fueron previamente humedecidas con agua y colocadas en sacos de polipropileno por 24 horas. Para la germinación se dejaron 24 horas bajo oscuridad, hasta observar presencia de radícula (Figura 3). El almácigo fue instalado el viernes 18 de agosto del 2017 y 14 días después fue fertilizado con nitrógeno a razón de 6 Kg de urea/ha.

Las plántulas de 27 días fueron retiradas del almácigo para formar "garbas" y trasplantadas manualmente al experimento de parcelas divididas en grupos de 2 a 3 plántulas (golpe) en las esquinas de cuadrados de 20 x 20 $cm^2$ (250,000 golpes/ha) (Figura 5). El suelo del campo experimental fue fertilizado de acuerdo a las necesidades y teniendo en cuenta los diferentes tratamientos (Anexo 1). La fertilización nitrogenada fue dividida en tres etapas. La primera fertilización se realizó a los 15 días, la segunda a los 30, y la tercera a los 48 días, después del transplante, esta última coincidiendo con la evaluación de punto de algodón.

***Figura 5.*** Instalación e inoculación de trasplante. A. Vista de los inoculantes preparados. B. Toma de muestra para determinación de población bacteriana. C. Instalación de tratamientos para trasplante. D. Formación de garbas para su traslado desde cama almaciguera a zona de trasplante. E. Conservación de inoculantes. F. Preparación y dilución de inoculantes para su distribución.

## 2.5. Método de inoculación

La inoculación del cultivo se realizó en dos etapas, antes de la instalación del almácigo (Govindarajan et al., 2008) y durante el transplante a parcela (Islam et al., 2002). En la primera etapa, los inoculantes líquidos fueron transportados al campo y empleando bolsas de polietileno de primer uso fueron sumergidas las semillas germinadas con cada una de los inoculantes individuales y las combinaciones antes descritas, por espacio de 1 hora bajo sombra, posteriormente las semillas fueron oreadas y finalmente sembradas al voleo en cada una de las parcelas almacigueras correspondiente a cada tratamiento (Figura 3). La segunda etapa de inoculación se realizó al momento del trasplante, las garbas formadas (150-200 plántulas) fueron sumergidas en cada uno de los inoculantes individuales o combinaciones de los mismos, según corresponda, por espacio de 90 minutos (Figura 6), finalmente las plántulas fueron trasplantadas a campo, según su parcela (Figura 7).

***Figura 6.*** Inoculación de garbas para el trasplante de arroz.

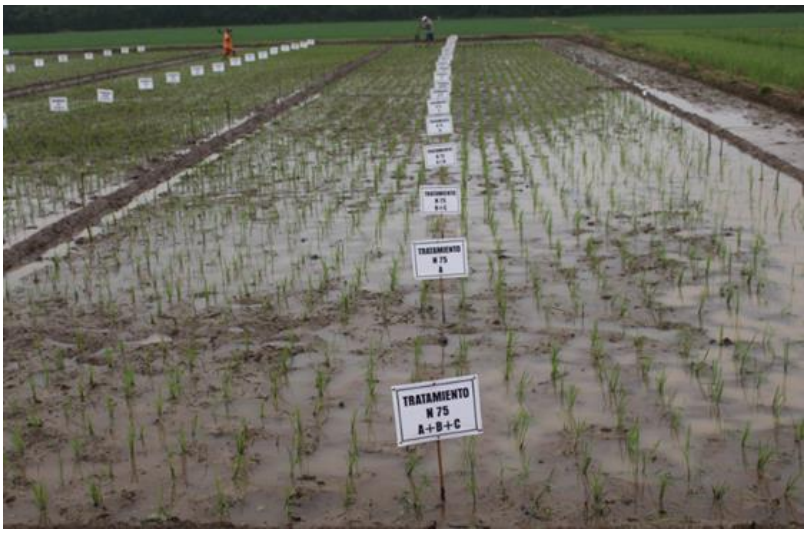



***Figura 7.*** Trasplante de almácigos a campo experimental

## 2.6. Muestreo y cosecha

Durante el periodo vegetativo del cultivo se realizaron evaluaciones de materia seca (almácigo y término), nivel de clorofila (a los 30 y 80 días después del transplante), parámetros de rendimiento (número de macollos por golpe, altura de la planta, número de panojas por golpe, longitud de panícula, número de granos por panícula, peso de 1000 granos, rendimiento en grano, rendimiento en paja) (García de Román, 1986; Aon et al., 2015), calidad molinera (porcentaje de grano entero y de grano quebrado) (Martínez et al., 1989) e incidencia de enfermedades (incidencia de *Pyricularia*, incidencia de macollos afectados por virus de hoja blanca, incidencia de macollos

afectados por añublo bacterial) (Shrestha et al., 2016). La Figura 8 muestra el área experimental del cultivo de arroz en plena faena de cosecha.

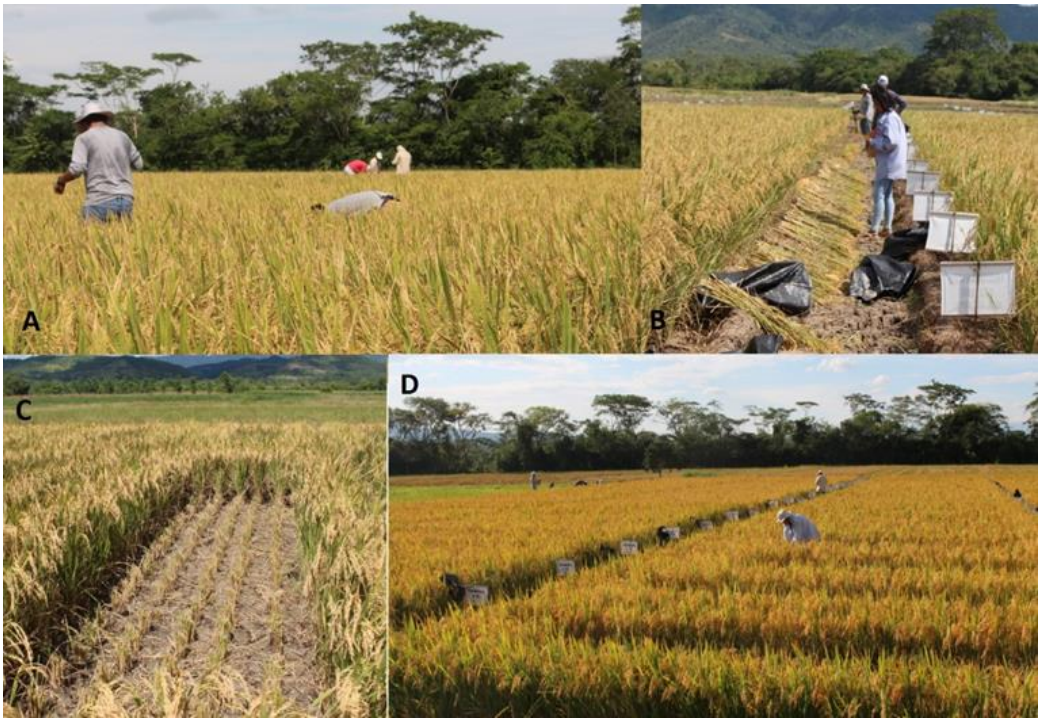



***Figura 8.*** Muestreo y cosecha de área experimental.

## 2.7. Análisis estadísticos

Los datos de rendimiento fueron evaluados empleando un análisis multivariado para diseño de bloques divididos con cinco dosis de fertilización nitrogenada como parcelas principales, y ocho tratamientos inoculantes como parcelas subdivididas, empleando el software InfoStat (Di Rienzo et al., 2012): La comparación de medias se realizó empleando el test LSD Fisher al 95% de probabilidad. Para el resto de parámetros se utilizó un ANOVA empleando el test LSD Fisher al 95% de probabilidad.

.

# CAPITULO III
# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 3.1. Promoción de crecimiento a los 30 días (almácigos)

Se observó una respuesta positiva a la inoculación en cuanto a la longitud de la raíz, altura, peso seco de raíz y peso seco de la parte aérea (Figura 9). En relación a la longitud de raíz (cm) no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo la inoculación con *Citrobacter bitternis* cepa p9a3m (14,70 ± 1,07) aumentó en 24,3% la longitud de la raíz en plántulas procedente del almácigo, en comparación con el control sin inocular (Tabla 2, Anexo 2). Con respecto a la altura de la planta (cm), no se reportó diferencias significativas entre tratamientos, sobresaliendo la combinación *B. ubonensis* la3c3 + *B. megaterium* la1a4 (29,08 ± 1,20) logrando un aumento del 42,2% en la altura de las plántulas en comparación con el tratamiento sin inocular (Tabla 2, Anexo 2). Para el peso seco de la raíz (mg) (465,70 ± 6,10) y el peso seco de la parte aérea (mg) (1469,57 ± 2,59), el tratamiento *Burkholderia ubonensis* la3c3, fue estadísticamente superior a los demás tratamientos, superando en un 39,9% y 31,2%, en comparación al tratamiento sin inocular, respectivamente (Tabla 2, Anexo 3). Govindarajan et al. (2007), reportaron un incremento significativo de la biomasa aérea (38,4%) y radical (83,0%), según el autor, este efecto temprano de las bacterias con el cultivo es sumamente importante, debido a la inoculación combinada. Se observan algunos casos en donde la inoculación suprimió los valores en los parámetros evaluados. La supresión del crecimiento ha sido reportada por varios autores, y puede deberse a la excesiva producción de fitohormonas (de Souza et al., 2012; Araujo et al., 2013; Ji et al., 2014).

***Figura 9.*** Ganancia de peso seco de la parte aérea en plántulas de 30 días para trasplante.

### 3.2. Evaluación de clorofila a los 60 días de instalado el cultivo

La medición de clorofila fue analizada desde el nivel de fertilización. Los tratamientos que recibieron las diferentes dosis de nitrógeno no presentaron diferencias significativas en los niveles de clorofila, es decir no hay un cambio significativo entre tratamientos inoculantes y dosis (p=0,5435). Sin embargo si se observa una diferencia entre tratamientos inoculados y el testigo sin inocular (p>0,01) (Tabla 3, Anexos 4, 5 y 6), evidenciando el efecto positivo general de la inoculación.

### 3.3. Evaluación de clorofila a los 90 de instalado el cultivo

A los 90 días de evaluación se observó una menor concentración de clorofila que a los 60 días. No se encontraron, diferencias significativas entre dosis de fertilización nitrogenada al emplear diferentes inoculantes, sin embargo los siguientes tratamientos la3c3, p9a3m, la3c3+p9a3 así como el testigo sin inocular, presentaron diferencias significativas entre los tratamientos inoculados y los no inoculados (Tabla 4).

### 3.4. Evaluación de parámetros de rendimiento

Los parámetros agronómicos evaluados en general evidenciaron una promoción en el rendimiento en grano de los tratamientos inoculados a comparación de los que no recibieron inoculación.

#### 3.4.1. Rendimiento en paja

En relación al rendimiento en paja (REP) (t/ha), se reportan diferencias significativas entre tratamientos fertilizados, pero no entre tratamientos inoculados

(Tabla 5, Anexos 7 y 8), de la misma manera Aon et al. (2015) no reportaron diferencias significativas en el rendimiento en paja entre tratamientos de arroz inoculados con el consorcio *Azospirillum* + *Azotobacter* suplementado con triptófano frente a los no inoculados. Por el contario Sarathambal et al. (2015), si reportaron diferencias significativas en el REP entre tratamientos inoculados y el control no inoculado de arroz durante la evaluación de bacterias diazotróficas procedentes de la rizósfera de grases tropicales en la India.

En tratamientos recibiendo el 75% de fertilización nitrogenada, el tratamiento inoculado con la combinación (*Burkholderia ubonensis* la3c3 + *Citrobacter bitternis* p9a3m) alcanzó un mayor REP (22,36 t/ha), acumulando un 9,79% de REP, frente al control sin inocular (Tabla 5). En tratamientos recibiendo el 100% de fertilización nitrogenada, el tratamiento inoculado con el consorcio bacteriano promovió un mayor REP (24,02%), acumulando un 9,08% de REP frente al no tratamiento no inoculado (Tabla 5). De manera similar Ahmed et al. (2013), reportaron un incremento en el REP de 14,2%, de la misma forma, Elekhtyar (2016), reportó un incremento de 14,8% en el REP al comparar cultivares de arroz recibiendo el 75% de la dosis de fertilización nitrogenada (123,75 Kg Urea/ha) frente a cultivares recibiendo la misma dosis de fertilización e inoculadas con *Pseudomona fluorescens* + *Bacillus subtilis* + *Azospirillum brasilense*.

En la presente investigación el incremento promedio del REP entre tratamientos inoculados y no inoculados fue de 3,11 t/ha (Tabla 5), este valor superior puede deberse al tipo de variedad empleada, por el contrario Yanni et al. (2010), reportaron que 19 de 24 experimentos (58,3%), incrementaron el rendimiento en paja entre 0,417 a 1,037 t/ha, con un promedio solo de 0,740 t/ha. De igual forma, Islam et al. (2012), reportaron el rendimiento en paja en 9,64 t/ha para un tratamiento recibiendo el 80% de la fertilización nitrogenada e inoculada con la cepa de *Azospirillum sp*. BM11.

### 3.4.2. Altura de la planta

En relación a la altura de la planta (H) (cm), se reportan diferencias significativas entre tratamientos fertilizados, pero no entre tratamientos inoculados (Tabla 5, Anexos 9 y 10). El tratamiento inoculado con la cepa *Citrobacter bitternis* p9a3m alcanzó la mayor altura promedio entre los tratamientos inoculados (97,33 cm). En tratamientos recibiendo el 75% de fertilización nitrogenada, el tratamiento inoculado con la cepa *Burkholderia ubonensis* la3c3, alcanzó un mayor altura de planta (96,00 cm), e

incrementando su altura en un 4,17% en comparación al control sin inocular (Tabla 5). Elekhtyar (2016), demostró el incremento de 7,78% en tratamientos fertilizados al 75% de N (123.75 Kg Urea/ha) e inoculados con el consorcio *Pseudomona fluorescens* + *Bacillus subtilis* + *Azospirillum brasilense* en comparación con el tratamiento fertilizado al 75% de nitrógeno.

En tratamientos recibiendo el 100% de fertilización nitrogenada, el tratamiento inoculado con *Citrobacter bitternis* p9a3m promovió el crecimiento, a través de la altura (97,33 cm), incrementándose en un 3,08% frente al tratamiento no inoculado (Tabla 5). De manera similar, Dar et al (2014), reportaron un incremento del 5,6% en la altura de tratamientos inoculados con las cepas *Burkholderia* sp (CEMB-15) y *Klebsiella* sp (CEMB-22); Sarathambal et al (2015), reportaron un 10,92% de incremento en el tratamiento inoculado con *Enterobacter* cepa CG1, frente al tratamiento inoculado con la dosis recomendada de N. de Souza et al. (2012), reportaron similitud estadística entre la altura del tratamiento recibiendo la dosis al 50% de fertilización (60 Kg urea/ha) e inoculado con *Pseudoacidovorax* sp. CA21 en comparación con el tratamiento recibiendo el 100% de fertilización nitrogenada (120 Kg urea/ha).

### 3.4.3. Número de macollos por golpe

Con relación al número de macollos por golpe (NMG), no se reportaron diferencias significativas en ambos factores, sin embargo el tratamiento inoculado con *Bacillus megaterium* la1a4 alcanzó el mayor macollaje que otros tratamientos (18,33 NMG) (Tabla 5). En tratamientos recibiendo el 75% de fertilización nitrogenada, el tratamiento inoculado con la cepa *Citrobacter bitternis* p9a3m + *Burkholderia ubonensis* la3c3, alcanzó un mayor macollaje (5,20%), en comparación con su control sin inocular, asi mismo en el ensayo de fertilización nitrogenada al 100%, alcanzó 18,37% más macollaje que en los tratamientos sin inocular (Tabla 5). Mwashasha et al (2015), reportaron que el macollamiento estuvo influenciado por el tipo de microorganismo inoculado, así los tratamientos inoculados con las cepas *Brevundimona naejangsanensis* B2, *Pseudomonas plecoglossicida* B6 y *Bacillus tequilensis* B7, incrementaron el número de macollos en un 16,79%, en comparación con el tratamiento recibiendo el 100% de la dosis de fertilización nitrogenada. El macollamiento es una etapa importante en el desarrollo del arroz (Govindarajan et al., 2008).

### 3.4.4. Peso de 1000 granos

Con respecto al peso de mil granos (PMG), se reportan diferencias significativas entre tratamientos inoculantes, pero no entre tratamientos con diferentes niveles de fertilización N (Tabla 6, Anexos 11, 12 y 13). Los tratamientos inoculados con la cepa *Burkholderia ubonensis* la3c3 e inoculados con la combinación *Burkholderia ubonensis* la3c3 y *Bacillus megaterium* la1a4, alcanzaron el mayor peso en mil granos (29,33 g). En tratamientos recibiendo el 75% de fertilización nitrogenada, el tratamiento inoculado con la combinación *Burkholderia ubonensis* la3c3 y *Bacillus megaterium* la1a4, alcanzó un mayor ganancia de peso en mil granos (29,33 g), un 2,07% de acumulación frente al control sin inocular. En tratamientos recibiendo el 100% de fertilización nitrogenada, el tratamiento inoculado con *Burkholderia ubonensis* la3c3 promovió una mayor acumulación de peso en mil granos (28,82 g), acumulando un 1,50% frente al tratamiento no inoculado(Tabla 6). Govindarajan et al (2008), reportaron un incremento de 13,98% en el peso de 1000 granos en tratamientos inoculados con la combinación de *Gluconacetobacter diazotrophicus* + *Herbaspirillum seropedicae* + *Azospirillum lipoferum* + *Burkholderia vietnamensis.* Por el contrario, Araujo et al. (2013) no reportaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos inoculados con *Burkholderia vietnamensis* y un control nitrogenado recibiendo el 100% de la dosis de fertilización nitrogenada (100 Kg N/ha), de la misma manera fue reportado por Dar et al. (2014).

### 3.4.5. Longitud de panícula

Para la longitud de panícula (LP), se reportan diferencias significativas en relación a la dosis de fertilización nitrogenada, mas no en el tratamiento inoculante (Tabla 6, Anexo 14). En tratamientos recibiendo el 75% de fertilización nitrogenada, el tratamiento inoculado con la cepa *Burkholderia ubonensis* la3c3, alcanzó panículas superiores en tamaño con respecto al control no inoculado (9,77%). En tratamientos recibiendo el 100% de fertilización nitrogenada, el tratamiento inoculado con *Bacillus megaterium* la1a4, promovió una mayor promoción del tamaño de panículas, acumulando un 5,44% frente al tratamiento no inoculado (Tabla 6). Dar et al (2014), reportaron diferencias significativas en la longitud de panícula entre tratamientos inoculados y no inoculados, logrando un incremento de hasta 10,8% entre un tratamiento inoculado con *Burkholderia* sp. (CEMB-22) y *Klebsiella* (CEMB-15). De manera similar, Sarathambal et al (2015), reportaron un incremento en la longitud de las

panículas de un 13,4% entre el tratamiento inoculado con *Serratia* sp. CB2 y el tratamiento recibiendo la dosis recomendada de fertilizante.

### 3.4.6. Número de panojas por golpe

Con relación al número de panojas por golpe (NPG), se reportan diferencias significativas en relación a la dosis de fertilización nitrogenada, mas no en el tratamiento inoculante (Tabla 6, Anexos 15 y 16). En tratamientos recibiendo el 75% de fertilización nitrogenada, el tratamiento inoculado con la cepa *Citrobacter bitternis* p9a3m, alcanzó el mayor número de panojas con respecto al control no inoculado (9,77%). En tratamientos recibiendo el 100% de la dosis de fertilización nitrogenada y el tratamiento recibiendo inoculación con el consorcio bacteriano (*Burkholderia ubonensis* la3c3 + *Bacillus megaterium* la1a4 + *Citrobacter bitternis* p9a3m) obtuvieron la misma longitud promedio de panícula (Tabla 6).

### 3.4.7. Número de granos por panícula

En cuanto al número de granos por panícula (NGP), se reportan diferencias significativas en relación a la dosis de fertilización nitrogenada, mas no en el tratamiento inoculante (Tabla 6, Anexos 17 y 18). En tratamientos recibiendo el 75% de fertilización nitrogenada, el tratamiento inoculado con la combinación de cepas (*Burkholderia ubonensis* la3c3 + *Citrobacter bitternis* p9a3m), alcanzó el mayor número de granos por panículas con respecto al control no inoculado (19,88%). En tratamientos recibiendo inoculación con el consorcio bacteriano (*Burkholderia ubonensis* la3c3 + *Bacillus megaterium* la1a4 + *Citrobacter bitternis* p9a3m) fue obtenido un aumento del 20,89%, en comparación con el tratamiento recibiendo el 100% de la dosis de fertilización nitrogenada (Tabla 6).

Nguyen et al. (2003), reportaron que el uso de biofertilizante a base de *Pseudomona fluorescens* (2N), *Citrobacter freundii* (3C) y *Klebsiella pneumoniae* (4P), incrementó solo en un 3%, frente al tratamiento sin inocular.

### 3.4.8. Rendimiento en grano

Con respecto al rendimiento en grano (t/ha), se determinaron diferencias significativas en relación a las dosis de fertilizantes nitrogenados (p=0,0024), pero sin diferencias estadísticas significativas en relación a los tratamientos inoculantes. Tampoco se observó interacción entre inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada. (Tabla 7, Anexos del 19 al 44). Los niveles de rendimiento en tratamientos de arroz bajo

diferentes dosis de fertilización e inoculados con distintos inoculantes PGP y reportados en la presente investigación son similares a lo publicado por otros investigadores como Nguyen (2003), Govindarajan (2008), Araujo et al. (2013). A pesar de ello, entre tratamientos experimentales se observaron diferencias significativas, el máximo rendimiento en grano fue obtenido en el tratamiento con el 100% de la fertilización nitrogenada (8,15 t/ha). El aumento del rendimiento en grano entre tratamientos fertilizados al 100% de fertilización nitrogenada con o sin inoculación fue de 13,51%. Sin embargo el aumento del rendimiento, al comparar el tratamiento fertilizado al 75% inoculado con el consorcio bacteriano (la3a3 + p9a3m + la1a4) frente al tratamiento fertilizado al 100% sin inoculación, fue de 2,51%.

En el presente estudio se reporta una respuesta a la inoculación positiva y coherente con las dosis de fertilización nitrogenada, Yanni et al. (2010), en un estudio durante varias campañas de cultivo, lograron estimar que inoculantes rizobianos eran capaces de aportar incrementos en el rendimiento en un rango de 3,5 – 47,0% en todos los casos, por lo que se deduce una respuesta positiva a la inoculación, además otros autores han reportado diferentes valores de incremento de rendimiento en grano, Govindarajan et al. (2008) (9,5 – 23,6%), de Souza et al. (2013) (1,0 – 11,68%), Islam et al. (2012) (13,45 – 21,65%), Paul et al. (2013) (5-18%), Araujo et al. (2013) (5,71%), de Souza et al. (2015) (3,35 – 8,80%), Sarathambal et al. (2015) (24,17%), Elekhtyar (2016) (14,33 – 15,33%).

En base a estos resultados es posible afirmar lo siguiente: 1) El uso de inoculante en el cultivo de arroz permite ahorrar hasta el 25% de la fertilización nitrogenada, con un incremento de hasta 54 kilos (1 saco) en tratamientos inoculados. 2) El uso de inoculantes en el cultivo de arroz permite incrementar el rendimiento de arroz hasta 972 kilos (19 sacos) al usar la dosis superior de fertilización nitrogenada. En ambos casos, las características PGPR de las bacterias permiten una mayor eficiencia en la adsorción de nutrientes. La producción de fitohormonas permite un mayor desarrollo radicular el cual aumenta la adsorción de nutrientes desde el primer momento. La solubilización de fosfatos a su vez permite una mayor incorporación de P, que incremente la síntesis de ATP, y por consiguiente una mayor actividad fotosintética. La producción de sideróforos a su vez incrementa la asimilación de cationes metálicos importantes en la nutrición de micronutrientes, lo que podría estar involucrado en el incremento del rendimiento. Si bien la capacidad de fijación de nitrógeno es una actividad que se inhibe

a elevadas concentraciones de nitrógeno, este puede ser de mucha utilidad los primeros días durante la instalación del almácigo y después del transplante.

### 3.5. Evaluación de parámetros de calidad molinera

La calidad es el resultado de la acción de numerosos y variados factores; algunos están relacionados con las propiedades fisicoquímicas del grano tales como tamaño, forma, peso, pigmentación, dureza, temperatura de gelatinización, contenido de amilosa, etc., mientras que otros se refieren a la cosecha y su manejo, incluidas las labores de recolección, secado, transporte, procesamiento, almacenamiento, etc. (Martínez et al., 1989). Los parámetros de calidad molinera, a través de los indicadores de porcentaje de grano entero, grano quebrado y grano total después de la operación de pilado, nos da una idea sobre la estimación del precio del producto arroz.

Con respecto al porcentaje de grano entero obtenido después de la operación del pilado, se reportan diferencias significativas entre los niveles de dosis de fertilización, asi como en los niveles de tratamientos inoculantes. Los tratamientos fertilizados al 0 y 25% de la dosis presentaron una calidad de grano entero estadísticamente inferior a los tratamientos recibiendo al 50, 75 y 100% de la dosis de fertilización nitrogenada (Tabla 8, Anexos 45, 46 y 47). Asi mismo, los tratamientos inoculados con el consorcio bacteriano: *Burkholderia ubonensis* la3c3 + *Bacillus megaterium* la1a4 + *Citrobacter bitternis* p9a3m y la combinación de cepas *Bacillus megaterium* la1a4 + *Citrobacter bitternis* p9a3m, fueron superiores estadísticamente a los demás tratamientos inoculados usados, incluyendo el tratamiento sin inoculación. El aumento en el porcentaje de grano entero entre los tratamientos fueron solo de 2,59%, sin embargo esto es suficiente para mejorar el precio de los agricultores. En tratamientos recibiendo el 75% de fertilización nitrogenada, el tratamiento inoculado con el consorcio de cepas (*Burkholderia ubonensis* la3c3 + *Bacillus megaterium* la1a4 + *Citrobacter bitternis* p9a3m), alcanzó el mayor porcentaje de granos enteros después del proceso pilado con respecto al control no inoculado (4,06%). En tratamientos recibiendo fertilización al 100%, el porcentaje de grano entero es menor en comparación con el tratamiento de inoculación con la combinación de cepas *Bacillus megaterium* la1a4 + *Citrobacter bitternis* p9a3m, aproximadamente un 3,2% menor (Tabla 8). Para el molinero, lo más importante es que la variedad le permita obtener en el molino un porcentaje alto de granos enteros y cristalinos, que pueda vender a buen precio (Martínez et al 1989).

Con relación al porcentaje de grano quebrado después de la operación de pilado, se reportan diferencias significativas entre los niveles de dosis de fertilización, mas no en los niveles de tratamientos inoculantes (Tabla 8, Anexos 48 y 49). Los tratamientos recibiendo la dosis de 50, 75 y 100% de fertilización nitrogenada fueron similares estadísticamente, diferenciándose de aquellos que recibieron 0 y 25% de fertilización nitrogenada. El tratamiento recibiendo la dosis del 50% de fertilización nitrogenada e inoculada con el consorcio bacteriano (*Burkholderia ubonensis* la3c3 + *Bacillus megaterium* la1a4 + *Citrobacter bitternis* p9a3m), obtuvo el valor mas bajo de grano quebrado (2,83%) después de la operación de pilado. Por el contrario, el tratamiento con el valor mas alto de grano quebrado fuer obtenido por el tratamiento inoculado con la cepa *Citrobacter bitternis* p9a3m y fertilizado con el 25% de la dosis de fertilización nitrogenada (7,07%) (Tabla 8).

El grano total (%) obtenido después del pilado, corresponde un indicador adecuado para rendimiento y calidad molinera, el cual debe encontrarse por encima del 60%. Todos los tratamientos presentaron porcentajes superiores a 60% y se reportan diferencias significativas entre los niveles de dosis de fertilización, mas no en los niveles de tratamientos inoculantes (Tabla 8, Anexos 50 y 51).. El tratamiento con mayor porcentaje de grano total después de la operación de pilado fue el que recibió una dosis de fertilización nitrogenada al 75% e inoculada con el consorcio bacteriano (71,30%). Por el contrario, el tratamiento con menor porcentaje de grano total (67,43%) fue el inoculado con la cepa *Bacillus megaterium* la1a4 sin recibir fertilización nitrogenada (Tabla 8).

El incremento del porcentaje de la calidad de grano total fue de 5,42% en la presente investigación. De manera similar a los resultados obtenidos en el presente trabajo, Jha et al. (2013), emplearon un biofertilizante a base de un consorcio microbiano en un sustrato a base de residuo de producción de *Pleurotus* enriquecido con *Pseudomona*, *Azospirillum* y cianobacterias, además de aumentar el rendimiento en grano en un 17%, incrementó en un 5,15%, con valores de 64,5% para el tratamiento control comparado al 68,0% del tratamiento fertilizado al 50% de NPK e inoculado con el biofertilizante. Así mismo, Choudhary et al. (2013), evaluando seis híbridos con o sin inoculación de bacterias promotoras de crecimiento *Azospirillum brasilense* CD4 y *Bacillus subtilis* RP24 en un sistema intensivo de cultivo, reportaron incrementos de 9,54% y 8,03% para los tratamientos inoculados con las cepas CD4 y RP24, respectivamente, comparados con el tratamiento control. Estos resultados son

ligeramente superiores a los reportados en este trabajo. Por lo contrario, Verma et al. (2017), estudiando el efecto de diferentes prácticas de manejo de nutrientes e inoculantes microbianos sobre la calidad de grano de arroz en los Himalayas, reportaron un incremento del 5,29% al comparar la fertilización orgánica e inorgánica, y tan solo del 0,80% al comparar el tratamiento control frente al tratamiento inoculado con *Azospirillum* y otras bacterias solubilizadoras de fosfato y zinc.

### 3.6. Análisis de costo/beneficio

Los resultados nos muestran que usar el consorcio bacteriano nativo (*Burkholderia ubonensis* la3c3 + *Bacillus megaterium* la1a4 + *Citrobacter bitternis* p9a3m) permite mejorar los ingresos del productor arrocero. Este beneficio puede darse en dos escenarios.

Escenario de ahorro de fertilizante químico nitrogenado: El ahorro de 25% de fertilización nitrogenada en el cultivo de arroz (37,5 Kg de N), parece ser una situación poco común, debido al abuso de estos durante la etapa vegetativa. Bajo este escenario, considerando el precio del Kg de grano de arroz en un sol (S/. 1,00), usar el inoculante microbiano permite un margen de utilidad de S/. 0,16 por kilogramo de grano de arroz pilado y registrando pérdidas, al no usar dicho inoculante (Tabla 9, Anexo 52). Bajo este escenario, la diferencia de la ganancia total del cultivo de arroz recibiendo el 75% de la fertilización convencional sin usar y usando inoculante es de S/. 1 278,00. Con relación a la ganancia neta, el cultivo de arroz recibiendo el 75% de la fertilización convencional sin usar inoculante representa pérdida económica y usando inoculante es de S/. 1 197,00. La rentabilidad del cultivo de arroz ahorrando el 25% de la fertilización nitrogenada y empleando inoculante a base de un bacteriano nativo es de 19,42%.

Empleando la dosis completa de fertilización nitrogenada: Bajo este escenario, considerando el precio del Kg de grano de arroz en un sol (S/. 1,00), usar el inoculante microbiano permite un margen de utilidad de S/. 0,24 por kilogramo de grano de arroz pilado y de S/. 0,14 al recibir el 100% de la fertilización nitrogenada sin usar dicho inoculante (Tabla 9, Anexo 52). Bajo este escenario, la diferencia de la ganancia total del cultivo de arroz recibiendo el 100% de la fertilización convencional sin usar y usando inoculante solo es de S/. 972,00. Con relación a la ganancia neta, el cultivo de arroz recibiendo el 100% de la fertilización convencional sin usar inoculante es de S/. 1 037,00 y usando inoculante es de S/. 1 989,00. La rentabilidad del cultivo de arroz empleando la dosis completa de fertilización nitrogenada y empleando inoculante a base

de un bacteriano nativo es de 32,26% frente a la rentabilidad de 16,82% bajo las mismas condiciones pero sin usar inoculante.

Varios autores han calculado los costos de producción y beneficios económicos de la práctica de la inoculación de bacterias PGPR. Nguyen et al (2003), reportaron que el uso de inoculante permite un beneficio de aproximadamente $ 274,00, equivalente a S/. 956,00 (Precio dólar año 2 000, s/.3,49), esta cifra aunque es inferior a la rentabilidad obtenida en el presente trabajo, según el autor refiere que es una cantidad significativa en su economía. Aon et al. (2015), realizaron un análisis económico en cada uno de los tratamientos evaluados, obteniendo una relación costo-valor superior de 4,09 en el tratamiento fertilizado con 90 Kg de N/ha e inoculada con un consorcio de microorganismos diazotróficas, esto indicaría que el uso de los inoculantes reduce significativamente los costos de producción, por el contrario en el presente el cálculo de la relación costo-valor fue inferior, siendo el máximo en 1,32, correspondiente al tratamiento fertilizado con el 100% de la dosis de N e inoculada con el consorcio bacteriano nativo.

### 3.7. Evaluación de la incidencia de enfermedades en hoja y panoja

La incidencia de *Pyricularia* sp. a nivel de hoja en la escala del 1 al 5, alcanzó una escala de 3 en todos los tratamientos fertilizados con el 100% de la dosis de nitrógeno. Además, no se encontró consistencia en la incidencia de *Pyricularia* en panícula. Con relación a la presencia de *Helminthosporium* y *Rhynchosporium* su incidencia fue variable. Sin embargo, el nivel de incidencia de enfermedad de añublo bacterial por *Burkholderia glumae* fue superior, aunque no significativa, en los tratamientos no inoculados y recibiendo dosis al 50% de la fertilización nitrogenada (1,32), a comparación a los tratamientos recibiendo el 75 y 100% de la fertilización nitrogenada inoculadas con el consorcio bacteriano nativo (1,02). Aunque sin diferencia significativa, los tratamientos inoculados presentaron una incidencia promedio más baja (1,04) que los tratamientos no inoculados (1,11).

**Tabla 2**

*Efecto de la inoculación de bacterias con características PGRP sobre parámetros vegetativos en plantas de arroz variedad "La Esperanza" durante la etapa de almácigo a los 30 días después de la inoculación bajo condiciones de campo.*

| Tratamientos | Longitud de Raíz (cm) | Altura (cm) | Peso seco Raíz (mg) | Peso seco Parte aérea (mg) |
|---|---|---|---|---|
| *Burkholderia ubonensis* la3a3 | 13,85 (± 0,89)$^{AB}$ | 28,70 (± 0,22)$^{A}$ | 465,70 (± 6,10)$^{A}$ | 1469,57 (± 2,59)$^{A}$ |
| *Citrobacter bitternis* p9a3m | 14,70 (± 1,07)$^{A}$ | 22,55 (± 1,17)$^{CD}$ | 181,40 (± 0,64)$^{E}$ | 848,87 (± 2,22)$^{G}$ |
| *Bacillus megaterium* la1a4 | 12,38 (± 0,55)$^{ABC}$ | 24,08 (± 1,67)$^{BC}$ | 184,90 (± 0,17)$^{E}$ | 847,90 (± 2,40)$^{G}$ |
| *B. ubonensis* la3a3 + *C. bitternis* p9a3m | 11,63 (± 0,38)$^{BC}$ | 27,00 (± 0,46)$^{AB}$ | 178,20 (± 0,03)$^{E}$ | 1002,10 (± 2,18)$^{F}$ |
| *C. bitternis* p9a3m + *B. megaterium* la1a4 | 11,88 (± 1,39)$^{BC}$ | 25,50 (± 0,79)$^{ABC}$ | 215,40 (± 1,32)$^{D}$ | 1068,43 (± 0,26)$^{D}$ |
| *B. ubonensis* la3a3 + *B. megaterium* la1a4 | 11,13 (± 0,55)$^{C}$ | 29,08 (± 1,20)$^{A}$ | 313,10 (± 0,64)$^{B}$ | 1195,80 (± 0,45)$^{B}$ |
| *B. ubonensis* la3a3 + *C. bitternis* p9a3m + *B. megaterium* la1a4 | 12,00 (± 1,02)$^{BC}$ | 22,80 (± 1,87)$^{CD}$ | 215,27 (± 1,07)$^{D}$ | 1054,13 (± 2,11)$^{E}$ |
| Control sin inoculación | 10,95 (± 0,32)$^{C}$ | 20,45 (± 1,30)$^{D}$ | 280,07 (± 0,32)$^{D}$ | 1119,97 (± 0,03)$^{C}$ |
| **C.V (%)** | **6,19** | **4,79** | **1,54** | **0,28** |

Promedios seguidos de la misma letra en la columna no presentan diferencias significativas (LSD Fisher, $p \leq 0,05$).

**Tabla 3**

*Efecto de siete tratamientos de inoculación con cepas PGPR bajo cinco diferentes dosis de fertilización nitrogenada sobre el nivel de clorofila (SPAD) en el cultivo de arroz variedad "La Esperanza" a los 60 días después de instalado el cultivo.*

| Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N/ha) | Combinación de tratamientos | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Burkholderia ubonensis* la3c3 | *Citrobacter bitternis* p9a3m | *Bacillus megaterium* la1a4 | la3c3 + p9a3m | la3c3 + la1a4 | p9a3m + la1a4 | la3c3 + p9a3m + la1a4 | Control sin inocular |
| 0% (0) | 42,97 (± 0,56)$^{A}$ a | 43,18 (± 1,34)$^{A}$ a | 42,90 (± 0,78)$^{A}$ a | 43,28 (± 0,29)$^{A}$ a | 41,55 (± 0,62)$^{A}$ b | 41,67 (± 1,52)$^{A}$ ab | 41,09 (± 0,60) $^{B}$ ab | 40,26 (± 1,41)$^{AB}$ b |
| 25% (37,5) | 42,80 (± 0,98)$^{A}$ a | 43,10 (± 0,71)$^{A}$ a | 43,60 (± 1,28)$^{A}$ a | 42,40 (± 0,45)$^{A}$ a | 42,10 (± 0,54)$^{A}$ a | 42,40 (± 0,33)$^{A}$ a | 43,60 (± 1,67) $^{A}$ a | 39,30 (± 0,39)$^{B}$ b |
| 50% (75) | 41,60 (± 0,71)$^{A}$ a | 42,90 (± 1,24)$^{A}$ a | 43,50 (± 1,25)$^{A}$ a | 41,90 (± 0,53)$^{A}$ a | 42,50 (± 0,95)$^{A}$ a | 41,90 (± 0,61)$^{A}$ a | 42,90 (± 1,08) $^{AB}$ a | 41,00 (± 1,14)$^{AB}$ a |
| 75% (112,5) | 43,60 (± 1,53)$^{A}$ a | 42,30 (± 1,01)$^{A}$ ab | 42,70 (± 0,62)$^{A}$ a | 43,00 (± 1,22)$^{A}$ a | 43,10 (± 1,34)$^{A}$ a | 42,40 (± 0,76) $^{A}$ ab | 42,40 (± 1,30) $^{AB}$ ab | 40,30 (± 0,43) $^{AB}$ b |
| 100% (150) | 41,70 (± 0,79)$^{A}$ a | 43,60 (± 0,64)$^{A}$ a | 42,50 (± 0,40)$^{A}$ a | 43,10 (± 0,57)$^{A}$ a | 42,80 (± 1,00)$^{A}$ a | 43,20 (± 0,32)$^{A}$ a | 42,80 (± 0,29) $^{AB}$ a | 41,90 (± 0,89) $^{A}$ a |
| CV (%) | 4,75 | 5,17 | 4,33 | 4,47 | 4,4 | 4,56 | 4,14 | 5,39 |

Promedio y error estándar (n=3) seguido por la misma letra (Mayúscula en superindice para dosis de fertilización nitrogenada y minúsculas para procedimiento de inoculación) no son significativos al 5% de probabilidad por el test LSD-Fisher.

**Tabla 4**

*Efecto de siete tratamientos de inoculación con cepas PGPR bajo cinco diferentes dosis de fertilización nitrogenada sobre el nivel de clorofila (SPAD) en cultivo de arroz variedad "La Esperanza" a los 0 días después de instalado el cultivo.*

| Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N/ha) | Combinación de tratamientos | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Burkholderia ubonensis* la3c3 | *Citrobacter bitternis* p9a3m | *Bacillus megaterium* la1a4 | la3c3 + p9a3m | la3c3 + la1a4 | p9a3m + la1a4 | la3c3 + p9a3m + la1a4 | Control sin inocular |
| 0% (0) | 30,23 (± 0,56)$^{B}$ a | 31,68 (± 1,34)$^{B}$ a | 28,51 (± 0,78)$^{D}$ a | 30,16 (± 0,29)$^{B}$ a | 29,99 (± 0,62)$^{C}$ a | 29,43 (± 1,52)$^{C}$ a | 29,67 (± 0,60) $^{C}$ a | 30,23 (± 1,41)$^{B}$ a |
| 25% (37,5) | 39,74 (± 0,98)$^{A}$ a | 39,19 (± 0,71)$^{A}$ a | 36,45 (± 1,28)$^{BC}$ a | 38,68 (± 0,45)$^{A}$ a | 37,77 (± 0,54)$^{AB}$ a | 36,82 (± 0,33)$^{AB}$ a | 40,09 (± 1,67) $^{AB}$ a | 38,35 (± 0,39)$^{A}$ a |
| 50% (75) | 38,26 (± 0,71)$^{A}$ a | 39,48 (± 1,24)$^{A}$ a | 36,28 (± 1,25)$^{C}$ a | 37,49 (± 0,53)$^{A}$ a | 35,70 (± 0,95)$^{B}$ a | 34,91 (± 0,61)$^{BC}$ a | 36,36 (± 1,08) $^{B}$ a | 36,96 (± 1,14)$^{A}$ a |
| 75% (112,5) | 38,3 (± 1,53)$^{A}$ a | 38,16 (± 1,01)$^{A}$ a | 39,68 (± 0,62)$^{AB}$ a | 38,21 (± 1,22)$^{A}$ a | 38,32 (± 1,34)$^{AB}$ a | 37,13 (± 0,76) $^{AB}$ a | 40,26 (± 1,30) $^{AB}$ a | 36,55 (± 0,43) $^{A}$ a |
| 100% (150) | 41,66 (± 0,79)$^{A}$ a | 42,09 (± 0,64)$^{A}$ a | 41,22 (± 0,40)$^{A}$ a | 40,73 (± 0,57)$^{A}$ a | 41,72 (± 1,00)$^{A}$ a | 42,01 (± 0,32)$^{A}$ a | 42,77 (± 0,29) $^{C}$ a | 41,46 (± 0,89) $^{A}$ a |
| **CV (%)** | **7,86** | **6,08** | **5,05** | **7,43** | **8,03** | **8,42** | **6,00** | **7,88** |

Promedio y error estándar (n=3) seguido por la misma letra (Mayúscula en superíndice para dosis de fertilización nitrogenada y minúsculas para procedimiento de inoculación) no son significativos al 5% de probabilidad por el test LSD.

**Tabla 5**

*Rendimiento de paja (REP), Altura de la planta (H) y Número de macollos por golpe (NMG) en un cultivar de arroz "La Esperanza" inoculadas con bacterias PGPR en la presencia de diferentes dosis de fertilización nitrogenada.*

| N | *Burkholderia ubonensis* la3c3 | *Citrobacter bitternis* p9a3m | *Bacillus megaterium* la1a4 | la3c3 + p9a3m | la3c3 + la1a4 | p9a3m + la1a4 | la3c3 + p9a3m + la1a4 | Control sin inocular | Promedio | CV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kg ha-1 | | | | REP (t ha-1) | | | | | | % |
| 0% (0) | 11,44 | 14,52 | 14,23 | 15,31 | 16,08 | 13,52 | 12,25 | 17,55 | 14,88 B | |
| 25% (37,5) | 18,47 | 16,63 | 17,52 | 17,11 | 18,25 | 16,16 | 18,00 | 16,83 | 17,37 B | |
| 50% (75) | 15,77 | 15,34 | 15,84 | 17,37 | 16,9 | 15,67 | 15,42 | 16,52 | 16,10 B | 16,90 |
| 75% (112,5) | 21,7 | 19,53 | 17,46 | 22,36 | 19,81 | 20,34 | 18,67 | 20,17 | 20,26 A | |
| 100% (150) | 21,73 | 18,83 | 19,78 | 21,08 | 20,77 | 22,17 | 24,02 | 21,84 | 21,28 A | |
| Promedio | 17,82 a | 16,97 a | 16,97 a | 18,65 a | 18,36 a | 17,57 a | 17,67 a | 18,58 a | | |
| | | | | H (cm) | | | | | | |
| 0% (0) | 90,00 | 87,33 | 89,33 | 86,67 | 89,33 | 89,67 | 89,33 | 87,33 | 88,63 B | |
| 25% (37,5) | 92,00 | 93,67 | 93,67 | 90,00 | 94,00 | 91,67 | 92,00 | 92,00 | 92,38 A | |
| 50% (75) | 91,00 | 92,00 | 94,00 | 91,67 | 91,67 | 90,00 | 90,33 | 88,33 | 91,13 B | 3,61 |
| 75% (112,5) | 96,00 | 94,00 | 94,33 | 89,67 | 95,33 | 93,00 | 94,33 | 92,00 | 93,58 A | |
| 100% (150) | 94,33 | 97,33 | 93,67 | 92,67 | 95,33 | 95,33 | 95,33 | 94,33 | 94,79 A | |
| Promedio | 92,67 a | 92,87 a | 93,00 a | 90,13 a | 93,13 a | 91,93 a | 92,27 a | 90,80 a | | |
| | | | | NMG | | | | | | |
| 0% (0) | 14,00 | 13,33 | 14,33 | 15,00 | 12,67 | 15,00 | 17,00 | 15,00 | 14,54 A | |
| 25% (37,5) | 15,67 | 14,00 | 18,33 | 14,33 | 13,00 | 14,67 | 12,67 | 15,00 | 14,71 A | |
| 50% (75) | 14,33 | 15,67 | 14,33 | 14,67 | 14,33 | 13,00 | 15,33 | 14,00 | 14,46 A | 11,91 |
| 75% (112,5) | 14,93 | 13,80 | 15,4 | 14,17 | 14,73 | 15,43 | 14,93 | 14,63 | 14,75 A | |
| 100% (150) | 15,33 | 15,67 | 15,00 | 15,67 | 14,00 | 16,33 | 14,33 | 13,33 | 14,96 A | |
| Promedio | 14,85 a | 14,49 a | 15,48 a | 14,77 a | 13,75 a | 14,89 a | 14,85 a | 14,39 a | | |

Promedios seguidos de la misma letra minúscula o mayúscula en la columna no presentan diferencias significativas (Scott & Knott, $p \leq 0,05$).

**Tabla 6**

*Peso de mil granos (PMG), la longitud de panícula (LP) (cm). Número de panojas por golpe (NPG) y Número de graos por panícula (NPG) en un cultivar de arroz "La esperanza" inoculadas con bacterias PGPR en la presencia de diferentes dosis de fertilización nitrogenada.*

| N | *Burkholderia ubonensis* la3c3 | *Citrobacter bitternis* p9a3m | *Bacillus megaterium* la1a4 | la3c3 + p9a3m | la3c3 + la1a4 | p9a3m + la1a4 | la3c3 + p9a3m + la1a4 | Control sin inocular | Promedio | CV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | PMG | | | | | | |
| 0% (0) | 27,86 | 28,08 | 27,98 | 28,33 | 27,89 | 27,67 | 27,70 | 27,92 | 27,93 A | |
| 25% (37,5) | 29,33 | 28,59 | 28,85 | 28,69 | 28,21 | 28,48 | 28,86 | 28,30 | 28,67 A | |
| 50% (75) | 28,69 | 29,19 | 28,87 | 28,21 | 27,58 | 28,31 | 28,81 | 28,18 | 28,47 A | 1,94 |
| 75% (112,5) | 28,90 | 28,15 | 28,40 | 29,23 | 29,33 | 28,62 | 28,52 | 28,54 | 28,71 A | |
| 100% (150) | 28,82 | 28,32 | 28,54 | 28,66 | 27,12 | 29,09 | 28,74 | 28,39 | 28,46 A | |
| Promedio | 28,72 a | 28,47 a | 28,53 a | 28,63 a | 28,02 b | 28,43 a | 28,53 a | 28,27 b | | |
| | | | | LP (cm) | | | | | | |
| 0% (0) | 23.4 | 23,37 | 23,75 | 23,43 | 23,56 | 22,83 | 23,28 | 21, 95 | 22,82 C | |
| 25% (37,5) | 25,31 | 25,08 | 25,33 | 25,10 | 25,45 | 24,99 | 25,51 | 23,41 | 24,44 B | |
| 50% (75) | 25,61 | 25,64 | 25,84 | 25,67 | 25,62 | 25,73 | 25,29 | 24,12 | 24,84 B | 1,96 |
| 75% (112,5) | 26,72 | 25,76 | 26,13 | 26,27 | 26,46 | 25,94 | 26,12 | 24,11 | 25,36 A | |
| 100% (150) | 26,32 | 26,32 | 26,82 | 26,26 | 26,75 | 26,64 | 26,58 | 25,36 | 25,82 A | |
| Promedio | 24,75 a | 24,58 a | 24,81 a | 24,63 a | 24,84 a | 24.38 a | 24,61 a | 24.60 a | | |
| | | | | NPG | | | | | | |
| 0% (0) | 14,00 | 13,67 | 15,00 | 13,33 | 15,00 | 13,33 | 13,67 | 13,33 | 13,92 B | |
| 25% (37,5) | 13,00 | 15,00 | 15,00 | 13,33 | 14,67 | 14,00 | 13,00 | 13,00 | 13,88 B | |
| 50% (75) | 16,00 | 16,00 | 14,00 | 14,00 | 13,67 | 13,33 | 16,00 | 14,33 | 14,67 B | 10,32 |
| 75% (112,5) | 14,67 | 15,00 | 14,67 | 13,00 | 14,67 | 14,33 | 14,67 | 13,67 | 14,33 B | |
| 100% (150) | 16,67 | 15,33 | 15,67 | 15,33 | 16,33 | 16,33 | 18,00 | 18,00 | 16,46 A | |
| Promedio | 14,87 a | 15,00 a | 14,87 a | 13,80 a | 14,87 a | 14,27 a | 15,07 a | 14,47 a | | |
| | | | | NGP | | | | | | |
| 0% (0) | 136,80 | 123,95 | 136,20 | 132,40 | 134,40 | 120,90 | 126,60 | 97,35 | 117,84 B | |
| 25% (37,5) | 135,80 | 135,35 | 147,85 | 143,20 | 144,40 | 141,05 | 148,95 | 118,20 | 128,90 A | |
| 50% (75) | 132,50 | 154,90 | 145,25 | 140,20 | 160,25 | 149,00 | 133,70 | 122,90 | 133,03 A | 7,53 |
| 75% (112,5) | 155,35 | 147,35 | 155,50 | 160,15 | 156,90 | 159,85 | 154,35 | 126,70 | 139,75 A | |
| 100% (150) | 145,85 | 149,50 | 151,95 | 155,05 | 149,55 | 150,70 | 164,00 | 131,40 | 139,02 A | |
| Promedio | 128,17 a | 128,53 a | 133,38 a | 133,36 a | 135,17 a | 131,19 a | 133,24 a | 130,62 a | | |

Promedios seguidos de la misma letra minúscula o mayúscula en la columna no presentan diferencias significativas (Scott & Knott, $p \leq 0,05$).

**Tabla 7**

*Efecto de siete tratamientos de inoculación de cepas PGPR bajo cinco diferentes dosis de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento (t/Ha del cultivo de arroz variedad "La Esperanza".*

| Dosis de fertilización nitrogenada (Kg de N/ha) | Combinación de tratamientos | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Burkholderia ubonensis* la3c3 | *Citrobacter bitternis* p9a3m | *Bacillus megaterium* la1a4 | la3c3 + p9a3m | la3c3 + la1a4 | p9a3m + la1a4 | la3c3 + p9a3m + la1a4 | Control sin inocular |
| 0% (0) | 4,65 (± 0,42)$^{Ca}$ | 4,87 (± 0,11)$^{Ca}$ | 4,4 (± 0,19)$^{Bab}$ | 4,49 (± 0,26)$^{Cab}$ | 4,43 (± 0,32)$^{Cab}$ | 4,49 (± 0,18)$^{Bab}$ | 4,56 (± 0,15)$^{Cab}$ | 3,86 (± 0,10)$^{Cb}$ |
| 25% (37,5) | 5,76 (± 0,39)$^{ABCa}$ | 6,27 (± 0,26)$^{ABa}$ | 6,18 (± 0,10)$^{Aa}$ | 5,68 (± 0,21)$^{Ba}$ | 5,82 (± 0,43)$^{Ba}$ | 5,69 (± 0,15)$^{ABa}$ | 5,80 (± 0,28)$^{BCa}$ | 5,89 (± 0,15)$^{ABa}$ |
| 50% (75) | 5,38 (± 0,23)$^{BCa}$ | 5,71 (± 0,43)$^{BCa}$ | 5,95 (± 0,84)$^{Aa}$ | 5,74 (± 0,37)$^{ABa}$ | 5,43 (± 0,54)$^{BCa}$ | 5,41 (± 1,16)$^{ABa}$ | 6,09 (± 0,17)$^{BCa}$ | 5,28 (± 0,35)$^{Ba}$ |
| 75% (112,5) | 6,33 (± 0,37)$^{ABa}$ | 6,74 (± 0,34)$^{ABa}$ | 6,66 (± 0,42)$^{Aa}$ | 6,80 (± 0,39)$^{Aa}$ | 6,68 (± 0,23)$^{ABa}$ | 6,57 (± 0,56)$^{Aa}$ | 7,36 (± 0,95)$^{ABa}$ | 6,08 (± 0,84)$^{ABa}$ |
| 100% (150) | 7,11 (± 0,66)$^{Aa}$ | 7,10 (± 0,59)$^{Aa}$ | 7,31 (± 0,36)$^{Aa}$ | 6,72 (± 0,40)$^{ABa}$ | 7,27 (± 0,50)$^{Aa}$ | 7,37 (± 0,52)$^{Aa}$ | 8,15 (± 0,64)$^{Aa}$ | 7,18 (± 0,18)$^{Aa}$ |
| C.V (%) | 12,99 | 10,77 | 13,00 | 9,88 | 12,3 | 18,49 | 14,54 | 12,95 |

Promedio y error estándar (n=3) seguido por la misma letra (Mayúscula en superíndice para dosis de fertilización nitrogenada y minúsculas para procedimiento de inoculación) no son significativos al 5% de probabilidad por el test LSD.

**Tabla 8**

*Calidad molinera (grano quebrado y grano entero (%) en un cultivar de arroz "La Esperanza" inoculadas con bacterias PGPR en la presencia de diferentes niveles de fertilización nitrogenada.*

| N | *Burkholderia ubonensis* la3c3 | *Citrobacter bitternis* p9a3m | *Bacillus megaterium* la1a4 | la3c3 + p9a3m | la3c3 + la1a4 | p9a3m + la1a4 | la3c3 + p9a3m + la1a4 | Control sin inocular | Promedio | CV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kg ha-1 | | | | Grano entero (%) | | | | | | % |
| 0% (0) | 63,03 | 60,73 | 61,27 | 64,03 | 64,87 | 61,87 | 62,70 | 63,40 | 62,92 B | |
| 25% (37,5) | 62,67 | 63,10 | 62,47 | 62,37 | 61,53 | 61,87 | 62,47 | 62,00 | 62,31 B | |
| 50% (75) | 64,27 | 64,23 | 64,50 | 64,37 | 63,23 | 64,30 | 67,27 | 63,07 | 64,40 A | 2,60 |
| 75% (112,5) | 66,03 | 65,50 | 65,03 | 65,87 | 64,23 | 67,37 | 68,03 | 65,27 | 65,92 A | |
| 100% (150) | 64,80 | 64,87 | 64,83 | 63,40 | 66,10 | 66,97 | 66,07 | 64,80 | 65,23 A | |
| Promedio | 64,16 b | 63,69 b | 63,62 b | 64,01 b | 63,99 b | 64,77 a | 65,31 a | 63,71 b | | |
| | | | | Grano quebrado (%) | | | | | | |
| 0% (0) | 5,67 | 6,70 | 7,00 | 5,37 | 4,07 | 6,13 | 5,40 | 5,40 | 5,79 A | |
| 25% (37,5) | 6,23 | 5,97 | 7,07 | 6,40 | 6,87 | 7,00 | 6,27 | 6,80 | 6,58 A | |
| 50% (75) | 4,90 | 5,00 | 4,77 | 5,00 | 5,47 | 4,63 | 2,83 | 5,97 | 4,82 B | 22,98 |
| 75% (112,5) | 4,47 | 4,53 | 4,83 | 5,10 | 4,87 | 3,53 | 3,27 | 4,57 | 4,40 B | |
| 100% (150) | 4,00 | 5,10 | 4,07 | 5,83 | 4,13 | 3,57 | 3,73 | 4,73 | 4,40 B | |
| Promedio | 5,05 a | 5,46 a | 5,55 a | 5,49 a | 5,24 a | 4,97 a | 4,30 a | 5,49 a | | |
| | | | | Grano total (%) | | | | | | |
| 0% (0) | 68,70 | 67,43 | 68,27 | 69,40 | 69,50 | 69,47 | 68,10 | 68,80 | 68,71 D | |
| 25% (37,5) | 68,90 | 69,07 | 69,53 | 68,77 | 68,40 | 68,87 | 68,73 | 68,80 | 68,88 D | |
| 50% (75) | 69,17 | 69,23 | 69,27 | 69,37 | 68,70 | 68,93 | 70,10 | 69,03 | 69,23 C | 1,03 |
| 75% (112,5) | 70,50 | 70,03 | 69,87 | 70,73 | 69,33 | 70,90 | 71,30 | 69,83 | 70,31 A | |
| 100% (150) | 68,80 | 69,97 | 68,90 | 69,23 | 70,23 | 70,53 | 69,80 | 69,53 | 69,63 B | |
| Promedio | 69,21 a | 69,15 a | 69,17 a | 69,50 a | 69,23 a | 69,74 a | 69,61 a | 69,20 a | | |

Promedios seguidos de la misma letra minúscula o mayúscula en la columna no presentan diferencias significativas (Scott & Knott, $p \leq 0,05$).

**Tabla 9**

*Costos de producción y análisis de rentabilidad del uso de inoculantes en el cultivo de arroz variedad "La esperanza" en la región San Martín.*

| Dosis fertilización N (%) | COSTOS DE PRODUCCIÓN SIN USAR INOCULANTE | | COSTOS DE PRODUCCIÓN USANDO INOCULANTE | |
|---|---|---|---|---|
| | 75% | 100% | 75% | 100% |
| Rendimiento obtenido (kg/ha) | 6084 | 7182 | 7362 | 8154 |
| Costo de Kg de semilla al mercado (S/.) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Costo de producción por Kg de semilla (S/.) | 1,01 | 0,86 | 0,84 | 0,76 |
| Margen de utilidad por Kg de semilla (S/.) | -0,01 | 0,14 | 0,16 | 0,24 |
| Ganancia total (S/.) | 6084,00 | 7182,00 | 7362,00 | 8154,00 |
| Costo Total de producción de arroz (Campaña 2017)* (S/.) | 6145,00 | 6145,00 | 6165,00 | 6165,00 |
| Ganancia neta (S/.) | -61,00 | 1037,00 | 1197,00 | 1989,00 |
| Rentabilidad | -0,99 | 16,88 | 19,42 | 32,26 |

*Costo Total: Costo directo + Costo indirecto

# CONCLUSIONES

El uso de consorcios bacterianos nativos mejora el rendimiento en grano, incrementa la calidad molinera y disminuye la incidencia de añublo bacterial en el cultivo de arroz, por lo que el inoculante bacteriano se constituye como una alternativa para mejorar la productividad del cultivo de arroz en la región San Martín.

El rendimiento obtenido en el tratamiento inoculado con el consorcio bacteriano y fertilizado con nitrógeno al 75% fue superior al tratamiento no inoculado pero recibiendo el 100% de la fertilización nitrogenada.

La rentabilidad del cultivo de arroz ahorrando el 25% de la fertilización nitrogenada y empleando inoculante bacteriano fue de 19,42% y empleando la dosis completa (100%) de fertilización nitrogenada más el inoculante fue de 32,26%. En ambas situaciones la aplicación de esta metodología, en el cultivo de arroz, favorecería al agricultor y se contribuiría a preservar el medio ambiente.

# RECOMENDACIONES

Se requiere ampliar el número de ensayos de inoculación, así como validar y estandarizar los posibles factores (dosis, tipo de inoculante, etapa de inoculación, etc.) que logren influenciar el éxito y adopción de los inoculantes en el agricultor local.

Además es necesario gestionar ante la autoridad sanitaria competente los permisos fitosanitarios correspondientes, así como de su validación técnica económica a través de otros ensayos a nivel de campo.

# REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS


Altschul, S.F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W., & Lipman, D.J. (1990). Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology*, 215, 403-410.

Ahmed, B., & Mirza, M. S. (2013). Effects of inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPRs) on different growth parameters of cold area rice variety, Fakre malakand. *African Journal of Microbiology Research*, *7*, 1651-1656.

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.

Araújo, A.D.S., Baldani, V.L.D., Galisa, P.S., Pereira, J.A., & Baldani, J.I. (2013). Response of traditional upland rice varieties to inoculation with selected diazotrophic bacteria isolated from rice cropped at the northeast region of Brazil. *Applied Soil Ecology*, *64*, 49-55.

Baldani, V.D., Baldani, J.I., & Döbereiner, J. (2000). Inoculation of rice plants with the endophytic diazotrophs *Herbaspirillum seropedicae* and *Burkholderia* spp. *Biology and Fertility of Soils*, *30*, 485-491.

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*, 430-433.

Chun, J. 2001. PHYDIT. Molecular sequence editor for phylogeny. Version 3.1. http://plaza.snu.ac.kr/~jchun/phydit/

Dar, A.I., Saleem, F., Ahmad, M., Tariq, M., Khan, A., Ali, A., & Nasir, I.A. (2014). Characterization and efficiency assessment of PGPR for enhancement of rice (*Oryza sativa* L.) yield. *Advancements in Life Sciences*, *2*, 38-45.

de Souza, R., Beneduzi, A., Ambrosini, A., Da Costa, P.B., Meyer, J., Vargas, L.K., Schoenfeld, R., Passaglia, L. M. (2013). The effect of plant growth-promoting rhizobacteria on the growth of rice (*Oryza sativa* L.) cropped in southern Brazilian fields. *Plant and soil*, *366*, 585-603.

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*, 561-569.

Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C.W. (2011). InfoStat, versión 2011, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Elekhtyar, N.M. (2016) Influence of different plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) strains on rice promising line. Proceedings, The Sixth Field Crops Conference , FCRI, ARC, Giza, Egypt.

Ferreira, J.S., Baldani, J.I., & Baldani, V.L.D. (2010). Seleção de inoculantes a base de turfa contendo bactérias diazotróficas em duas variedades de arroz. *Maringá*, *32*, 179-185.

García de Román, A.L. (1986). Componentes del rendimiento en arroz: auxiliar didáctico. CIAT-Cali-Colombia.

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*, 21-37.

Habib, S.H., Kausar, H., & Saud, H.M. (2016). Plant growth-promoting rhizobacteria enhance salinity stress tolerance in okra through ROS-scavenging enzymes. *BioMed Research International*, *2016*.

Hahn, L., Sá, E.L.S.D., Osório Filho, B.D., Machado, R G., Damasceno, R.G., & Giongo, A. (2016). Rhizobial Inoculation, Alone or Coinoculated with Azospirillum brasilense, Promotes Growth of Wetland Rice. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, *40*.

IRRI, International Rice Research Institute. (2016). http://irri.org/our-work/research/rice-and-the-environment.

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. *African Journal of Microbiology Research*, *6*, 745-750.

Jha, M., Chourasia, S., Sinha, S. (2013). Microbial consortium for sustainable rice production. *Agroecology and sustainable food systems*, *37*, 340-362.

Ji, S.H., Gururani, M.A., & Chun, S.C. (2014). Isolation and characterization of plant growth promoting endophytic diazotrophic bacteria from Korean rice cultivars. *Microbiological research*, *169*, 83-98.

Keyeo, F., Shah, O.N.A., & Amir, H.G. (2011). The effects of nitrogen fixation activity and phytohormone production of diazotroph in promoting growth of rice seedlings. *Biotechnology*, *10*, 267-273.

Kimura M. (1980). A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, *16*, 111-120.

Larkin, M.A., Blackshields, G., Brown, N.P., Chenna, R., McGettigan, P.A., McWilliam, H., Valentin, F., Wallace, I.M., Wilm, A., Lopez, R., Thompson, J.D., Gibson, T.J., & Higgins, D.G. (2007). Clustal W and Clustal X version 2.0 Bioinformatics, 23, 2947-2948.

Lucas, J.A., García-Cristobal, J., Bonilla, A., Ramos, B., & Gutierrez-Manero, J. (2014). Beneficial rhizobacteria from rice rhizosphere confers high protection against biotic and abiotic stress inducing systemic resistance in rice seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*, *82*, 44-53.

Martínez Racines, C.P., Cuevas Pérez, F.E., & Medina, L.M. (1989). Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz. CIAT. [conjunto audiotutorial].

MINAGRI, Ministerio de Agricultura y Riego. (2017). Boletín, Informe del Arroz. Dirección General de Políticas Agrarias. http://minagri.gob.pe/portal/boletin-de-arroz/arroz-2017.

Mwashasha, R.N., Kahangi, E.M., & Hunja, M. (2017). Efficiency of plant growth promoting microorganisms on the growth performance of paddy rice. The 2015 JKUAT Scientific Conference. Agricultural Sciences, Technologies and Global Networking.

Nguyen, H.T., Deaker, R., Kennedy, I.R., & Roughley, R.J. (2003). The positive yield response of field-grown rice to inoculation with a multi-strain biofertiliser in the Hanoi area, Vietnam. *Symbiosis*, *35*, 231-245.

Nico, M., Ribaudo, C.M., Gori, J.I., Cantore, M L., & Curá, J.A. (2012). Uptake of phosphate and promotion of vegetative growth in glucose-exuding rice plants (*Oryza sativa*) inoculated with plant growth-promoting bacteria. *Applied soil ecology*, *61*, 190-195.

Paul, N., Cruz, P.C., Aguilar, E.A., Badayos, R.B., & Hafele, S. (2013). Evaluation of Biofertilizers in Cultured Rice. *Journal of Biofertilizers & Biopesticides*, *4*, 133.

Pérez-Montaño, F., Alías-Villegas, C., Bellogín, R.A., del Cerro, P., Espuny, M.R., Jiménez-Guerrero I., López-Baena, F.J., Ollero F.J., & Cubo, T. (2013). Plant Growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: From microorganism capacities to crop production. *Microbiological Research*, *169*, 325-336.

Ríos-Ruiz, W.F. (2016). Aislamiento de bacterias rizosféricas diazotróficas de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) con potencial biotecnológico en la región de San Martín.
Disponible en: http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/UNSM/285

Saitou, N., & Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetics trees. *Molecular Biology and Evolution*, *4*, 406-425.

Sarathambal, C., Ilamurugu, K., Balachandar, D., Chinnadurai, C., & Gharde, Y. (2015). Characterization and crop production efficiency of diazotrophic isolates from the rhizosphere of semi-arid tropical grasses of India. *Applied Soil Ecology*, *87*, 1-10.

Shrestha, B.K., Karki, H.S., Groth, D.E., Jungkhun, N., & Ham, J.H. (2016). Biological control activities of rice-associated *Bacillus* sp. strains against sheath blight and bacterial panicle blight of rice. *PloS one*, *11*, e0146764.

Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipski, A., & Kumar ,S. (2013). MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, *30*, 2725-2729

Thakuria, D., Talukdar, N. C., Goswami, C., Hazarika, S., Boro, R. C., & Khan, M. R. (2004). Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils of Assam. *Current Science*, *86*, 978-985.

Thompson, J.D., Higgins, D.G., & Gibson, T.J. (1991). CLUSTAL W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choise. *Nucleic Acids Research*, *22*, 4673-4680.

Torres, M.J., Simon, J., Rowley, G., Bedmar, E.J., Richardson, D.J., Gates, A.J., & Delgado, M.J. (2016). Nitrous Oxide Metabolism in Nitrate-Reducing Bacteria:

Physiology and Regulatory Mechanisms. *Advances in Microbial Physiology*, *68*, 353-432.

USDA, United States Department Agrary. (2018). http://www.ers.usda.gov/publications/rcs-rice-outlook.aspx

Verma, P., Singh, Y.V., Choudhary, A.K., Ahuja, M., & Chaudhary, C. (2017). Root parameters and grain quality of lowland rice as affected by different nutrient management practices and microbial inoculants. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *6*, 2392-2394.

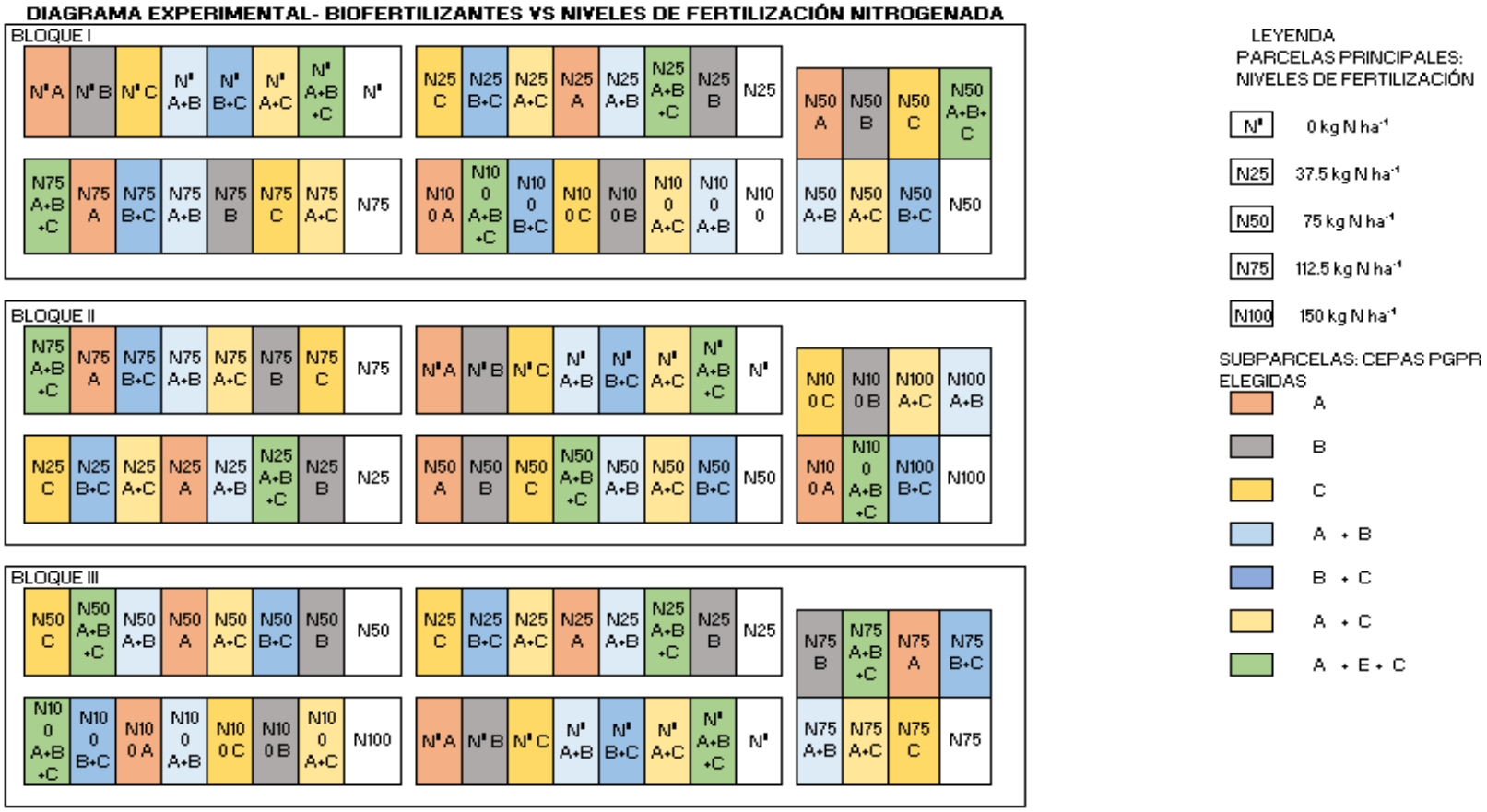
Weisburg, W.G., Barns, S.M., Pelletier, D.A., & Lane, D.J. (1991). 16S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study. *Journal of Bacteriology*, *173*, 697-703.

Yadav, J., Verma, J.P., Jaiswal, D.K., & Kumar, A. (2014). Evaluation of PGPR and different concentration of phosphorus level on plant growth, yield and nutrient content of rice (*Oryza sativa*). *Ecological engineering*, *62*, 123-128.

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*, 129-142.

# ANEXOS

**Anexo 1.** Diseño del área experimental para la instalación de las parcelas de los diferentes tratamientos



**Anexo 2.** Análisis de Varianza para medias de longitud de raíz (cm) y longitud de parte aérea (cm) de tratamientos inoculados durante la etapa de almácigo, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

Nueva tabla: 12/02/2018 - 06:04:41 a.m.

**Análisis de la varianza**

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Raíz cm | 32 | 0.41 | 0.24 | 13.79 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 48.39 | 7 | 6.91 | 2.40 | 0.0519 |
| tratamiento | 48.39 | 7 | 6.91 | 2.40 | 0.0519 |
| Error | 69.17 | 24 | 2.88 | | |
| Total | 117.56 | 31 | | | |

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.47757**

*Error: 2.8821 gl: 24*

| tratamiento | Medias | n | E.E. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B | 14.70 | 4 | 0.85 | A | | |
| A | 13.85 | 4 | 0.85 | A | B | |
| C | 12.38 | 4 | 0.85 | A | B | C |
| A+B+C | 12.00 | 4 | 0.85 | | B | C |
| B+C | 11.88 | 4 | 0.85 | | B | C |
| A+B | 11.63 | 4 | 0.85 | | B | C |
| A+C | 11.13 | 4 | 0.85 | | | C |
| T° | 10.95 | 4 | 0.85 | | | C |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Análisis de la varianza**

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| P.A (cm) | 32 | 0.66 | 0.56 | 9.65 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 267.77 | 7 | 38.25 | 6.57 | 0.0002 |
| TRATAMIENTOS | 267.77 | 7 | 38.25 | 6.57 | 0.0002 |
| Error | 139.84 | 24 | 5.83 | | |
| Total | 407.61 | 31 | | | |

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.52270**

*Error: 5.8265 gl: 24*

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A+C | 29.08 | 4 | 1.21 | A | | | | |
| A | 28.70 | 4 | 1.21 | A | B | | | |
| A+B | 27.00 | 4 | 1.21 | A | B | C | | |
| B+C | 25.50 | 4 | 1.21 | | B | C | D | |
| C | 24.08 | 4 | 1.21 | | | C | D | |
| A+B+C | 22.80 | 4 | 1.21 | | | | D | E |
| B | 22.55 | 4 | 1.21 | | | | D | E |
| T° | 20.45 | 4 | 1.21 | | | | | E |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 3.** Análisis de Varianza para medias del Peso seco de raíz (g) y Peso seco de la parte aérea (g) en tratamientos inoculados durante la etapa de almácigo, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

**Análisis de la varianza**

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| PESO SECO RAIZ | 24 | 1.00 | 1.00 | 1.54 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 0.20 | 7 | 0.03 | 1888.58 | <0.0001 |
| TRATAMIENTO | 0.20 | 7 | 0.03 | 1888.58 | <0.0001 |
| Error | 2.5E-04 | 16 | 1.5E-05 | | |
| Total | 0.20 | 23 | | | |

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.00679**

*Error: 0.0000 gl: 16*

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 0.47 | 3 | 2.3E-03 | A | | | | |
| A+C | 0.31 | 3 | 2.3E-03 | | B | | | |
| T | 0.28 | 3 | 2.3E-03 | | | C | | |
| B+C | 0.22 | 3 | 2.3E-03 | | | | D | |
| A+B+C | 0.22 | 3 | 2.3E-03 | | | | D | |
| C | 0.18 | 3 | 2.3E-03 | | | | | E |
| B | 0.18 | 3 | 2.3E-03 | | | | | E |
| A+B | 0.18 | 3 | 2.3E-03 | | | | | E |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Análisis de la varianza**

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| PESO SECO PARTE AEREA | 24 | 1.00 | 1.00 | 0.28 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 0.84 | 7 | 0.12 | 13097.14 | <0.0001 |
| TRATAMIENTO | 0.84 | 7 | 0.12 | 13097.14 | <0.0001 |
| Error | 1.5E-04 | 16 | 9.2E-06 | | |
| Total | 0.84 | 23 | | | |

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.00525**

*Error: 0.0000 gl: 16*

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1.47 | 3 | 1.8E-03 | A | | | | | | |
| A+C | 1.20 | 3 | 1.8E-03 | | B | | | | | |
| T | 1.12 | 3 | 1.8E-03 | | | C | | | | |
| B+C | 1.07 | 3 | 1.8E-03 | | | | D | | | |
| A+B+C | 1.05 | 3 | 1.8E-03 | | | | | E | | |
| A+B | 1.00 | 3 | 1.8E-03 | | | | | | F | |
| B | 0.85 | 3 | 1.8E-03 | | | | | | | G |
| C | 0.85 | 3 | 1.8E-03 | | | | | | | G |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 4.** Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para los niveles de clorofila a los 60 días después de la siembra, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

Nueva tabla: 13/02/2018 - 05:55:51 p.m.

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Clorofila SPAD | 120 | 0.63 | 0.37 | 3.10 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | (Error) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 205.71 | 49 | 4.20 | 2.44 | 0.0003 | |
| Bloques | 41.36 | 2 | 20.68 | 3.41 | 0.0851 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis | 4.65 | 4 | 1.16 | 0.19 | 0.9361 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis*Bloques | 48.58 | 8 | 6.07 | 3.52 | 0.0018 | |
| Inoculantes | 65.19 | 7 | 9.31 | 5.41 | 0.0001 | |
| Inoculantes*Dosis | 45.92 | 28 | 1.64 | 0.95 | 0.5435 | |
| Error | 120.61 | 70 | 1.72 | | | |
| Total | 326.32 | 119 | | | | |

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.64035**

*Error: 6.0720 gl: 8*

| Dosis | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| 100.00 | 42.71 | 24 | 0.50 | A |
| 75.00 | 42.47 | 24 | 0.50 | A |
| 25.00 | 42.42 | 24 | 0.50 | A |
| 50.00 | 42.28 | 24 | 0.50 | A |
| 0.00 | 42.12 | 24 | 0.50 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

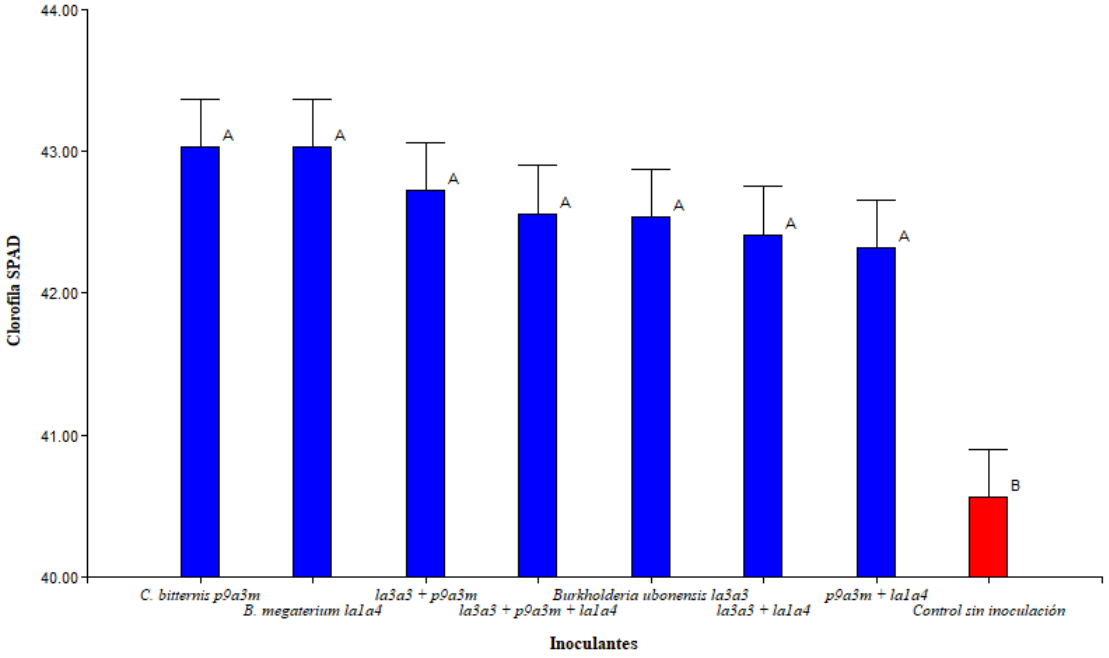
**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.95596**

*Error: 1.7230 gl: 70*

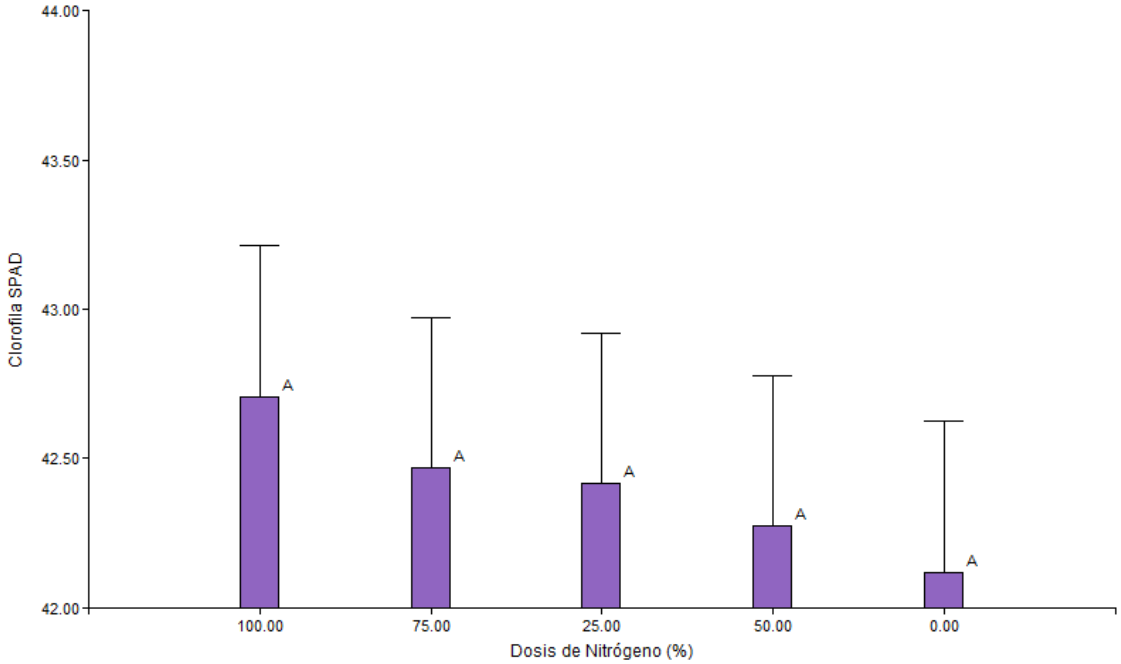
| Inoculantes | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| B | 43.03 | 15 | 0.34 | A | |
| C | 43.03 | 15 | 0.34 | A | |
| A+B | 42.73 | 15 | 0.34 | A | |
| A+B+C | 42.56 | 15 | 0.34 | A | |
| A | 42.54 | 15 | 0.34 | A | |
| A+C | 42.41 | 15 | 0.34 | A | |
| B+C | 42.32 | 15 | 0.34 | A | |
| T | 40.56 | 15 | 0.34 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 5.** Efecto de los tratamientos inoculantes sobre el nivel de clorofila (SPAD) en arroz variedad Esperanza a los 60 días después de la siembra.




**Anexo 6.** Efecto de los tratamientos inoculantes sobre el nivel de clorofila (SPAD) en arroz variedad Esperanza a los 60 días después de la siembra



**Anexo 7.** Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para el rendimiento en paja (t/ha), empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

**Análisis de la varianza**

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rendimiento de paja (Tn/ha.. | 120 | 0.72 | 0.52 | 16.90 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | (Error) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 1663.88 | 49 | 33.96 | 3.68 | <0.0001 | |
| Bloques | 180.93 | 2 | 90.46 | 1.26 | 0.3340 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis | 709.88 | 4 | 177.47 | 2.48 | 0.1281 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis*Bloques | 573.60 | 8 | 71.70 | 7.77 | <0.0001 | |
| Inoculantes | 53.07 | 7 | 7.58 | 0.82 | 0.5729 | |
| Inoculantes*Dosis | 146.40 | 28 | 5.23 | 0.57 | 0.9520 | |
| Error | 646.25 | 70 | 9.23 | | | |
| Total | 2310.13 | 119 | | | | |

**Test:Scott & Knott Alfa=0.05**

*Error: 71.6999 gl: 8*

| Dosis | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 100.00 | 21.28 | 24 | 1.73 | A | |
| 75.00 | 20.26 | 24 | 1.73 | A | |
| 25.00 | 17.37 | 24 | 1.73 | | B |
| 50.00 | 16.10 | 24 | 1.73 | | B |
| 0.00 | 14.88 | 24 | 1.73 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Test:Scott & Knott Alfa=0.05**

*Error: 9.2322 gl: 70*

| Inoculantes | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| A+B | 18.65 | 15 | 0.78 | A |
| A | 18.64 | 15 | 0.78 | A |
| SC | 18.58 | 15 | 0.78 | A |
| A+C | 18.36 | 15 | 0.78 | A |
| B+C | 17.98 | 15 | 0.78 | A |
| A+B+C | 17.67 | 15 | 0.78 | A |
| B | 16.97 | 15 | 0.78 | A |
| C | 16.97 | 15 | 0.78 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

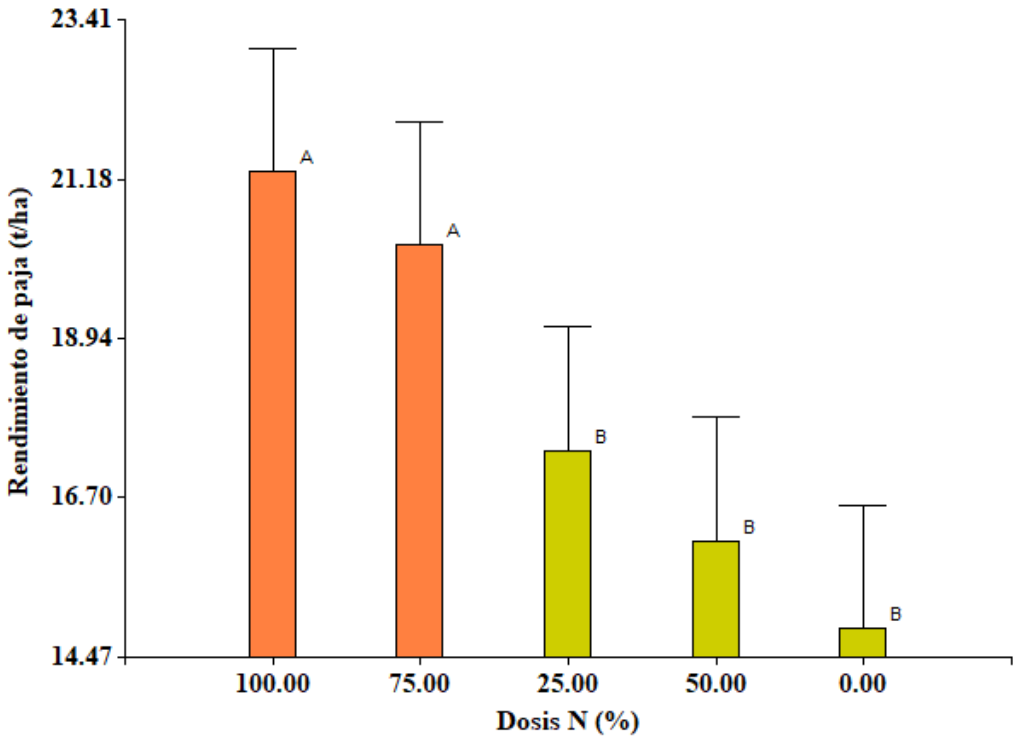
**Test:Scott & Knott Alfa=0.05**

*Error: 9.2322 gl: 70*

| Inoculantes | Dosis | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A+B+C | 100.00 | 24.02 | 3 | 1.75 | A | |
| A+B | 75.00 | 22.36 | 3 | 1.75 | A | |
| B+C | 75.00 | 22.36 | 3 | 1.75 | A | |
| B+C | 100.00 | 22.17 | 3 | 1.75 | A | |
| SC | 100.00 | 21.84 | 3 | 1.75 | A | |
| A | 100.00 | 21.73 | 3 | 1.75 | A | |
| A | 75.00 | 21.70 | 3 | 1.75 | A | |
| A+B | 100.00 | 21.08 | 3 | 1.75 | A | |
| A+C | 100.00 | 20.77 | 3 | 1.75 | A | |
| SC | 75.00 | 20.17 | 3 | 1.75 | A | |
| A+C | 75.00 | 19.81 | 3 | 1.75 | A | |
| C | 100.00 | 19.78 | 3 | 1.75 | A | |
| B | 75.00 | 19.53 | 3 | 1.75 | A | |
| B | 100.00 | 18.83 | 3 | 1.75 | A | |
| A+B+C | 75.00 | 18.67 | 3 | 1.75 | A | |
| A | 25.00 | 18.47 | 3 | 1.75 | | B |
| A+C | 25.00 | 18.25 | 3 | 1.75 | | B |
| A+B+C | 25.00 | 18.00 | 3 | 1.75 | | B |
| SC | 0.00 | 17.55 | 3 | 1.75 | | B |
| C | 25.00 | 17.52 | 3 | 1.75 | | B |
| C | 75.00 | 17.46 | 3 | 1.75 | | B |
| A+B | 50.00 | 17.37 | 3 | 1.75 | | B |
| A+B | 25.00 | 17.11 | 3 | 1.75 | | B |
| A+C | 50.00 | 16.90 | 3 | 1.75 | | B |
| SC | 25.00 | 16.83 | 3 | 1.75 | | B |
| B | 25.00 | 16.63 | 3 | 1.75 | | B |
| SC | 50.00 | 16.52 | 3 | 1.75 | | B |
| B+C | 25.00 | 16.16 | 3 | 1.75 | | B |
| A+C | 0.00 | 16.08 | 3 | 1.75 | | B |
| C | 50.00 | 15.84 | 3 | 1.75 | | B |
| A | 50.00 | 15.77 | 3 | 1.75 | | B |
| B+C | 50.00 | 15.67 | 3 | 1.75 | | B |
| A | 0.00 | 15.55 | 3 | 1.75 | | B |
| A+B+C | 50.00 | 15.42 | 3 | 1.75 | | B |
| B | 50.00 | 15.34 | 3 | 1.75 | | B |
| A+B | 0.00 | 15.31 | 3 | 1.75 | | B |
| B | 0.00 | 14.52 | 3 | 1.75 | | B |
| C | 0.00 | 14.23 | 3 | 1.75 | | B |
| B+C | 0.00 | 13.52 | 3 | 1.75 | | B |
| A+B+C | 0.00 | 12.25 | 3 | 1.75 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 8.** Efecto de las dosis de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento en paja (t/ha) en arroz variedad "La Esperanza".



**Anexo 9.** Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para la altura de la planta (cm) empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

**Análisis de la varianza**

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| H | 120 | 0.62 | 0.35 | 3.61 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | (Error) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 1246.13 | 49 | 25.43 | 2.30 | 0.0007 | |
| Bloques | 49.40 | 2 | 24.70 | 0.49 | 0.6271 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis | 541.13 | 4 | 135.28 | 2.71 | 0.1073 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis*Bloques | 399.27 | 8 | 49.91 | 4.52 | 0.0002 | |
| Inoculantes | 126.00 | 7 | 18.00 | 1.63 | 0.1411 | |
| Inoculantes*Dosis | 130.33 | 28 | 4.65 | 0.42 | 0.9935 | |
| Error | 772.67 | 70 | 11.04 | | | |
| Total | 2018.80 | 119 | | | | |

**Test:Scott & Knott Alfa=0.05**

*Error: 49.9083 gl: 8*

| Dosis | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 100.00 | 94.79 | 24 | 1.44 | A | |
| 75.00 | 93.58 | 24 | 1.44 | A | |
| 25.00 | 92.38 | 24 | 1.44 | A | |
| 50.00 | 91.13 | 24 | 1.44 | | B |
| 0.00 | 88.63 | 24 | 1.44 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Test:Scott & Knott Alfa=0.05**

*Error: 11.0381 gl: 70*

| Inoculantes | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| A+C | 93.13 | 15 | 0.86 | A |
| C | 93.00 | 15 | 0.86 | A |
| B | 92.87 | 15 | 0.86 | A |
| A | 92.67 | 15 | 0.86 | A |
| A+B+C | 92.27 | 15 | 0.86 | A |
| B+C | 91.93 | 15 | 0.86 | A |
| SC | 90.80 | 15 | 0.86 | A |
| A+B | 90.13 | 15 | 0.86 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

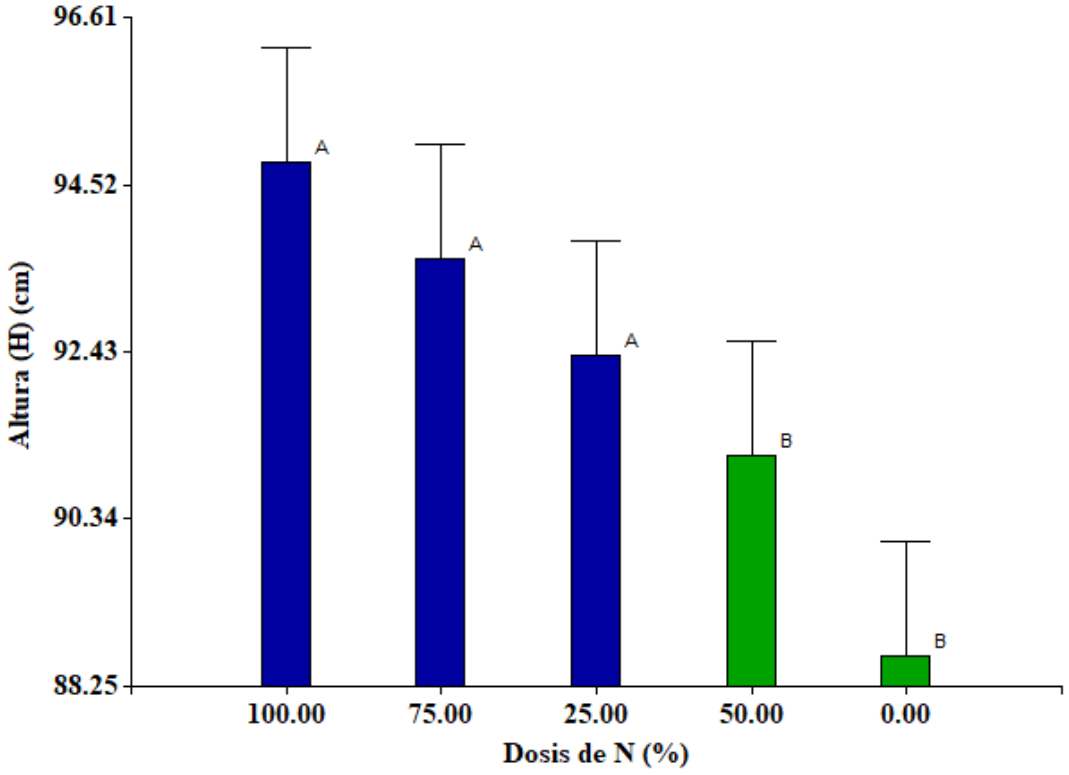
**Test:Scott & Knott Alfa=0.05**

*Error: 11.0381 gl: 70*

| Inoculantes | Dosis | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B | 100.00 | 97.33 | 3 | 1.92 | A | |
| A | 75.00 | 96.00 | 3 | 1.92 | A | |
| A+C | 75.00 | 95.33 | 3 | 1.92 | A | |
| A+B+C | 100.00 | 95.33 | 3 | 1.92 | A | |
| A+C | 100.00 | 95.33 | 3 | 1.92 | A | |
| B+C | 100.00 | 95.33 | 3 | 1.92 | A | |
| C | 75.00 | 94.33 | 3 | 1.92 | A | |
| A+B+C | 75.00 | 94.33 | 3 | 1.92 | A | |
| A | 100.00 | 94.33 | 3 | 1.92 | A | |
| SC | 100.00 | 94.33 | 3 | 1.92 | A | |
| A+C | 25.00 | 94.00 | 3 | 1.92 | A | |
| C | 50.00 | 94.00 | 3 | 1.92 | A | |
| B | 75.00 | 94.00 | 3 | 1.92 | A | |
| B | 25.00 | 93.67 | 3 | 1.92 | A | |
| C | 25.00 | 93.67 | 3 | 1.92 | A | |
| C | 100.00 | 93.67 | 3 | 1.92 | A | |
| B+C | 75.00 | 93.00 | 3 | 1.92 | A | |
| A+B | 100.00 | 92.67 | 3 | 1.92 | A | |
| B | 50.00 | 92.00 | 3 | 1.92 | | B |
| SC | 25.00 | 92.00 | 3 | 1.92 | | B |
| SC | 75.00 | 92.00 | 3 | 1.92 | | B |
| A | 25.00 | 92.00 | 3 | 1.92 | | B |
| A+B+C | 25.00 | 92.00 | 3 | 1.92 | | B |
| A+B | 50.00 | 91.67 | 3 | 1.92 | | B |
| B+C | 25.00 | 91.67 | 3 | 1.92 | | B |
| A+C | 50.00 | 91.67 | 3 | 1.92 | | B |
| A | 50.00 | 91.00 | 3 | 1.92 | | B |
| A+B+C | 50.00 | 90.33 | 3 | 1.92 | | B |
| A | 0.00 | 90.00 | 3 | 1.92 | | B |
| B+C | 50.00 | 90.00 | 3 | 1.92 | | B |
| A+B | 25.00 | 90.00 | 3 | 1.92 | | B |
| B+C | 0.00 | 89.67 | 3 | 1.92 | | B |
| A+B | 75.00 | 89.67 | 3 | 1.92 | | B |
| A+B+C | 0.00 | 89.33 | 3 | 1.92 | | B |
| A+C | 0.00 | 89.33 | 3 | 1.92 | | B |
| C | 0.00 | 89.33 | 3 | 1.92 | | B |
| SC | 50.00 | 88.33 | 3 | 1.92 | | B |
| SC | 0.00 | 87.33 | 3 | 1.92 | | B |
| B | 0.00 | 87.33 | 3 | 1.92 | | B |
| A+B | 0.00 | 86.67 | 3 | 1.92 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 10.** Efecto de las dosis de fertilización nitrogenada sobre la altura de la planta (cm) en arroz variedad "La Esperanza".



**Anexo 11.** Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para el peso de 1000 granos de semilla empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

**Análisis de la varianza**

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| PMG | 120 | 0.70 | 0.49 | 1.94 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | (Error) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 50.31 | 49 | 1.03 | 3.37 | <0.0001 | |
| Bloques | 5.37 | 2 | 2.68 | 1.38 | 0.3064 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis | 9.27 | 4 | 2.32 | 1.19 | 0.3858 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis*Bloques | 15.61 | 8 | 1.95 | 6.40 | <0.0001 | |
| Inoculantes | 4.97 | 7 | 0.71 | 2.33 | 0.0340 | |
| Inoculantes*Dosis | 15.10 | 28 | 0.54 | 1.77 | 0.0285 | |
| Error | 21.34 | 70 | 0.30 | | | |
| Total | 71.65 | 119 | | | | |

**Test:Scott & Knott Alfa=0.05**

*Error: 1.9507 gl: 8*

| Dosis | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| 75.00 | 28.71 | 24 | 0.29 | A |
| 25.00 | 28.67 | 24 | 0.29 | A |
| 50.00 | 28.47 | 24 | 0.29 | A |
| 100.00 | 28.46 | 24 | 0.29 | A |
| 0.00 | 27.93 | 24 | 0.29 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Test:Scott & Knott Alfa=0.05**

*Error: 0.3048 gl: 70*

| Inoculantes | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 28.72 | 15 | 0.14 | A | |
| A+B | 28.63 | 15 | 0.14 | A | |
| C | 28.53 | 15 | 0.14 | A | |
| A+B+C | 28.53 | 15 | 0.14 | A | |
| B | 28.47 | 15 | 0.14 | A | |
| B+C | 28.42 | 15 | 0.14 | A | |
| SC | 28.27 | 15 | 0.14 | | B |
| A+C | 28.02 | 15 | 0.14 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

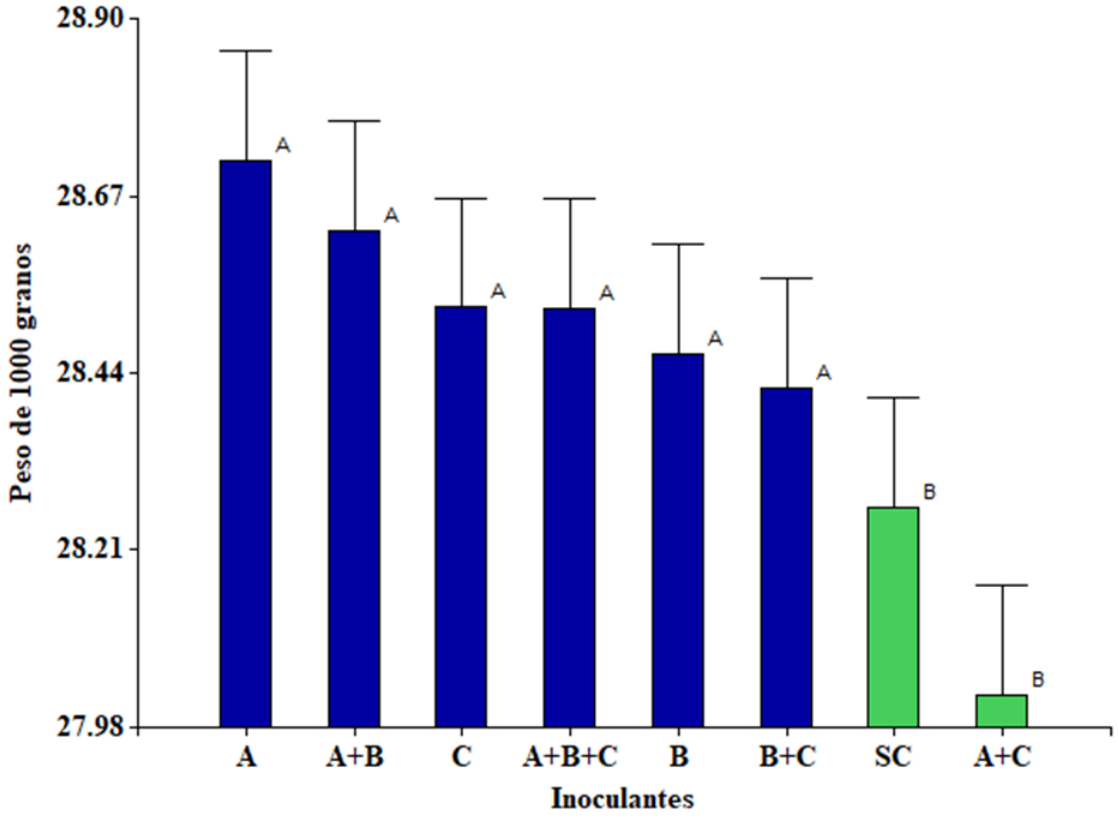
**Test:Scott & Knott Alfa=0.05**

*Error: 0.3048 gl: 70*

| Inoculantes | Dosis | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 25.00 | 29.33 | 3 | 0.32 | A | |
| A+C | 75.00 | 29.33 | 3 | 0.32 | A | |
| A+B | 75.00 | 29.23 | 3 | 0.32 | A | |
| B | 50.00 | 29.19 | 3 | 0.32 | A | |
| B+C | 100.00 | 29.09 | 3 | 0.32 | A | |
| A | 75.00 | 28.90 | 3 | 0.32 | A | |
| C | 50.00 | 28.87 | 3 | 0.32 | A | |
| A+B+C | 25.00 | 28.86 | 3 | 0.32 | A | |
| C | 25.00 | 28.85 | 3 | 0.32 | A | |
| A | 100.00 | 28.82 | 3 | 0.32 | A | |
| A+B+C | 50.00 | 28.81 | 3 | 0.32 | A | |
| A+B+C | 100.00 | 28.74 | 3 | 0.32 | A | |
| A+B | 25.00 | 28.69 | 3 | 0.32 | A | |
| A | 50.00 | 28.69 | 3 | 0.32 | A | |
| A+B | 100.00 | 28.66 | 3 | 0.32 | A | |
| B+C | 75.00 | 28.62 | 3 | 0.32 | A | |
| B | 25.00 | 28.59 | 3 | 0.32 | A | |
| SC | 75.00 | 28.54 | 3 | 0.32 | A | |
| C | 100.00 | 28.54 | 3 | 0.32 | A | |
| A+B+C | 75.00 | 28.52 | 3 | 0.32 | A | |
| B+C | 25.00 | 28.48 | 3 | 0.32 | A | |
| C | 75.00 | 28.40 | 3 | 0.32 | | B |
| SC | 100.00 | 28.39 | 3 | 0.32 | | B |
| A+B | 0.00 | 28.33 | 3 | 0.32 | | B |
| B | 100.00 | 28.32 | 3 | 0.32 | | B |
| SC | 25.00 | 28.31 | 3 | 0.32 | | B |
| B+C | 50.00 | 28.25 | 3 | 0.32 | | B |
| A+B | 50.00 | 28.21 | 3 | 0.32 | | B |
| A+C | 25.00 | 28.21 | 3 | 0.32 | | B |
| SC | 50.00 | 28.18 | 3 | 0.32 | | B |
| B | 75.00 | 28.15 | 3 | 0.32 | | B |
| B | 0.00 | 28.08 | 3 | 0.32 | | B |
| C | 0.00 | 27.98 | 3 | 0.32 | | B |
| SC | 0.00 | 27.92 | 3 | 0.32 | | B |
| A+C | 0.00 | 27.89 | 3 | 0.32 | | B |
| A | 0.00 | 27.86 | 3 | 0.32 | | B |
| A+B+C | 0.00 | 27.70 | 3 | 0.32 | | B |
| B+C | 0.00 | 27.67 | 3 | 0.32 | | B |
| A+C | 50.00 | 27.58 | 3 | 0.32 | | B |
| A+C | 100.00 | 27.12 | 3 | 0.32 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 12.** Efecto de las dosis de fertilización nitrogenada sobre el peso de 1000 granos en arroz variedad "La Esperanza".



**Anexo 13.** Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para el peso de 1000 granos de semilla empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

**Análisis de la varianza**

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| LP | 120 | 0.91 | 0.84 | 1.96 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | (Error) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 159.35 | 49 | 3.25 | 13.94 | <0.0001 | |
| Bloques | 1.72 | 2 | 0.86 | 0.33 | 0.7288 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis | 129.01 | 4 | 32.25 | 12.37 | 0.0017 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis*Bloques | 20.86 | 8 | 2.61 | 11.18 | <0.0001 | |
| Inoculantes | 2.25 | 7 | 0.32 | 1.38 | 0.2275 | |
| Inoculantes*Dosis | 5.50 | 28 | 0.20 | 0.84 | 0.6866 | |
| Error | 16.33 | 70 | 0.23 | | | |
| Total | 175.68 | 119 | | | | |

**Test:Scott & Knott Alfa=0.05**

*Error: 2.6074 gl: 8*

| Dosis | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 100.00 | 25.82 | 24 | 0.33 | A | |
| 75.00 | 25.36 | 24 | 0.33 | A | |
| 50.00 | 24.84 | 24 | 0.33 | | B |
| 25.00 | 24.44 | 24 | 0.33 | | B |
| 0.00 | 22.80 | 24 | 0.33 | | | C |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Test:Scott & Knott Alfa=0.05**

*Error: 0.2333 gl: 70*

| Inoculantes | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| A+C | 24.84 | 15 | 0.12 | A |
| C | 24.81 | 15 | 0.12 | A |
| A | 24.75 | 15 | 0.12 | A |
| A+B | 24.63 | 15 | 0.12 | A |
| A+B+C | 24.61 | 15 | 0.12 | A |
| SC | 24.60 | 15 | 0.12 | A |
| B | 24.58 | 15 | 0.12 | A |
| B+C | 24.38 | 15 | 0.12 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

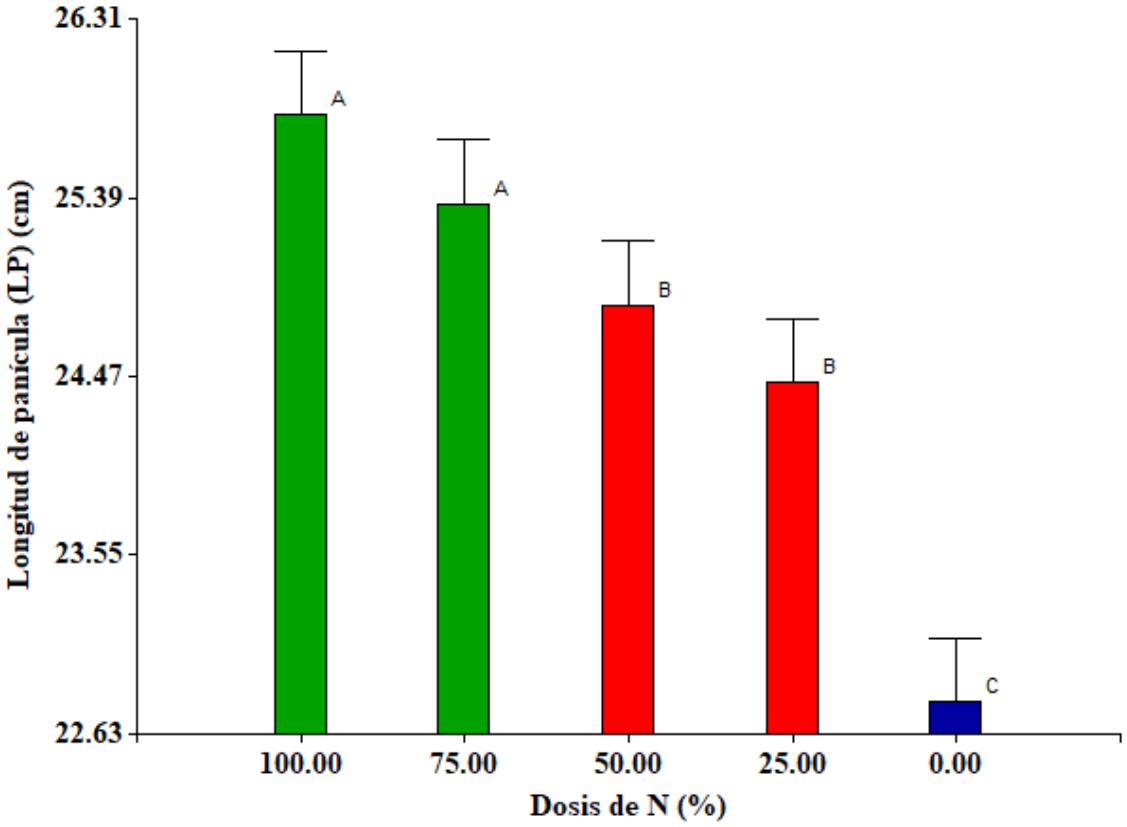
**Test:Scott & Knott Alfa=0.05**

*Error: 0.2333 gl: 70*

| Inoculantes | Dosis | Medias | n | E.E. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A+C | 100.00 | 26.06 | 3 | 0.28 | A | | |
| C | 100.00 | 25.98 | 3 | 0.28 | A | | |
| SC | 100.00 | 25.98 | 3 | 0.28 | A | | |
| A+B+C | 100.00 | 25.93 | 3 | 0.28 | A | | |
| A | 75.00 | 25.84 | 3 | 0.28 | A | | |
| B+C | 100.00 | 25.77 | 3 | 0.28 | A | | |
| B | 100.00 | 25.73 | 3 | 0.28 | A | | |
| A+B | 100.00 | 25.68 | 3 | 0.28 | A | | |
| A+B | 75.00 | 25.57 | 3 | 0.28 | A | | |
| C | 75.00 | 25.53 | 3 | 0.28 | A | | |
| A+C | 75.00 | 25.49 | 3 | 0.28 | A | | |
| A+B+C | 75.00 | 25.41 | 3 | 0.28 | A | | |
| A | 100.00 | 25.41 | 3 | 0.28 | A | | |
| B+C | 75.00 | 25.16 | 3 | 0.28 | | B | |
| SC | 50.00 | 25.00 | 3 | 0.28 | | B | |
| SC | 75.00 | 24.98 | 3 | 0.28 | | B | |
| C | 50.00 | 24.98 | 3 | 0.28 | | B | |
| A | 50.00 | 24.96 | 3 | 0.28 | | B | |
| B | 75.00 | 24.91 | 3 | 0.28 | | B | |
| A+B | 50.00 | 24.86 | 3 | 0.28 | | B | |
| B | 50.00 | 24.82 | 3 | 0.28 | | B | |
| A+C | 50.00 | 24.80 | 3 | 0.28 | | B | |
| B+C | 50.00 | 24.78 | 3 | 0.28 | | B | |
| A+B+C | 25.00 | 24.77 | 3 | 0.28 | | B | |
| C | 25.00 | 24.59 | 3 | 0.28 | | B | |
| A+C | 25.00 | 24.58 | 3 | 0.28 | | B | |
| A | 25.00 | 24.56 | 3 | 0.28 | | B | |
| A+B+C | 50.00 | 24.50 | 3 | 0.28 | | B | |
| B | 25.00 | 24.34 | 3 | 0.28 | | B | |
| SC | 25.00 | 24.34 | 3 | 0.28 | | B | |
| A+B | 25.00 | 24.18 | 3 | 0.28 | | B | |
| B+C | 25.00 | 24.15 | 3 | 0.28 | | B | |
| A+C | 0.00 | 23.26 | 3 | 0.28 | | | C |
| B | 0.00 | 23.10 | 3 | 0.28 | | | C |
| A | 0.00 | 22.98 | 3 | 0.28 | | | C |
| C | 0.00 | 22.95 | 3 | 0.28 | | | C |
| A+B | 0.00 | 22.88 | 3 | 0.28 | | | C |
| SC | 0.00 | 22.70 | 3 | 0.28 | | | C |
| A+B+C | 0.00 | 22.45 | 3 | 0.28 | | | C |
| B+C | 0.00 | 22.07 | 3 | 0.28 | | | C |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 14.** Efecto de las dosis de fertilización nitrogenada sobre la longitud de panícula (cm) en arroz variedad "La Esperanza".



**Anexo 15.** Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para el número de panojas por golpe empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

**Análisis de la varianza**

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| NPG | 120 | 0.62 | 0.35 | 10.32 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | (Error) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 261.22 | 49 | 5.33 | 2.33 | 0.0006 | |
| Bloques | 12.35 | 2 | 6.18 | 0.95 | 0.4279 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis | 108.22 | 4 | 27.05 | 4.14 | 0.0415 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis*Bloques | 52.23 | 8 | 6.53 | 2.86 | 0.0083 | |
| Inoculantes | 20.10 | 7 | 2.87 | 1.26 | 0.2851 | |
| Inoculantes*Dosis | 68.32 | 28 | 2.44 | 1.07 | 0.4013 | |
| Error | 160.08 | 70 | 2.29 | | | |
| Total | 421.30 | 119 | | | | |

**Test:Scott & Knott Alfa=0.05**

*Error: 6.5292 gl: 8*

| Dosis | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| 100.00 | 16.46 | 24 | 0.52 | A |
| 50.00 | 14.67 | 24 | 0.52 | B |
| 75.00 | 14.33 | 24 | 0.52 | B |
| 0.00 | 13.92 | 24 | 0.52 | B |
| 25.00 | 13.88 | 24 | 0.52 | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Test:Scott & Knott Alfa=0.05**

*Error: 2.2869 gl: 70*

| Inoculantes | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| A+B+C | 15.07 | 15 | 0.39 | A |
| B | 15.00 | 15 | 0.39 | A |
| C | 14.87 | 15 | 0.39 | A |
| A+C | 14.87 | 15 | 0.39 | A |
| A | 14.87 | 15 | 0.39 | A |
| SC | 14.47 | 15 | 0.39 | A |
| B+C | 14.27 | 15 | 0.39 | A |
| A+B | 13.80 | 15 | 0.39 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

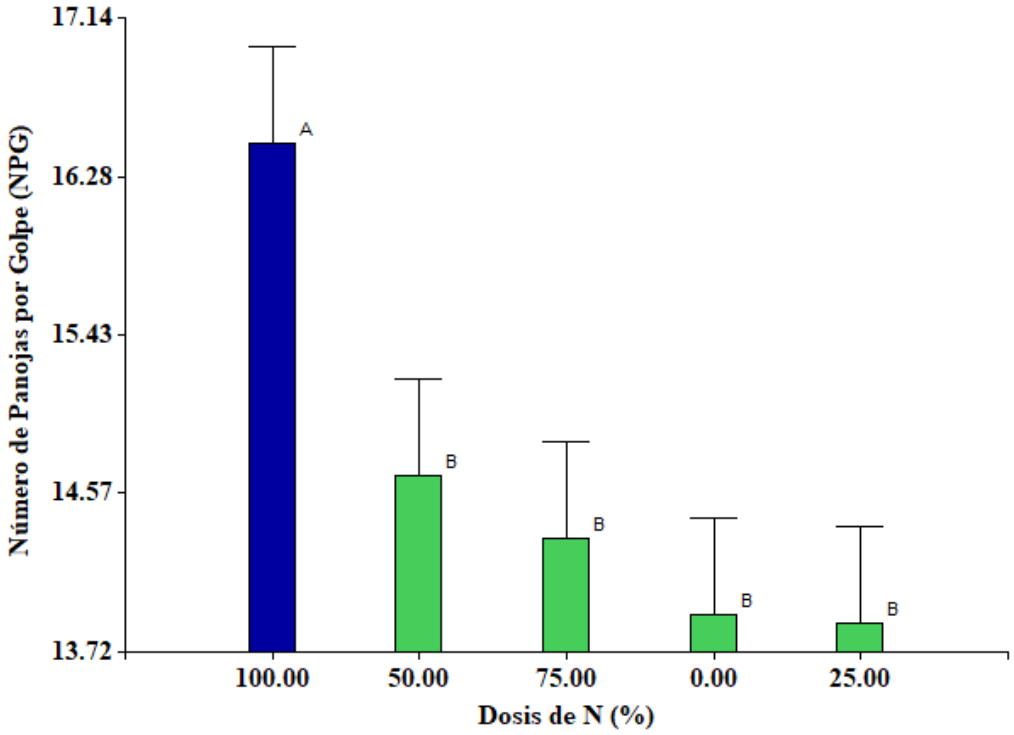
**Test:Scott & Knott Alfa=0.05**

*Error: 2.2869 gl: 70*

| Inoculantes | Dosis | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SC | 100.00 | 18.00 | 3 | 0.87 | A | |
| A+B+C | 100.00 | 18.00 | 3 | 0.87 | A | |
| A | 100.00 | 16.67 | 3 | 0.87 | A | |
| A+C | 100.00 | 16.33 | 3 | 0.87 | A | |
| B+C | 100.00 | 16.33 | 3 | 0.87 | A | |
| A+B+C | 50.00 | 16.00 | 3 | 0.87 | A | |
| A | 50.00 | 16.00 | 3 | 0.87 | A | |
| B | 50.00 | 16.00 | 3 | 0.87 | A | |
| C | 100.00 | 15.67 | 3 | 0.87 | A | |
| B | 100.00 | 15.33 | 3 | 0.87 | A | |
| A+B | 100.00 | 15.33 | 3 | 0.87 | A | |
| B | 25.00 | 15.00 | 3 | 0.87 | | B |
| C | 25.00 | 15.00 | 3 | 0.87 | | B |
| B | 75.00 | 15.00 | 3 | 0.87 | | B |
| C | 0.00 | 15.00 | 3 | 0.87 | | B |
| A+C | 0.00 | 15.00 | 3 | 0.87 | | B |
| A | 75.00 | 14.67 | 3 | 0.87 | | B |
| A+B+C | 75.00 | 14.67 | 3 | 0.87 | | B |
| C | 75.00 | 14.67 | 3 | 0.87 | | B |
| A+C | 25.00 | 14.67 | 3 | 0.87 | | B |
| A+C | 75.00 | 14.67 | 3 | 0.87 | | B |
| SC | 50.00 | 14.33 | 3 | 0.87 | | B |
| B+C | 75.00 | 14.33 | 3 | 0.87 | | B |
| B+C | 25.00 | 14.00 | 3 | 0.87 | | B |
| A | 0.00 | 14.00 | 3 | 0.87 | | B |
| C | 50.00 | 14.00 | 3 | 0.87 | | B |
| A+B | 50.00 | 14.00 | 3 | 0.87 | | B |
| A+C | 50.00 | 13.67 | 3 | 0.87 | | B |
| B | 0.00 | 13.67 | 3 | 0.87 | | B |
| A+B+C | 0.00 | 13.67 | 3 | 0.87 | | B |
| SC | 75.00 | 13.67 | 3 | 0.87 | | B |
| SC | 0.00 | 13.33 | 3 | 0.87 | | B |
| B+C | 0.00 | 13.33 | 3 | 0.87 | | B |
| A+B | 0.00 | 13.33 | 3 | 0.87 | | B |
| A+B | 25.00 | 13.33 | 3 | 0.87 | | B |
| B+C | 50.00 | 13.33 | 3 | 0.87 | | B |
| SC | 25.00 | 13.00 | 3 | 0.87 | | B |
| A+B+C | 25.00 | 13.00 | 3 | 0.87 | | B |
| A | 25.00 | 13.00 | 3 | 0.87 | | B |
| A+B | 75.00 | 13.00 | 3 | 0.87 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 16.** Efecto de las dosis de fertilización nitrogenada sobre el número de panojas por golpe en arroz variedad "La Esperanza".



**Anexo 17.** Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para el número de granos por panícula empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

Análisis de la varianza

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| NGP | 120 | 0.68 | 0.46 | 7.53 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | (Error) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 14820.36 | 49 | 302.46 | 3.08 | <0.0001 | |
| Bloques | 245.88 | 2 | 122.94 | 0.37 | 0.7041 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis | 7681.07 | 4 | 1920.27 | 5.73 | 0.0178 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis*Bloques | 2682.02 | 8 | 335.25 | 3.41 | 0.0023 | |
| Inoculantes | 659.27 | 7 | 94.18 | 0.96 | 0.4688 | |
| Inoculantes*Dosis | 3552.13 | 28 | 126.86 | 1.29 | 0.1949 | |
| Error | 6884.22 | 70 | 98.35 | | | |
| Total | 21704.59 | 119 | | | | |

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

*Error: 335.2527 gl: 8*

| Dosis | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| 75.00 | 139.75 | 24 | 3.74 | A |
| 100.00 | 139.02 | 24 | 3.74 | A |
| 50.00 | 133.03 | 24 | 3.74 | A |
| 25.00 | 128.90 | 24 | 3.74 | A |
| 0.00 | 117.84 | 24 | 3.74 | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

*Error: 98.3460 gl: 70*

| Inoculantes | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| A+C | 135.17 | 15 | 2.56 | A |
| C | 133.38 | 15 | 2.56 | A |
| A+B | 133.36 | 15 | 2.56 | A |
| A+B+C | 133.24 | 15 | 2.56 | A |
| B+C | 131.19 | 15 | 2.56 | A |
| SC | 130.62 | 15 | 2.56 | A |
| B | 128.53 | 15 | 2.56 | A |
| A | 128.17 | 15 | 2.56 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

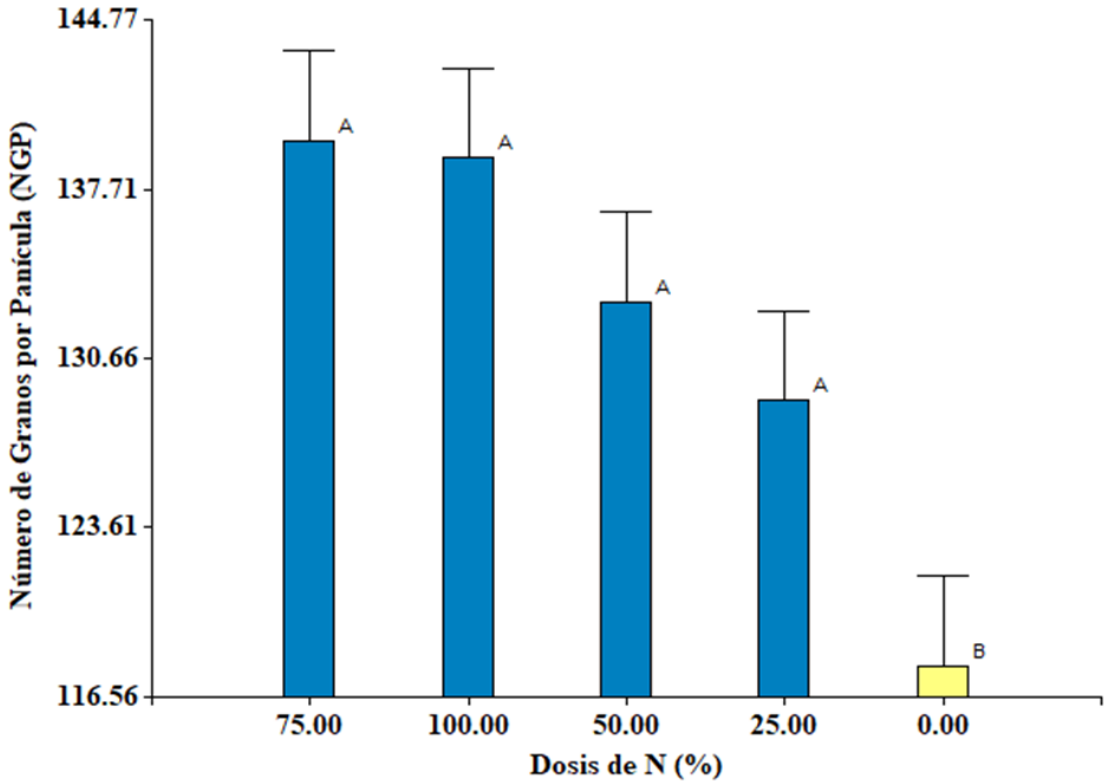
Test:Scott & Knott Alfa=0.05

*Error: 98.3460 gl: 70*

| Inoculantes | Dosis | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A+B | 75.00 | 148.77 | 3 | 5.73 | A | |
| B+C | 75.00 | 148.13 | 3 | 5.73 | A | |
| A+B+C | 100.00 | 147.07 | 3 | 5.73 | A | |
| A+C | 50.00 | 146.50 | 3 | 5.73 | A | |
| A+B+C | 75.00 | 143.67 | 3 | 5.73 | A | |
| A+B | 100.00 | 142.77 | 3 | 5.73 | A | |
| A+C | 75.00 | 141.47 | 3 | 5.73 | A | |
| SC | 100.00 | 140.27 | 3 | 5.73 | A | |
| C | 100.00 | 140.17 | 3 | 5.73 | A | |
| A | 75.00 | 140.03 | 3 | 5.73 | A | |
| C | 75.00 | 139.10 | 3 | 5.73 | A | |
| A+C | 100.00 | 137.87 | 3 | 5.73 | A | |
| SC | 50.00 | 137.43 | 3 | 5.73 | A | |
| A+B+C | 25.00 | 137.23 | 3 | 5.73 | A | |
| B | 100.00 | 136.83 | 3 | 5.73 | A | |
| B | 50.00 | 136.20 | 3 | 5.73 | A | |
| B+C | 100.00 | 136.07 | 3 | 5.73 | A | |
| SC | 25.00 | 135.77 | 3 | 5.73 | A | |
| B+C | 50.00 | 134.90 | 3 | 5.73 | A | |
| C | 50.00 | 132.57 | 3 | 5.73 | A | |
| A | 100.00 | 131.10 | 3 | 5.73 | | B |
| C | 25.00 | 130.33 | 3 | 5.73 | | B |
| B | 75.00 | 130.03 | 3 | 5.73 | | B |
| A+B | 50.00 | 128.67 | 3 | 5.73 | | B |
| A+C | 25.00 | 128.13 | 3 | 5.73 | | B |
| B+C | 25.00 | 127.17 | 3 | 5.73 | | B |
| SC | 75.00 | 126.77 | 3 | 5.73 | | B |
| A | 50.00 | 126.70 | 3 | 5.73 | | B |
| A+B | 25.00 | 126.63 | 3 | 5.73 | | B |
| B | 25.00 | 125.17 | 3 | 5.73 | | B |
| C | 0.00 | 124.73 | 3 | 5.73 | | B |
| A | 0.00 | 122.23 | 3 | 5.73 | | B |
| A+C | 0.00 | 121.87 | 3 | 5.73 | | B |
| A+B+C | 50.00 | 121.27 | 3 | 5.73 | | B |
| A | 25.00 | 120.77 | 3 | 5.73 | | B |
| A+B | 0.00 | 119.97 | 3 | 5.73 | | B |
| A+B+C | 0.00 | 116.97 | 3 | 5.73 | | B |
| B | 0.00 | 114.40 | 3 | 5.73 | | B |
| SC | 0.00 | 112.87 | 3 | 5.73 | | B |
| B+C | 0.00 | 109.67 | 3 | 5.73 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 18.** Efecto de las dosis de fertilización nitrogenada sobre el número de granos por panícula en arroz variedad "La Esperanza".



**Anexo 19.** Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento inoculado con la cepa Burkholderia ubonensis la3a3, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

Análisis de la varianza

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto 14% H°(t/ha) | 15 | 0.64 | 0.50 | 12.99 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 10.45 | 4 | 2.61 | 4.52 | 0.0241 |
| TRATAMIENTO | 10.45 | 4 | 2.61 | 4.52 | 0.0241 |
| Error | 5.77 | 10 | 0.58 | | |
| Total | 16.22 | 14 | | | |

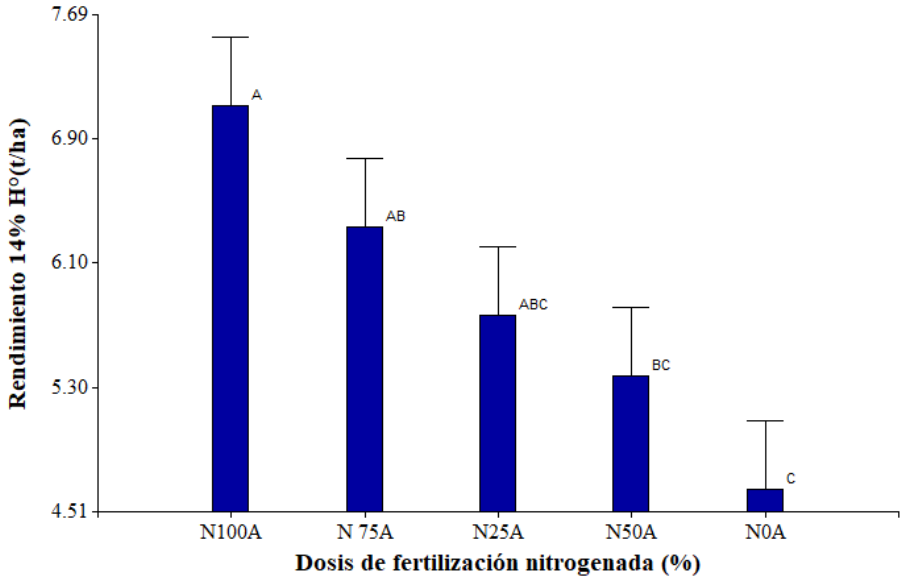
Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.38219

*Error: 0.5772 gl: 10*

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N100A | 7.11 | 3 | 0.44 | A | | |
| N 75A | 6.33 | 3 | 0.44 | A | B | |
| N25A | 5.76 | 3 | 0.44 | A | B | C |
| N50A | 5.38 | 3 | 0.44 | | B | C |
| N0A | 4.65 | 3 | 0.44 | | | C |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 20.** Efecto de las dosis de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad "La Esperanza" inoculado con la cepa *Burkholderia ubonensis* la3a3.



**Anexo 21.** Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento inoculado con la cepa *Citrobacter bitternis* p9a3m, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto 14% H°(t/ha) | 15 | 0.68 | 0.55 | 10.77 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 9.30 | 4 | 2.33 | 5.33 | 0.0146 |
| TRATAMIENTO | 9.30 | 4 | 2.33 | 5.33 | 0.0146 |
| Error | 4.36 | 10 | 0.44 | | |
| Total | 13.67 | 14 | | | |

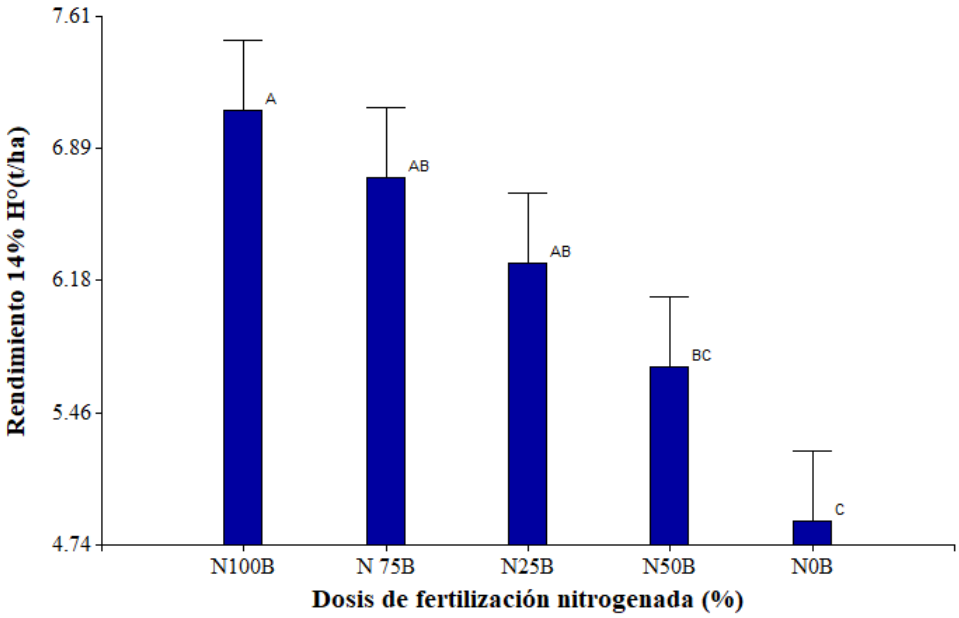
Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.20183

*Error: 0.4364 gl: 10*

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N100B | 7.10 | 3 | 0.38 | A | | |
| N 75B | 6.74 | 3 | 0.38 | A | B | |
| N25B | 6.27 | 3 | 0.38 | A | B | |
| N50B | 5.71 | 3 | 0.38 | | B | C |
| N0B | 4.87 | 3 | 0.38 | | | C |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 22.** Efecto de las dosis de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad "La Esperanza" inoculado con la cepa *Citrobacter bitternis* p9a3m.



**Anexo 23.** Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento inoculado con la cepa *Bacillus megaterium* la1a4, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

Análisis de la varianza

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto 14% H°(t/ha) | 15 | 0.69 | 0.57 | 13.00 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 14.11 | 4 | 3.53 | 5.61 | 0.0124 |
| TRATAMIENTO | 14.11 | 4 | 3.53 | 5.61 | 0.0124 |
| Error | 6.29 | 10 | 0.63 | | |
| Total | 20.39 | 14 | | | |

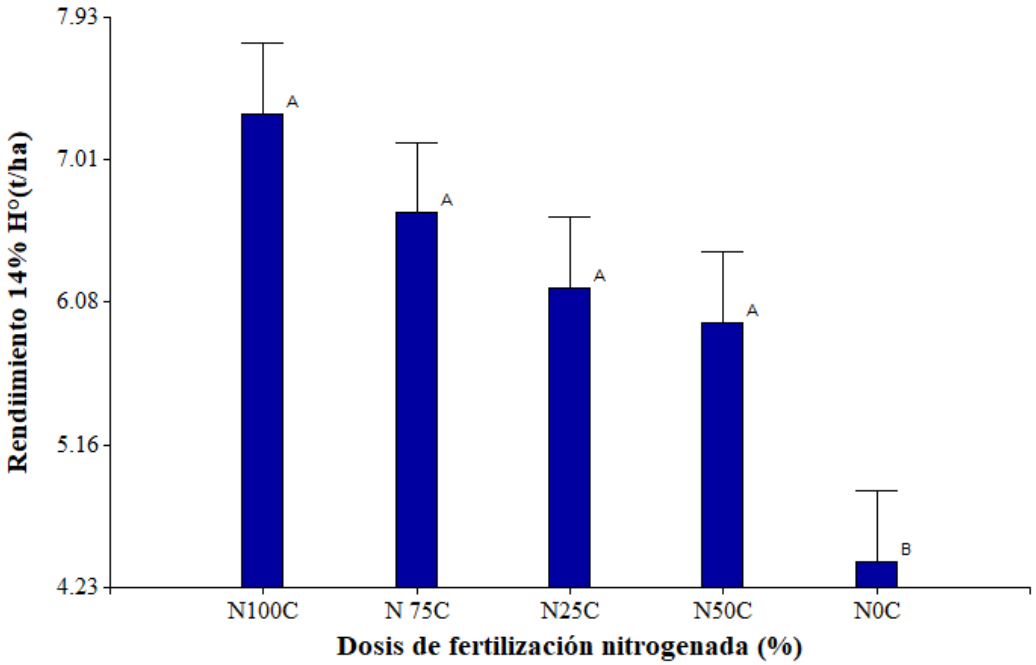
Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.44259

*Error: 0.6288 gl: 10*

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| N100C | 7.31 | 3 | 0.46 | A | |
| N 75C | 6.66 | 3 | 0.46 | A | |
| N25C | 6.18 | 3 | 0.46 | A | |
| N50C | 5.95 | 3 | 0.46 | A | |
| N0C | 4.40 | 3 | 0.46 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 24.** Efecto de las dosis de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad "La Esperanza" inoculado con la cepa *Bacillus megaterium* la1a4.



**Anexo 25.** Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento inoculado *Burkholderia ubonensis* la3a3 + *Bacillus megaterium* la1a4, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

Análisis de la varianza

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto 14% H°(t/ha) | 15 | 0.73 | 0.63 | 12.30 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 14.61 | 4 | 3.65 | 6.87 | 0.0063 |
| TRATAMIENTO | 14.61 | 4 | 3.65 | 6.87 | 0.0063 |
| Error | 5.32 | 10 | 0.53 | | |
| Total | 19.92 | 14 | | | |

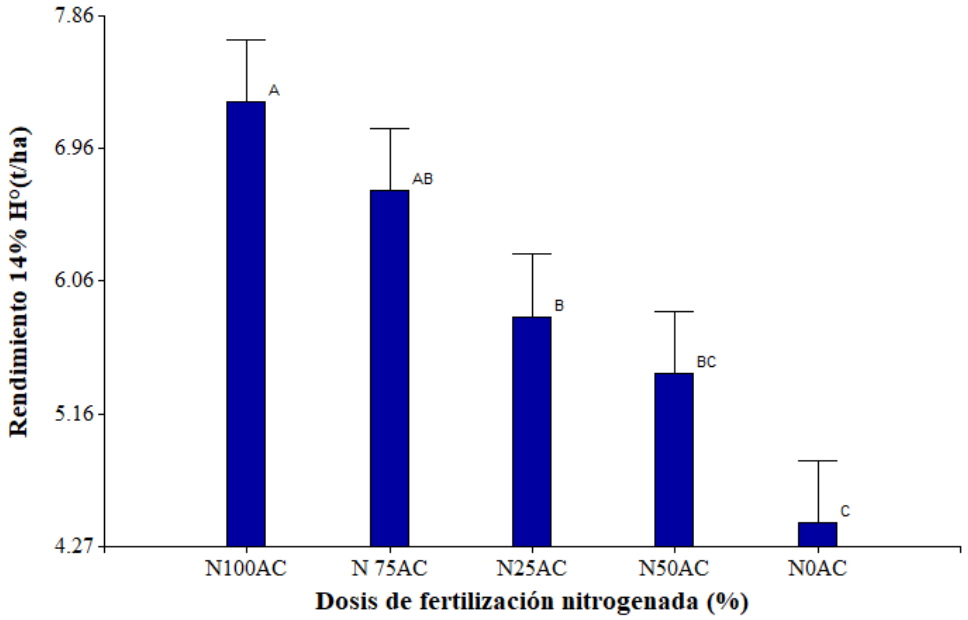
Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.32670

*Error: 0.5318 gl: 10*

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N100AC | 7.27 | 3 | 0.42 | A | | |
| N 75AC | 6.68 | 3 | 0.42 | A | B | |
| N25AC | 5.82 | 3 | 0.42 | | B | |
| N50AC | 5.43 | 3 | 0.42 | | B | C |
| N0AC | 4.43 | 3 | 0.42 | | | C |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 26.** Efecto de las dosis de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad "La Esperanza" inoculado con *Burkholderia ubonensis* la3a3 + *Bacillus megaterium* la1a4.



**Anexo 27.** Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento inoculado con la cepa *Burkholderia ubonensis* la3a3 + *Citrobacter bitternis* p9a3m, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto 14% H°(t/ha) | 15 | 0.76 | 0.66 | 9.88 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 10.65 | 4 | 2.66 | 7.88 | 0.0039 |
| TRATAMIENTO | 10.65 | 4 | 2.66 | 7.88 | 0.0039 |
| Error | 3.38 | 10 | 0.34 | | |
| Total | 14.03 | 14 | | | |

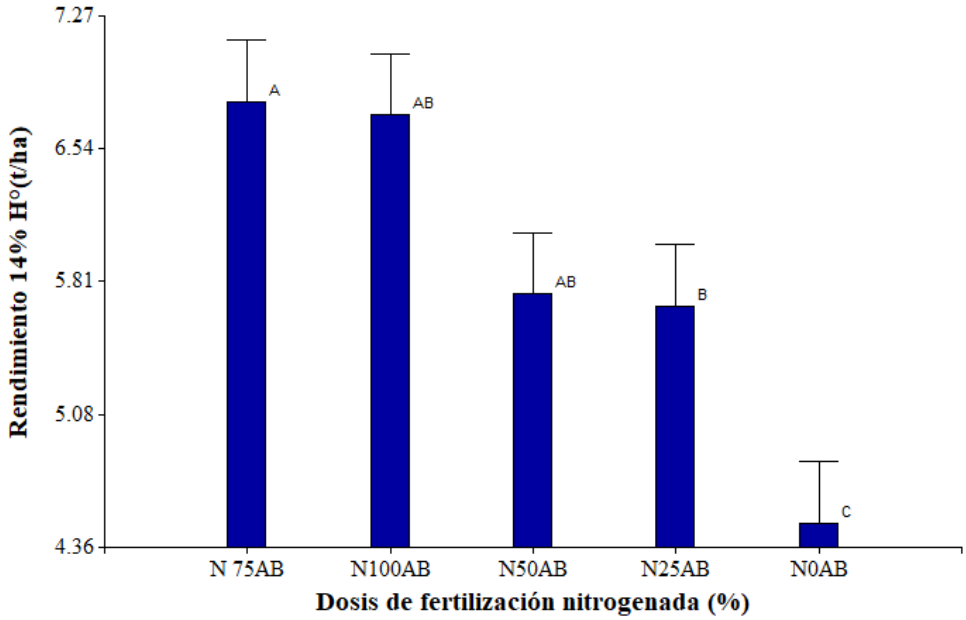
Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.05776

*Error: 0.3381 gl: 10*

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N 75AB | 6.80 | 3 | 0.34 | A | | |
| N100AB | 6.72 | 3 | 0.34 | A | B | |
| N50AB | 5.74 | 3 | 0.34 | A | B | |
| N25AB | 5.68 | 3 | 0.34 | | B | |
| N0AB | 4.49 | 3 | 0.34 | | | C |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 28.** Efecto de las dosis de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad "La Esperanza" inoculado con la cepa *Burkholderia ubonensis* la3a3 + *Citrobacter bitternis* p9a3m.



**Anexo 29.** Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento inoculado con la cepa *Citrobacter bitternis* p9a3m + *Bacillus megaterium* la1a4, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

Análisis de la varianza

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto 14% H°(t/ha) | 15 | 0.55 | 0.37 | 18.49 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 14.69 | 4 | 3.67 | 3.08 | 0.0677 |
| TRATAMIENTO | 14.69 | 4 | 3.67 | 3.08 | 0.0677 |
| Error | 11.92 | 10 | 1.19 | | |
| Total | 26.61 | 14 | | | |

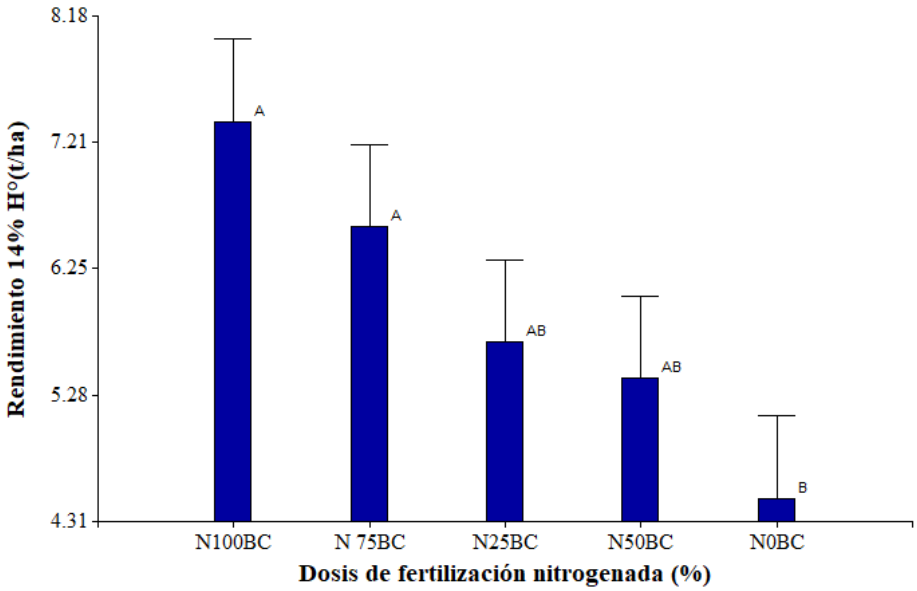
Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.98588

*Error: 1.1915 gl: 10*

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| N100BC | 7.37 | 3 | 0.63 | A | |
| N 75BC | 6.57 | 3 | 0.63 | A | |
| N25BC | 5.69 | 3 | 0.63 | A | B |
| N50BC | 5.41 | 3 | 0.63 | A | B |
| N0BC | 4.49 | 3 | 0.63 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 30.** Efecto de las dosis de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad "La Esperanza" inoculado *Citrobacter bitternis* p9a3m + *Bacillus megaterium* la1a4.



**Anexo 31.** Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento inoculado con la cepas *Burkholderia ubonensis* la3a3 + *Citrobacter bitternis* p9a3m + *Bacillus megaterium* la1a4, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto 14% H°(t/ha) | 15 | 0.73 | 0.62 | 14.54 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 23.56 | 4 | 5.89 | 6.82 | 0.0065 |
| TRATAMIENTO | 23.56 | 4 | 5.89 | 6.82 | 0.0065 |
| Error | 8.64 | 10 | 0.86 | | |
| Total | 32.19 | 14 | | | |

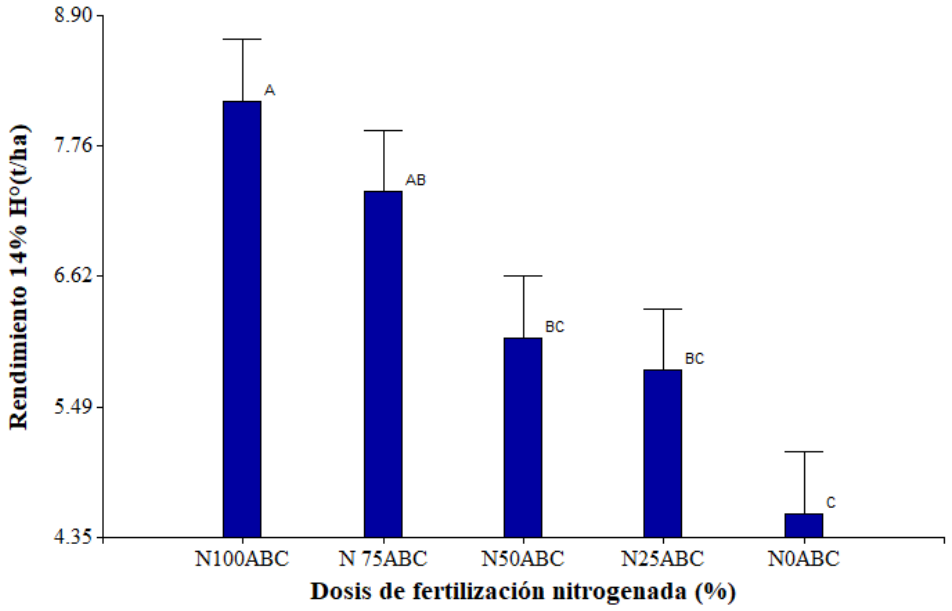
Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.69078

*Error: 0.8637 gl: 10*

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N100ABC | 8.15 | 3 | 0.54 | A | | |
| N 75ABC | 7.36 | 3 | 0.54 | A | B | |
| N50ABC | 6.09 | 3 | 0.54 | | B | C |
| N25ABC | 5.80 | 3 | 0.54 | | B | C |
| N0ABC | 4.56 | 3 | 0.54 | | | C |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 32.** Efecto de las dosis de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad "La Esperanza" inoculado con la cepas *Burkholderia ubonensis* la3a3 + *Citrobacter bitternis* p9a3m + *Bacillus megaterium* la1a4.



**Anexo 33.** Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento sin inocular, bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto 14% H°(t/ha) | 15 | 0.77 | 0.68 | 12.95 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 17.78 | 4 | 4.44 | 8.27 | 0.0033 |
| TRATAMIENTO | 17.78 | 4 | 4.44 | 8.27 | 0.0033 |
| Error | 5.37 | 10 | 0.54 | | |
| Total | 23.15 | 14 | | | |

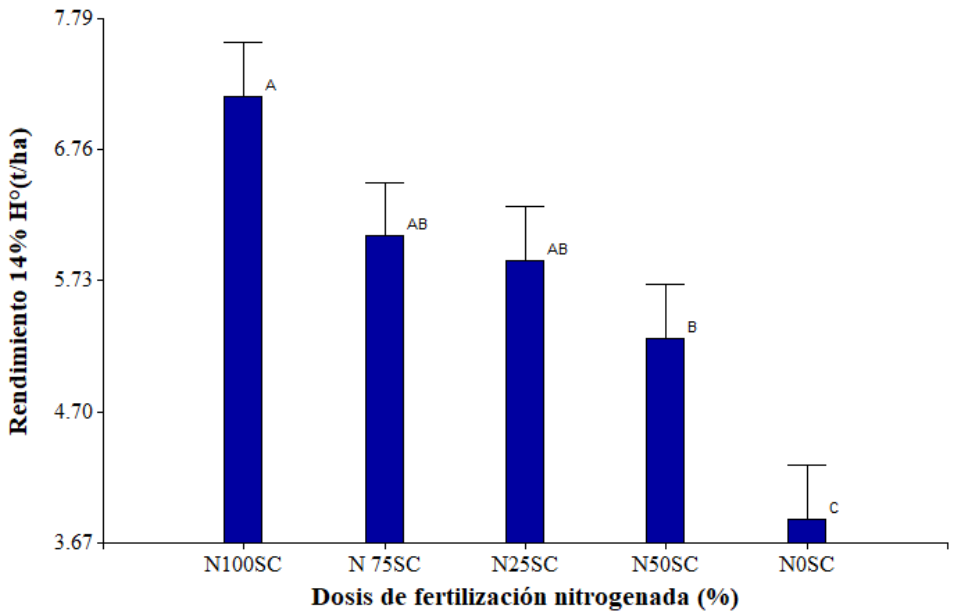
Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.33358

*Error: 0.5373 gl: 10*

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N100SC | 7.18 | 3 | 0.42 | A | | |
| N 75SC | 6.08 | 3 | 0.42 | A | B | |
| N25SC | 5.89 | 3 | 0.42 | A | B | |
| N50SC | 5.28 | 3 | 0.42 | | B | |
| N0SC | 3.86 | 3 | 0.42 | | | C |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 34.** Efecto de las dosis de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad "La Esperanza" sin inocular.



**Anexo 35.** Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento sin fertilización nitrogenada, bajo diferentes tratamientos inoculantes, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

Nueva tabla: 15/02/2018 - 09:40:53 p.m.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto 14% H°(t/ha) | 24 | 0.38 | 0.11 | 9.33 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 1.73 | 7 | 0.25 | 1.42 | 0.2640 |
| TRATAMIENTO | 1.73 | 7 | 0.25 | 1.42 | 0.2640 |
| Error | 2.78 | 16 | 0.17 | | |
| Total | 4.51 | 23 | | | |

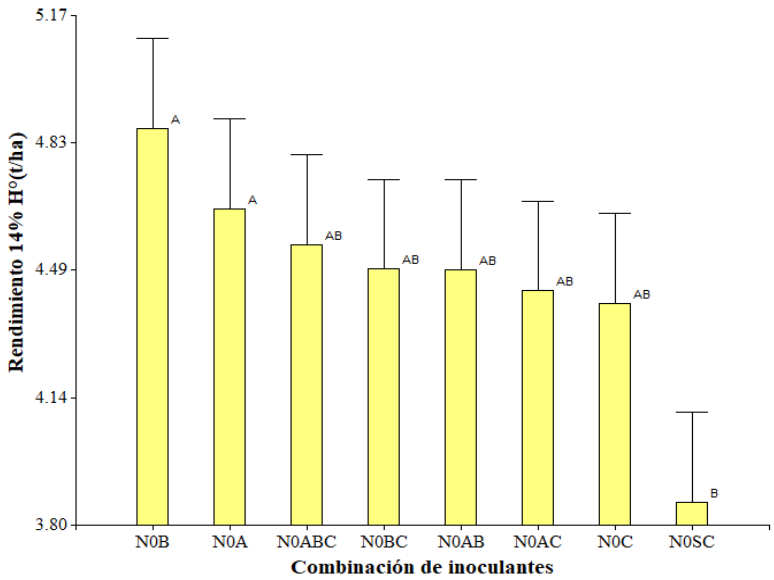
Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.72187

*Error: 0.1739 gl: 16*

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| N0B | 4.87 | 3 | 0.24 | A | |
| N0A | 4.65 | 3 | 0.24 | A | |
| N0ABC | 4.56 | 3 | 0.24 | A | B |
| N0BC | 4.49 | 3 | 0.24 | A | B |
| N0AB | 4.49 | 3 | 0.24 | A | B |
| N0AC | 4.43 | 3 | 0.24 | A | B |
| N0C | 4.40 | 3 | 0.24 | A | B |
| N0SC | 3.86 | 3 | 0.24 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 36.** Efecto de los tratamientos inoculantes sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad "La Esperanza" sin fertilización.



**Anexo 37.** Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento al 25% de fertilización nitrogenada, bajo diferentes tratamientos inoculantes, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

Nueva tabla: 15/02/2018 - 10:22:38 p.m.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto 14% H°(t/ha) | 24 | 0.23 | 0.00 | 7.90 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 1.02 | 7 | 0.15 | 0.67 | 0.6934 |
| TRATAMIENTO | 1.02 | 7 | 0.15 | 0.67 | 0.6934 |
| Error | 3.46 | 16 | 0.22 | | |
| Total | 4.48 | 23 | | | |

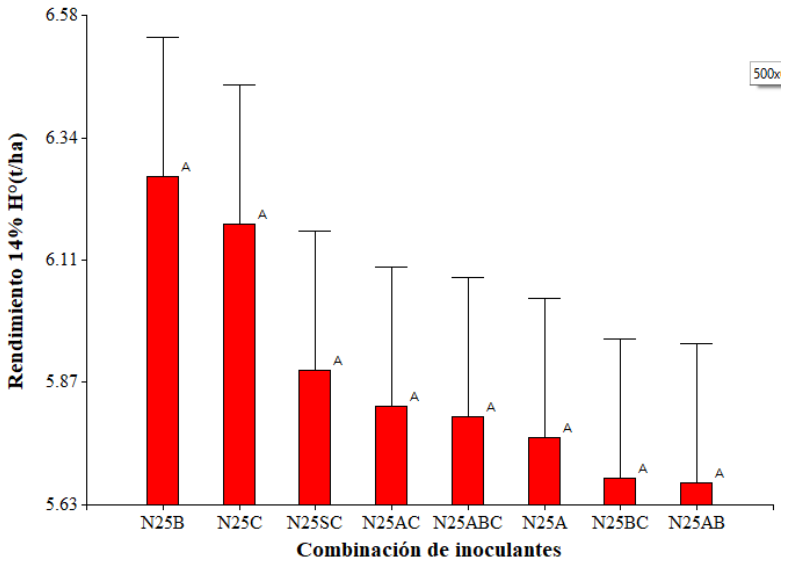
Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.80526

*Error: 0.2164 gl: 16*

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| N25B | 6.27 | 3 | 0.27 | A |
| N25C | 6.18 | 3 | 0.27 | A |
| N25SC | 5.89 | 3 | 0.27 | A |
| N25AC | 5.82 | 3 | 0.27 | A |
| N25ABC | 5.80 | 3 | 0.27 | A |
| N25A | 5.76 | 3 | 0.27 | A |
| N25BC | 5.69 | 3 | 0.27 | A |
| N25AB | 5.68 | 3 | 0.27 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 38.** Efecto de los tratamientos inoculantes sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad "La Esperanza" al 25% de fertilización nitrogenada.



**Anexo 39.** Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento al 50% de fertilización nitrogenada, bajo diferentes tratamientos inoculantes, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto 14% H°(t/ha) | 24 | 0.10 | 0.00 | 18.41 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 1.82 | 7 | 0.26 | 0.24 | 0.9675 |
| TRATAMIENTO | 1.82 | 7 | 0.26 | 0.24 | 0.9675 |
| Error | 17.15 | 16 | 1.07 | | |
| Total | 18.97 | 23 | | | |

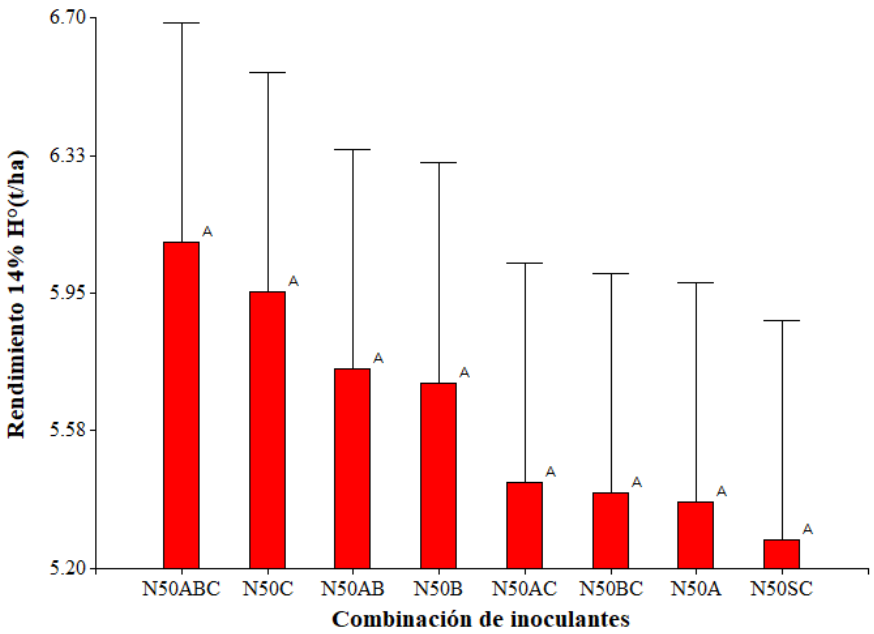
Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.79186

*Error: 1.0717 gl: 16*

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| N50ABC | 6.09 | 3 | 0.60 | A |
| N50C | 5.95 | 3 | 0.60 | A |
| N50AB | 5.74 | 3 | 0.60 | A |
| N50B | 5.71 | 3 | 0.60 | A |
| N50AC | 5.43 | 3 | 0.60 | A |
| N50BC | 5.41 | 3 | 0.60 | A |
| N50A | 5.38 | 3 | 0.60 | A |
| N50SC | 5.28 | 3 | 0.60 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 40.** Efecto de los tratamientos inoculantes sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad "La Esperanza" al 50% de fertilización nitrogenada.



**Anexo 41.** Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento al 75% de fertilización nitrogenada, bajo diferentes tratamientos inoculantes, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto 14% H°(t/ha) | 24 | 0.16 | 0.00 | 14.73 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 2.89 | 7 | 0.41 | 0.43 | 0.8693 |
| TRATAMIENTO | 2.89 | 7 | 0.41 | 0.43 | 0.8693 |
| Error | 15.37 | 16 | 0.96 | | |
| Total | 18.26 | 23 | | | |

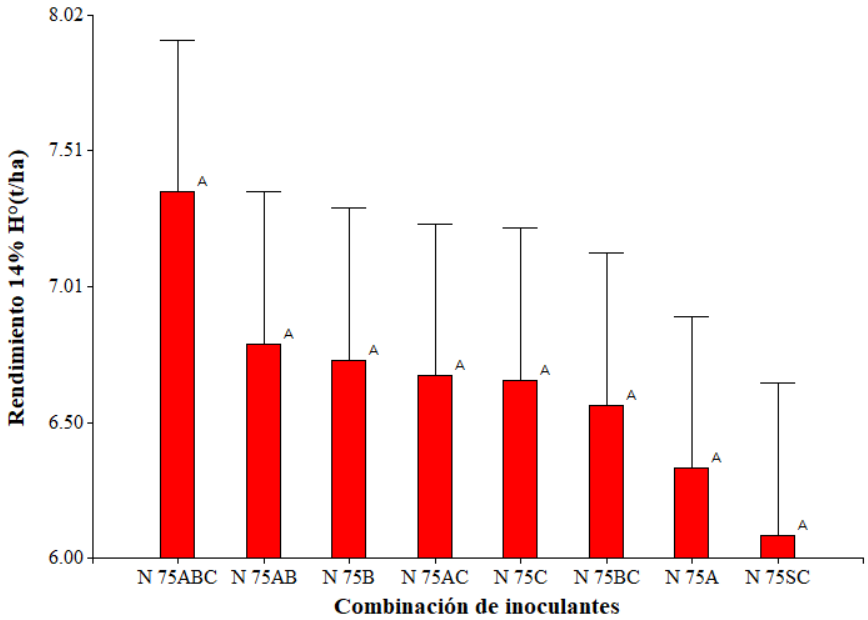
Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.69642

*Error: 0.9606 gl: 16*

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| N 75ABC | 7.36 | 3 | 0.57 | A |
| N 75AB | 6.80 | 3 | 0.57 | A |
| N 75B | 6.74 | 3 | 0.57 | A |
| N 75AC | 6.68 | 3 | 0.57 | A |
| N 75C | 6.66 | 3 | 0.57 | A |
| N 75BC | 6.57 | 3 | 0.57 | A |
| N 75A | 6.33 | 3 | 0.57 | A |
| N 75SC | 6.08 | 3 | 0.57 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 42.** Efecto de los tratamientos inoculantes sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad "La Esperanza" al 75% de fertilización nitrogenada.



**Anexo 43.** Análisis de Varianza para media del rendimiento en grano (t/ha) con respecto al tratamiento al 100% de fertilización nitrogenada, bajo diferentes tratamientos inoculantes, empleando el test LSD-Fisher al 95% de confianza.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto 14% H°(t/ha) | 24 | 0.22 | 0.00 | 12.04 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 3.46 | 7 | 0.49 | 0.64 | 0.7150 |
| TRATAMIENTO | 3.46 | 7 | 0.49 | 0.64 | 0.7150 |
| Error | 12.29 | 16 | 0.77 | | |
| Total | 15.74 | 23 | | | |

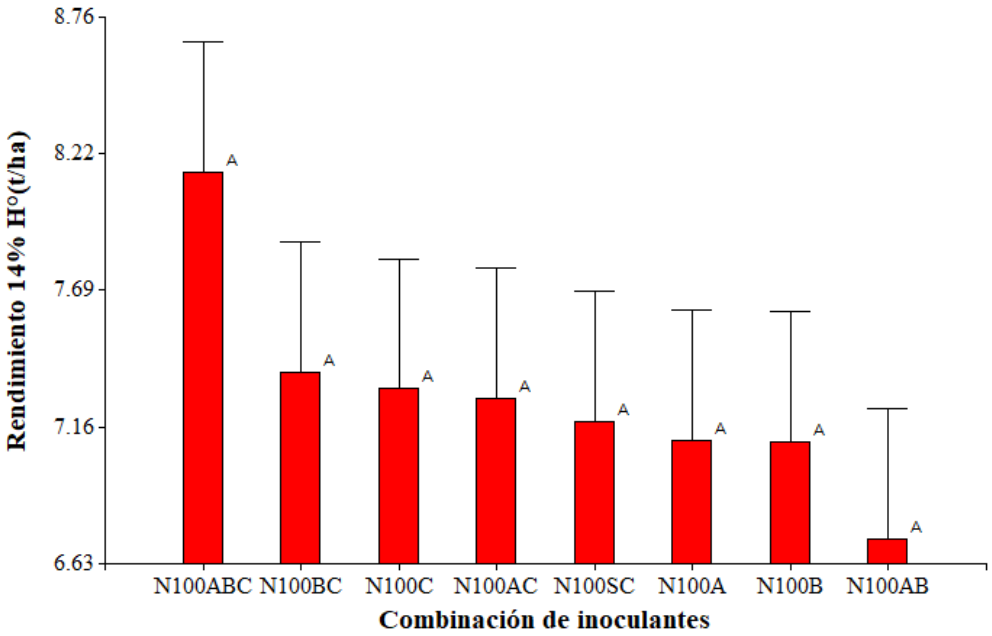
Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.51683

*Error: 0.7679 gl: 16*

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| N100ABC | 8.15 | 3 | 0.51 | A |
| N100BC | 7.37 | 3 | 0.51 | A |
| N100C | 7.31 | 3 | 0.51 | A |
| N100AC | 7.27 | 3 | 0.51 | A |
| N100SC | 7.18 | 3 | 0.51 | A |
| N100A | 7.11 | 3 | 0.51 | A |
| N100B | 7.10 | 3 | 0.51 | A |
| N100AB | 6.72 | 3 | 0.51 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 44.** Efecto de los tratamientos inoculantes sobre el rendimiento en grano en el cultivo de arroz variedad "La Esperanza" al 100% de fertilización nitrogenada.



**Anexo 45.** Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para el porcentaje de grano entero empleando el test Scott & Knott al 95% de confianza.

Análisis de la varianza

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| %E | 120 | 0.68 | 0.45 | 2.60 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | (Error) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 410.39 | 49 | 8.38 | 3.00 | <0.0001 | |
| Bloques | 10.16 | 2 | 5.08 | 0.97 | 0.4195 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis | 222.07 | 4 | 55.52 | 10.60 | 0.0028 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis*Bloques | 41.90 | 8 | 5.24 | 1.88 | 0.0773 | |
| Inoculantes | 36.83 | 7 | 5.26 | 1.89 | 0.0848 | |
| Inoculantes*Dosis | 99.43 | 28 | 3.55 | 1.27 | 0.2070 | |
| Error | 195.27 | 70 | 2.79 | | | |
| Total | 605.66 | 119 | | | | |

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

*Error: 5.2380 gl: 8*

| Dosis | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 75.00 | 65.92 | 24 | 0.47 | A | |
| 100.00 | 65.23 | 24 | 0.47 | A | |
| 50.00 | 64.40 | 24 | 0.47 | A | |
| 0.00 | 62.92 | 24 | 0.47 | | B |
| 25.00 | 62.31 | 24 | 0.47 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

*Error: 2.7895 gl: 70*

| Inoculantes | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A+B+C | 65.31 | 15 | 0.43 | A | |
| B+C | 64.77 | 15 | 0.43 | A | |
| A | 64.16 | 15 | 0.43 | | B |
| A+B | 64.01 | 15 | 0.43 | | B |
| A+C | 63.99 | 15 | 0.43 | | B |
| SC | 63.71 | 15 | 0.43 | | B |
| B | 63.69 | 15 | 0.43 | | B |
| C | 63.62 | 15 | 0.43 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

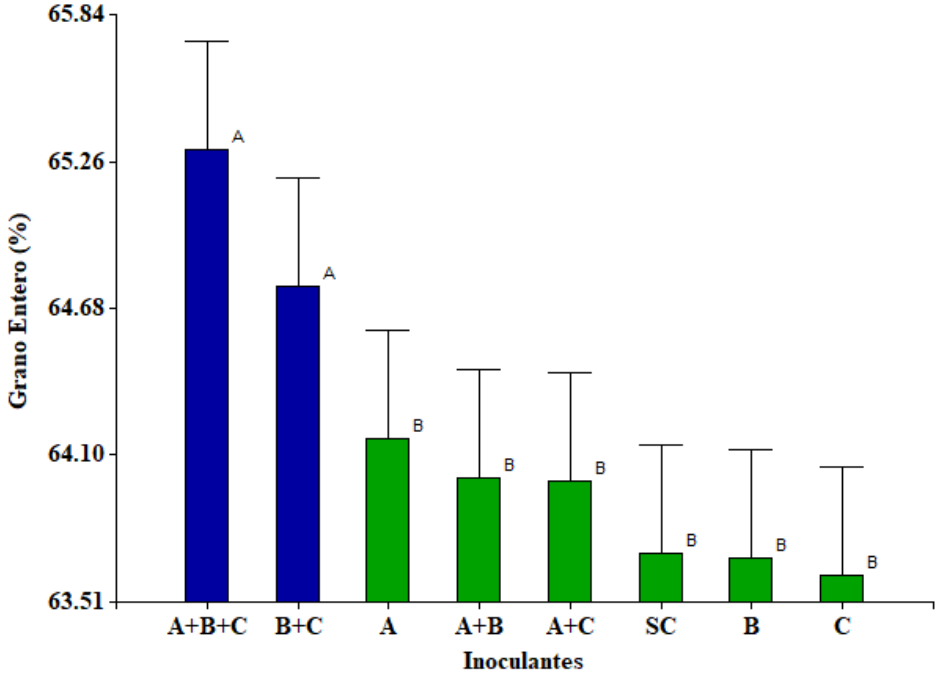
Test:Scott & Knott Alfa=0.05

*Error: 2.7895 gl: 70*

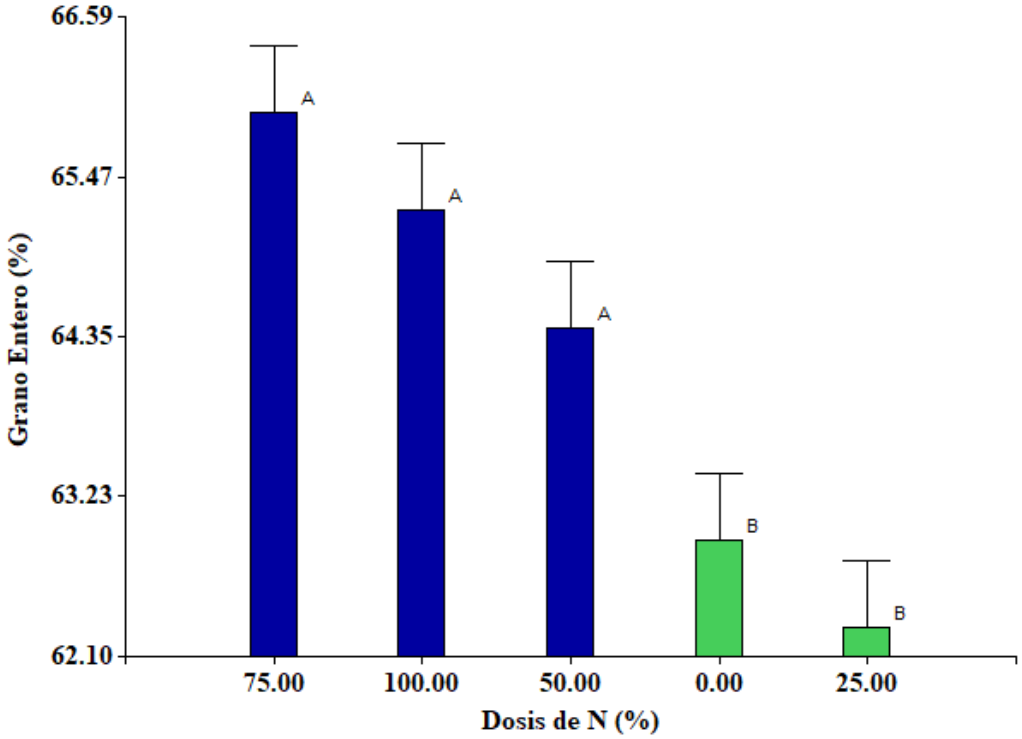
| Inoculantes | Dosis | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A+B+C | 75.00 | 68.03 | 3 | 0.96 | A | |
| B+C | 75.00 | 67.37 | 3 | 0.96 | A | |
| A+B+C | 50.00 | 67.27 | 3 | 0.96 | A | |
| B+C | 100.00 | 66.97 | 3 | 0.96 | A | |
| A+C | 100.00 | 66.10 | 3 | 0.96 | A | |
| A+B+C | 100.00 | 66.07 | 3 | 0.96 | A | |
| A | 75.00 | 66.03 | 3 | 0.96 | A | |
| A+B | 75.00 | 65.87 | 3 | 0.96 | A | |
| B | 75.00 | 65.50 | 3 | 0.96 | A | |
| SC | 75.00 | 65.27 | 3 | 0.96 | A | |
| C | 75.00 | 65.03 | 3 | 0.96 | A | |
| A+C | 0.00 | 64.87 | 3 | 0.96 | A | |
| B | 100.00 | 64.87 | 3 | 0.96 | A | |
| C | 100.00 | 64.83 | 3 | 0.96 | A | |
| A | 100.00 | 64.80 | 3 | 0.96 | A | |
| SC | 100.00 | 64.80 | 3 | 0.96 | A | |
| C | 50.00 | 64.50 | 3 | 0.96 | A | |
| A+B | 50.00 | 64.37 | 3 | 0.96 | A | |
| B+C | 50.00 | 64.30 | 3 | 0.96 | A | |
| A | 50.00 | 64.27 | 3 | 0.96 | A | |
| B | 50.00 | 64.23 | 3 | 0.96 | A | |
| A+C | 75.00 | 64.23 | 3 | 0.96 | A | |
| A+B | 0.00 | 64.03 | 3 | 0.96 | A | |
| SC | 0.00 | 63.40 | 3 | 0.96 | | B |
| A+B | 100.00 | 63.40 | 3 | 0.96 | | B |
| B+C | 0.00 | 63.33 | 3 | 0.96 | | B |
| A+C | 50.00 | 63.23 | 3 | 0.96 | | B |
| B | 25.00 | 63.10 | 3 | 0.96 | | B |
| SC | 50.00 | 63.07 | 3 | 0.96 | | B |
| A | 0.00 | 63.03 | 3 | 0.96 | | B |
| A+B+C | 0.00 | 62.70 | 3 | 0.96 | | B |
| A | 25.00 | 62.67 | 3 | 0.96 | | B |
| A+B+C | 25.00 | 62.47 | 3 | 0.96 | | B |
| C | 25.00 | 62.47 | 3 | 0.96 | | B |
| A+B | 25.00 | 62.37 | 3 | 0.96 | | B |
| SC | 25.00 | 62.00 | 3 | 0.96 | | B |
| B+C | 25.00 | 61.87 | 3 | 0.96 | | B |
| A+C | 25.00 | 61.53 | 3 | 0.96 | | B |
| C | 0.00 | 61.27 | 3 | 0.96 | | B |
| B | 0.00 | 60.73 | 3 | 0.96 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 46.** Efecto de los tratamientos inoculantes sobre el porcentaje de grano entero en arroz variedad "La Esperanza".




**Anexo 47.** Efecto de las dosis fertilizantes sobre el porcentaje de grano entero en arroz variedad "La Esperanza".



**Anexo 48.** Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para el porcentaje de grano quebrado empleando el test Scott & Knott al 95% de confianza.

Análisis de la varianza

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| % Quebrado | 120 | 0.64 | 0.39 | 22.98 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | (Error) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 179.71 | 49 | 3.67 | 2.57 | 0.0001 | |
| Bloques | 7.04 | 2 | 3.52 | 0.95 | 0.4255 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis | 88.15 | 4 | 22.04 | 5.96 | 0.0159 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis*Bloques | 29.56 | 8 | 3.69 | 2.59 | 0.0153 | |
| Inoculantes | 18.66 | 7 | 2.67 | 1.87 | 0.0876 | |
| Inoculantes*Dosis | 36.31 | 28 | 1.30 | 0.91 | 0.5989 | |
| Error | 99.79 | 70 | 1.43 | | | |
| Total | 279.50 | 119 | | | | |

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

*Error: 3.6946 gl: 8*

| Dosis | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 25.00 | 6.58 | 24 | 0.39 | A | |
| 0.00 | 5.79 | 24 | 0.39 | A | |
| 50.00 | 4.82 | 24 | 0.39 | | B |
| 75.00 | 4.40 | 24 | 0.39 | | B |
| 100.00 | 4.40 | 24 | 0.39 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

*Error: 1.4255 gl: 70*

| Inoculantes | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| C | 5.55 | 15 | 0.31 | A |
| A+B | 5.49 | 15 | 0.31 | A |
| SC | 5.49 | 15 | 0.31 | A |
| B | 5.46 | 15 | 0.31 | A |
| A+C | 5.24 | 15 | 0.31 | A |
| A | 5.05 | 15 | 0.31 | A |
| B+C | 4.97 | 15 | 0.31 | A |
| A+B+C | 4.30 | 15 | 0.31 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

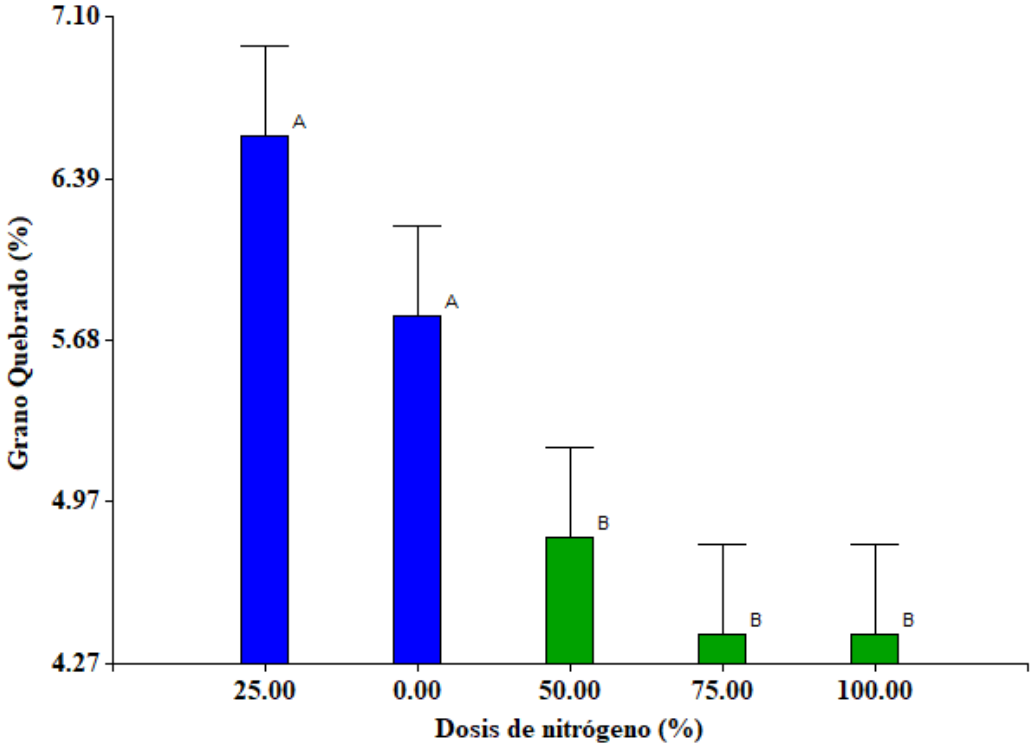
Test:Scott & Knott Alfa=0.05

*Error: 1.4255 gl: 70*

| Inoculantes | Dosis | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C | 25.00 | 7.07 | 3 | 0.69 | A | |
| C | 0.00 | 7.00 | 3 | 0.69 | A | |
| B+C | 25.00 | 7.00 | 3 | 0.69 | A | |
| A+C | 25.00 | 6.87 | 3 | 0.69 | A | |
| SC | 25.00 | 6.80 | 3 | 0.69 | A | |
| B | 0.00 | 6.70 | 3 | 0.69 | A | |
| A+B | 25.00 | 6.40 | 3 | 0.69 | A | |
| A+B+C | 25.00 | 6.27 | 3 | 0.69 | A | |
| A | 25.00 | 6.23 | 3 | 0.69 | A | |
| B+C | 0.00 | 6.13 | 3 | 0.69 | A | |
| SC | 50.00 | 5.97 | 3 | 0.69 | A | |
| B | 25.00 | 5.97 | 3 | 0.69 | A | |
| A+B | 100.00 | 5.83 | 3 | 0.69 | A | |
| A | 0.00 | 5.67 | 3 | 0.69 | A | |
| A+C | 50.00 | 5.47 | 3 | 0.69 | A | |
| SC | 0.00 | 5.40 | 3 | 0.69 | A | |
| A+B+C | 0.00 | 5.40 | 3 | 0.69 | A | |
| A+B | 0.00 | 5.37 | 3 | 0.69 | A | |
| B | 100.00 | 5.10 | 3 | 0.69 | | B |
| A+C | 75.00 | 5.10 | 3 | 0.69 | | B |
| A+B | 50.00 | 5.00 | 3 | 0.69 | | B |
| B | 50.00 | 5.00 | 3 | 0.69 | | B |
| A | 50.00 | 4.90 | 3 | 0.69 | | B |
| A+B | 75.00 | 4.87 | 3 | 0.69 | | B |
| C | 75.00 | 4.83 | 3 | 0.69 | | B |
| C | 50.00 | 4.77 | 3 | 0.69 | | B |
| SC | 100.00 | 4.73 | 3 | 0.69 | | B |
| A+C | 0.00 | 4.63 | 3 | 0.69 | | B |
| B+C | 50.00 | 4.63 | 3 | 0.69 | | B |
| SC | 75.00 | 4.57 | 3 | 0.69 | | B |
| B | 75.00 | 4.53 | 3 | 0.69 | | B |
| A | 75.00 | 4.47 | 3 | 0.69 | | B |
| A+C | 100.00 | 4.13 | 3 | 0.69 | | B |
| C | 100.00 | 4.07 | 3 | 0.69 | | B |
| A | 100.00 | 4.00 | 3 | 0.69 | | B |
| A+B+C | 100.00 | 3.73 | 3 | 0.69 | | B |
| B+C | 100.00 | 3.57 | 3 | 0.69 | | B |
| B+C | 75.00 | 3.53 | 3 | 0.69 | | B |
| A+B+C | 75.00 | 3.27 | 3 | 0.69 | | B |
| A+B+C | 50.00 | 2.83 | 3 | 0.69 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 49.** Efecto de las dosis de fertilizantes sobre el porcentaje de grano quebrado en arroz variedad "La Esperanza".



**Anexo 50.** Análisis de Varianza usando el modelo de parcelas divididas, entre tratamientos inoculantes y dosis de fertilización nitrogenada para el porcentaje de grano total empleando el test Scott & Knott al 95% de confianza.

Análisis de la varianza

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| % GRANO TOTAL | 120 | 0.69 | 0.47 | 1.03 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | (Error) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Modelo. | 78.63 | 49 | 1.60 | 3.14 | <0.0001 | |
| Bloques | 0.88 | 2 | 0.44 | 0.95 | 0.4258 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis | 39.53 | 4 | 9.88 | 21.40 | 0.0002 | (Dosis*Bloques) |
| Dosis*Bloques | 3.70 | 8 | 0.46 | 0.90 | 0.5187 | |
| Inoculantes | 5.55 | 7 | 0.79 | 1.55 | 0.1644 | |
| Inoculantes*Dosis | 28.97 | 28 | 1.03 | 2.02 | 0.0092 | |
| Error | 35.79 | 70 | 0.51 | | | |
| Total | 114.42 | 119 | | | | |

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

*Error: 0.4619 gl: 8*

| Dosis | Medias | n | E.E. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 75.00 | 70.31 | 24 | 0.14 | A | | | |
| 100.00 | 69.63 | 24 | 0.14 | | B | | |
| 50.00 | 69.23 | 24 | 0.14 | | | C | |
| 25.00 | 68.88 | 24 | 0.14 | | | | D |
| 0.00 | 68.71 | 24 | 0.14 | | | | D |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

Test:Scott & Knott Alfa=0.05

*Error: 0.5112 gl: 70*

| Inoculantes | Medias | n | E.E. | |
|---|---|---|---|---|
| B+C | 69.74 | 15 | 0.18 | A |
| A+B+C | 69.61 | 15 | 0.18 | A |
| A+B | 69.50 | 15 | 0.18 | A |
| A+C | 69.23 | 15 | 0.18 | A |
| A | 69.21 | 15 | 0.18 | A |
| SC | 69.20 | 15 | 0.18 | A |
| C | 69.17 | 15 | 0.18 | A |
| B | 69.15 | 15 | 0.18 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

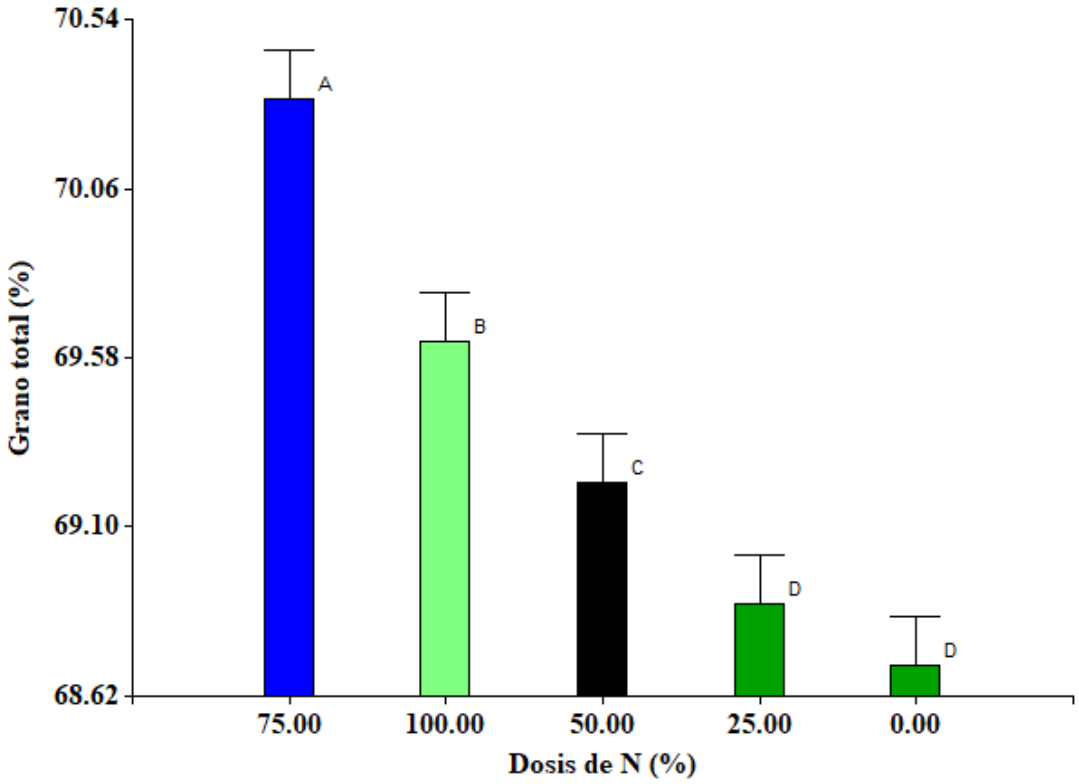
Test:Scott & Knott Alfa=0.05

*Error: 0.5112 gl: 70*

| Inoculantes | Dosis | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A+B+C | 75.00 | 71.30 | 3 | 0.41 | A | |
| B+C | 75.00 | 70.90 | 3 | 0.41 | A | |
| A+B | 75.00 | 70.73 | 3 | 0.41 | A | |
| B+C | 100.00 | 70.53 | 3 | 0.41 | A | |
| A | 75.00 | 70.50 | 3 | 0.41 | A | |
| A+C | 100.00 | 70.23 | 3 | 0.41 | A | |
| A+B+C | 50.00 | 70.10 | 3 | 0.41 | A | |
| B | 75.00 | 70.03 | 3 | 0.41 | A | |
| B | 100.00 | 69.97 | 3 | 0.41 | A | |
| C | 75.00 | 69.87 | 3 | 0.41 | A | |
| SC | 75.00 | 69.83 | 3 | 0.41 | A | |
| A+B+C | 100.00 | 69.80 | 3 | 0.41 | A | |
| C | 25.00 | 69.53 | 3 | 0.41 | | B |
| SC | 100.00 | 69.53 | 3 | 0.41 | | B |
| A+C | 0.00 | 69.50 | 3 | 0.41 | | B |
| B+C | 0.00 | 69.47 | 3 | 0.41 | | B |
| A+B | 0.00 | 69.40 | 3 | 0.41 | | B |
| A+B | 50.00 | 69.37 | 3 | 0.41 | | B |
| A+C | 75.00 | 69.33 | 3 | 0.41 | | B |
| C | 50.00 | 69.27 | 3 | 0.41 | | B |
| B | 50.00 | 69.23 | 3 | 0.41 | | B |
| A+B | 100.00 | 69.23 | 3 | 0.41 | | B |
| A | 50.00 | 69.17 | 3 | 0.41 | | B |
| B | 25.00 | 69.07 | 3 | 0.41 | | B |
| SC | 50.00 | 69.03 | 3 | 0.41 | | B |
| B+C | 50.00 | 68.93 | 3 | 0.41 | | B |
| A | 25.00 | 68.90 | 3 | 0.41 | | B |
| C | 100.00 | 68.90 | 3 | 0.41 | | B |
| B+C | 25.00 | 68.87 | 3 | 0.41 | | B |
| A | 100.00 | 68.80 | 3 | 0.41 | | B |
| SC | 0.00 | 68.80 | 3 | 0.41 | | B |
| SC | 25.00 | 68.80 | 3 | 0.41 | | B |
| A+B | 25.00 | 68.77 | 3 | 0.41 | | B |
| A+B+C | 25.00 | 68.73 | 3 | 0.41 | | B |
| A+C | 50.00 | 68.70 | 3 | 0.41 | | B |
| A | 0.00 | 68.70 | 3 | 0.41 | | B |
| A+C | 25.00 | 68.40 | 3 | 0.41 | | B |
| C | 0.00 | 68.27 | 3 | 0.41 | | B |
| A+B+C | 0.00 | 68.10 | 3 | 0.41 | | B |
| B | 0.00 | 67.43 | 3 | 0.41 | | B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo 51.** Efecto de las dosis de fertilizantes sobre el porcentaje de grano total en arroz variedad "La Esperanza".



**Anexo 52.** Informe del INIA, Estación Experimental El Porvenir – San Martin, sobre la estructura de costos de producción de arroz del presente trabajo.

MINAGRI MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO

inia Instituto Nacional de Innovación Agraria

**ESTRUCTURA DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE ARROZ**
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA EL PORVENIR - SAN MARTIN.**

| | |
|---|---|
| CULTIVO: | Arroz |
| PLANTON | ..... |
| REPRODUCTOR | ..... |
| VARIEDAD: | INIA 509 - LA ESPERANZA |
| AREA: | 1 ha |
| CAMPAÑA: | 2017 |
| F. SIEMBRA: | Ene-18 |
| F. COSECHA: | Dic-18 |
| LOCALIDAD: | Región San Martín |

| ACTIVIDAD | UNIDAD MEDIDA | CANTIDAD / ha | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL / 0ha | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|
| **I. COSTOS DIRECTOS** | | | | **5,586.54** | |
| **1. Gastos de Cultivo** (preparación de terreno, abonamiento, siembra y fertilización, labores culturales, cosecha) | | | | | |
| **1.1 Mano de Obra** | | | | **912.50** | |
| **Campo definitivo** | | | | **712.50** | |
| Voleo de semilla pregerninada | Jornal | 0.25 | 50 | **12.50** | |
| Limpieza de bordos y canales | Jornal | 1 | 40 | 40.00 | |
| Emparejamiento de pozas | Jornal | 0.5 | 40 | 20.00 | |
| Riego | Jornal | 4 | 40 | 160.00 | |
| Deshierbo | Jornal | 2 | 40 | 80.00 | |
| Fertilización (1ra, 2da y 3ra) | Jornal | 4 | 50 | 200.00 | |
| Control fitosanitario | Jornal | 4 | 50 | 200.00 | |
| **Cosecha** | | | | **200.00** | |
| Cargio (estiva y desestiva) | t | 8 | 25 | 200.00 | |
| **1.2 Maquinaria Agrícola** | | | | **1,140.00** | |
| Rastra y cruza | Hora/maqui | 2 | 120 | 240.00 | |
| Fangueo y nivelacion (Motocultor) | ha | 1 | 350 | 350.00 | |
| Cosechadora combinada | ha | 1 | 550 | 550.00 | |
| **1.3 Insumos** | | | | **2,312.00** | |
| **Semilla (Certificada)** | **Kg** | **60** | **3** | **180.00** | |
| **Fertilizantes** | | | | **1,335.00** | |
| Urea | Bolsa / 50kg | 7 | 70 | 490.00 | |
| Fosfato di amionico | Bolsa / 50kg | 3 | 110 | 330.00 | |
| Cloruro de Potasio | Bolsa / 50kg | 3 | 85 | 255.00 | |
| Sulfato de Potasio y Magnesio | Bolsa / 50kg | 2 | 65 | 130.00 | |
| Bioestimulante Aminoacidos | Litro | 1 | 130 | 130.00 | |
| **Insecticidas, Fungicidas y Herbicidas** | | | | **797.00** | |
| Fipronil | Litro | 0.25 | 250 | 62.50 | |
| Thiametoxan + Lambadaciahalotrina | Litro | 0.25 | 280 | 70.00 | |
| imidacloprid | Litro | 0.25 | 220 | 55.00 | |
| Tebuconazole | Litro | 0.5 | 180 | 90.00 | |
| Difeconazol | Litro | 0.35 | 320 | 112.00 | |
| Propiconazole | Litro | 0.35 | 350 | 122.50 | |
| Adherente siliconado | Litro | 0.5 | 70 | 35.00 | |
| Butaclor | Litro | 4 | 25 | 100.00 | |
| Glifosato | Litro | 4 | 25 | 100.00 | |
| 2-4 D (Hedonal) | Litro | 2 | 25 | 50.00 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **1.4 Otros (Campo definitivo)** | | | | **1,112.50** | |
| Alquiler de Terreno | ha | 1 | 1,000.00 | 1,000.00 | |
| Sacos de polipropileno x 70 kg | Saco | 125 | 0.9 | 112.50 | |
| **2. Gastos Generales** | | | | **109.54** | |
| **2.1 Imprevistos** | **Porcentaje (%) - CD** | **2%** | **5477.0** | **109.54** | |
| **I. SUBTOTAL C. DIRECTO** | | | | **5,587** | |
| **II. COSTOS INDIRECTOS** | | | | 559 | |
| **2. Interes de capital (3%/ 3 meses)** | **Porcentaje (%)** | **10%** | **5587** | **559** | |
| **II. SUBTOTAL C. INDIRECTO** | | | | **559** | |
| **III. COSTO TOTAL (I + II)** | | | | **6,145** | |

**ANÁLISIS ECONÓMICO TOTAL**

| | |
|---|---|
| **1. C. Directo (I)** | 5,586.54 |
| **2. C. Indirecto (II)** | 558.65 |
| **3. Costo Total (I) + (II)** | 6,145.19 |
| **4. Rendimiento (Kg / Ha)** | 8000.00 |
| **5. Costo por Kg. (S/.) = CU** | 0.77 |
| **6. Utilidad mínima (S/.) = Umin** | 1854.81 |
| **7. Precio mínimo (S/.)** | 1.00 |
| **8. Rentabilidad 1** | 30% |