

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD AGRONOMÍA



**“APLICACIÓN DE FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES EN UN
SISTEMA INTENSIVO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)
cv. TINAJONES EN JEQUETEPEQUE”**

Presentado por:

LEYDI ISABEL CONTRERAS FAJARDO

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

Lima – Perú

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**“APLICACIÓN DE FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES EN UN
SISTEMA INTENSIVO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)
cv. TINAJONES EN JEQUETEPEQUE”**

Presentado por:
LEYDI ISABEL CONTRERAS FAJARDO

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRONOMO**

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. Mg. Sc. Luis Tomassini Vidal
PRESIDENTE

Dr. Oscar Loli Figueroa
ASESOR

Ing. Mg. Sc. Elizabeth Heros Aguilar
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Guillermo Aguirre Yato
MIEMBRO

Lima - Perú
2016

AGRADECIMIENTOS

A mi querida madre por su esfuerzo, entrega y generosidad, a mi querido padre y hermanos por su apoyo e influencia en el estudio del conocimiento y a mis amigos por su comprensión.

A mi asesor del presente trabajo, Doctor Oscar Loli, por sus sugerencias en la elaboración del presente trabajo.

A mis jurados el Ingeniero Luis Tomassini, A la ingeniera Elizabeth Heros y al ingeniero Guillermo Aguirre; por las observaciones pertinentes.

Al Fundo Luzbén e ingeniero José Lau, dueño del predio donde se realizó el experimento, por haberme permitido desarrollar este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVAR TINAJONES (INIA 508)	3
2.2. SISTEMA INTENSIVO DEL CULTIVO DE ARROZ (SICA).....	4
2.3. FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ.....	6
2.4. FÓSFORO EN EL CULTIVO DE ARROZ	9
2.5. MICRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE ARROZ	11
2.5.1. Zinc	11
2.5.2. Boro	14
2.5.3. Cobre.....	16
2.6. RELACIÓN ENTRE EL FÓSFORO Y LOS MICRONUTRIENTES	17
2.7. EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE ARROZ	20
2.8. CALIDAD MOLINERA.....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. MATERIALES.....	25
3.1.1. Ubicación del campo experimental	25
3.1.2. Características del suelo.....	25
3.1.3. Características del agua de riego	26
3.1.4. Características climatológicas	27
3.1.5. Cultivar	28
3.1.6. Fertilizantes	28
3.1.7. Pesticidas.....	29
3.1.8. Otros	29
3.2. METODOLOGÍA.....	30
3.2.1. Factores en estudio	30
3.2.2. Prueba de diferencia de medias	31
3.2.3. Características del campo experimental	33
3.2.4. Evaluaciones experimentales	34
3.2.5. Conducción del experimento.....	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	41
4.1. RESULTADOS GENERALES BAJO EL SISTEMA INTENSIVO DEL CULTIVO DE ARROZ CULTIVAR TINAJONES	41
4.2. RENDIMIENTOS DE ARROZ CÁSCARA (T/HA)	44
4.2.1. Efecto de la fertilización con fósforo en el rendimiento de arroz cáscara.....	44
4.2.2. Efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en el rendimiento de arroz cáscara.	45

4.3. COMPONENTES DE RENDIMIENTO	48
4.3.1. Número de panículas por metro cuadrado	48
4.3.2. Número de granos llenos por panícula	50
4.3.3. Porcentaje de granos vanos por panícula	52
4.3.4. Peso de mil granos llenos.....	55
4.4. VARIABLES DE CRECIMIENTO.....	58
4.4.1. Altura de planta	58
4.4.2. Número de macollos por metro cuadrado.....	61
4.4.3. Relación del número de macollos y número de panículas por metro cuadrado	63
4.5. ÍNDICE DE COSECHA	64
4.6. CALIDAD MOLINERA.....	67
4.6.1. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO EN LA CALIDAD MOLINERA	67
4.6.1.1. Porcentaje de rendimiento de molinería bajo el efecto de la fertilización con fósforo	68
4.6.1.2. Porcentaje de granos quebrados bajo el efecto de la fertilización con fósforo.....	68
4.6.1.3. Porcentaje de granos enteros bajo el efecto de la fertilización con fósforo.....	69
4.6.1.4. Índice de formaciones tizosas bajo el efecto de la fertilización con fósforo.....	70
4.6.2. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES EN LA CALIDAD MOLINERA.....	71
4.6.2.1. Porcentaje de rendimiento de molinería bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes.	71
4.6.2.2. Porcentaje de granos quebrados bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes.....	73
4.6.2.3. Porcentaje de granos enteros bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes.....	76
4.6.2.4. Índice de formaciones tizosas bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes.....	78
V. CONCLUSIONES.....	82
VI. RECOMENDACIONES	84
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
VIII. ANEXOS	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Características agronómicas del cultivar Tinajones	3
Tabla 2.2: Calidad molinera del cultivar Tinajones en comparación con IR 43	4
Tabla 2.3: Diferencias entre el sistema convencional y el SICA	6
Tabla 2.4. Extracción de nutrientes de un cultivo de arroz (variedad IR8) que produce 7.9 t/ha de arroz bruto en el Maligaya Rice Research and Training Center, Islas Filipinas, durante la estación seca de 1979.....	22
Tabla 2.5. Remoción y absorción de nutrientes-macronutrientes.....	22
Tabla 2.6: Rangos óptimos y niveles críticos para que se presenten deficiencias o toxicidades en los tejidos de arroz	23
Tabla 3.1: Análisis de suelo-Characterización	26
Tabla 3.2: Análisis de agua de riego.....	26
Tabla 3.3: Temperatura y precipitación durante la conducción del experimento. Valle Jequetepeque. Campaña Agrícola 2014.....	27
Tabla 3.4: Dosis de fertilización de NPK aplicados en el presente experimento.....	28
Tabla 3.5: Dosis de fertilización de los micronutrientes (Cu, Zn y B).....	28
Tabla 3.6: Pesticidas aplicados en el presente experimento.....	29
Tabla 3.7: Tratamientos estudiados en el presente experimento.....	30.
Tabla 3.8: Extracción de nutrientes por el cultivo de arroz.....	30
Tabla 3.9: Fracción de los micronutrientes listos para aplicar a los tratamientos.....	31
Tabla 3.10: Escala para la identificación de formaciones tizosas.....	36
Tabla 4.1: Resultados generales bajo el sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	42
Tabla 4.2: Resultados generales bajo el efecto de fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	43
Tabla 4.3: Prueba t del rendimientos de arroz cáscara (t/ha) bajo el efecto de la fertilización con fósforo en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	44
Tabla 4.4: Prueba t del rendimientos de arroz cáscara (t/ha) bajo el efecto de fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	47

Tabla 4.5: Prueba t de número de panículas por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	49
Tabla 4.6: Prueba t de número de granos llenos por panícula bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	51
Tabla 4.7: Prueba t del porcentaje de granos vanos bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	54
Tabla 4.8: Prueba t del peso de mil granos llenos (g) bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	56
Tabla 4.9: Análisis de correlación de Pearson entre el rendimiento y componentes de rendimiento de arroz cáscara bajo el efecto de fertilización sin fósforo (N-0-K ₂ O) y con fósforo (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O).....	57
Tabla 4.10: Prueba t de la altura de planta (cm) bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	60
Tabla 4.11: Prueba t del número de macollos por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	62
Tabla 4.12: Prueba t del índice de cosecha bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	66
Tabla 4.13: Prueba t de la calidad molinera bajo el efecto de la fertilización con fósforo en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	67
Tabla 4.14: Prueba t del porcentaje de rendimiento de molinería bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	72
Tabla 4.15: Prueba t del porcentaje de granos quebrados bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	75
Tabla 4.16: Prueba t del porcentaje de granos enteros bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	77
Tabla 4.17: Prueba t del índice de formaciones tizosas bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Absorción de N,K y P por etapa fenológica de la Variedad FD- 50 con un rendimiento de materia seca de 17.7 T/ha en condiciones de secano.....	21
Figura 2.2: Consumo semanal acumulado de Cu, Zn y B en kg/ha, para el cultivo de arroz, variedad Venezuela 21, lote 3b, finca Hierba Buena, Sébaco, Nicaragua... ..	21
Figura 3.1: Ubicación de la zona de estudio, valle Jequetepeque.	25
Figura 3.2: Ubicación y distribución de los tratamientos en el campo.	34
Figura 4.1: Rendimiento de arroz cáscara (t/ha) bajo el efecto de dosis de fertilización con N-0-K ₂ O Y N-P ₂ O ₅ -K ₂ O en un sistema intensivo de cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	46
Figura 4.2: Rendimiento de arroz cáscara bajo el efecto del fósforo y micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	46
Figura 4.3: Número de panículas por metro cuadrado bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	50
Figura 4.4: Número de granos llenos por panícula bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	52
Figura 4.5: Porcentaje de granos vanos por panícula bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	53
Figura 4.6: Peso de mil granos llenos bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	57
Figura 4.7: Altura de planta bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	59
Figura 4.8: Número de macollos por metro cuadrado bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	63
Figura 4.9: Relación del número de macollos y número de panículas por metro cuadrado bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	63

Figura 4.10: Índice de cosecha bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	65
Figura 4.11: Porcentaje de rendimiento de molinería bajo el efecto de dosis de fertilización con N-0-K ₂ O y N-P ₂ O ₅ -K ₂ O en un sistema intensivo de cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	68
Figura 4.12: Porcentaje de granos quebrados bajo el efecto de dosis de fertilización con N-0-K ₂ O y N-P ₂ O ₅ -K ₂ O en un sistema intensivo de cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	69
Figura 4.13: Porcentaje de granos enteros bajo el efecto de dosis de fertilización con N-0-K ₂ O y N-P ₂ O ₅ -K ₂ O en un sistema intensivo de cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	69
Figura 4.14: Índice de formaciones tizosas bajo el efecto de dosis de fertilización con N-0-K ₂ O y N-P ₂ O ₅ -K ₂ O en un sistema intensivo de cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	70
Figura 4.15: Porcentaje de rendimiento de molinería bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	73
Figura 4.16: Porcentaje de granos quebrados bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	74
Figura 4.17: Porcentaje de granos enteros bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	76
Figura 4.18: Índice de formaciones tizosas bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	79
Figura 4.19: Granos de arroz entero bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014	81

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ CÁSCARA	93
1.1. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO EN RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ	93
1.1.1. Normalidad de errores del rendimiento de arroz cáscara bajo el efecto de la fertilización con fósforo en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.	93
1.1.2. Homogeneidad de varianza del rendimiento de arroz cáscara bajo el efecto de la fertilización con fósforo en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.	93
1.1.3. Prueba t del rendimiento de arroz cáscara (t/ha) bajo el efecto de la fertilización con fósforo en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.	93
1.2. RENDIMIENTO DE ARROZ CÁSCARA BAJO EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES EN UN SISTEMA INTENSIVO DEL CULTIVO DE ARROZ (<i>Oryza sativa</i> L.) CULTIVAR TINAJONES EN EL VALLE JEQUETEPEQUE. 2014	94
1.2.1. Normalidad de errores del rendimiento de arroz cáscara (t/ha) bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.	94
1.2.2. Homogeneidad de varianza del rendimiento de arroz cáscara (t/ha) bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.	95
1.2.3. Prueba t del rendimiento de arroz cáscara (t/ha) bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.	96
ANEXO 2: COMPONENTES DE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ	97
2.1. NÚMERO DE PANÍCULAS POR METRO CUADRADO BAJO EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES EN UN SISTEMA INTENSIVO DEL CULTIVO DE ARROZ (<i>Oryza sativa</i> L.) CULTIVAR TINAJONES EN EL VALLE JEQUETEPEQUE. 2014	97
2.1.1. Normalidad de errores del número de panículas por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.	97

2.1.2. Homogeneidad de varianza de numero de panículas por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	98
2.1.3. Prueba t de número de panículas por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	99
2.2. NÚMERO DE GRANOS LLENOS POR PANÍCULA BAJO EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES EN UN SISTEMA INTENSIVO DEL CULTIVO DE ARROZ (<i>Oryza sativa</i> L.) CULTIVAR TINAJONES EN EL VALLE JEQUETEPEQUE. 2014	100
2.2.1. Normalidad de errores del número de granos llenos por panícula bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	100
2.2.2. Homogeneidad de varianza del número de granos llenos por panícula bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	101
2.2.3. Prueba t de número de granos llenos por panícula bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	102
2.3. PORCENTAJE DE GRANOS VANOS POR PANÍCULA BAJO EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES EN UN SISTEMA INTENSIVO DEL CULTIVO DE ARROZ (<i>Oryza sativa</i> L.) CULTIVAR TINAJONES EN EL VALLE JEQUETEPEQUE. 2014	103
2.3.1. Normalidad de errores del porcentaje de granos vanos por panícula bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	103
2.3.2. Homogeneidad de varianza del porcentaje de granos vanos por panícula bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	104
2.3.3. Prueba t del porcentaje de granos vanos por panícula bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	105
2.4. PESO DE MIL GRANOS LLENOS BAJO EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES EN UN SISTEMA INTENSIVO DEL CULTIVO DE ARROZ (<i>Oryza sativa</i> L.) CULTIVAR TINAJONES EN EL VALLE JEQUETEPEQUE. 2014	106

2.4.1. Normalidad de errores del peso de mil granos llenos bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	106
2.4.2. .Homogeneidad de varianza del peso de mil granos llenos bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	107
2.4.3. Prueba t de peso de mil granos llenos (g) bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.	108

ANEXO 3: VARIABLES DE CRECIMIENTO 109

3.1. ALTURA DE PLANTA BAJO EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES EN UN SISTEMA INTENSIVO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) CULTIVAR TINAJONES EN EL VALLE JEQUETEPEQUE. 2014. 109

3.1.1. . Normalidad de errores de la altura de planta bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014. 109

3.1.2. Homogeneidad de varianza de la altura de planta bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014..... 110

3.1.3... Prueba t de la altura de planta bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014. 111

3.2. NÚMERO DE MACOLLOS POR METRO CUADRADO BAJO EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES EN UN SISTEMA INTENSIVO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) CULTIVAR TINAJONES EN EL VALLE JEQUETEPEQUE. 2014. 112

3.2.1. Normalidad de errores del número de macollos por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014. 112

3.2.2. Homogeneidad de varianza del número de macollos por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014. 113

3.2.3. Prueba t del número de macollos por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014..... 114

ANEXO 4: ÍNDICES DE COSECHA BAJO EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES EN UN SISTEMA INTENSIVO DEL CULTIVO DE ARROZ (<i>ORYZA SATIVA L.</i>) CULTIVAR TINAJONES EN EL VALLE JEQUETEPEQUE. 2014	115
4.1. Normalidad de errores del índice de cosecha bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.	115
4.2. Homogeneidad de varianza de índice de cosecha bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	116
4.3. Prueba t del índice de cosecha bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.	117
ANEXO 5: CALIDAD MOLINERA	118
5.1. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO EN LA CALIDAD MOLINERA	118
5.1.1. Normalidad de errores de la calidad molinera bajo el efecto de la fertilización con fósforo en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	118
5.1.2. Homogeneidad de varianza de la calidad molinera bajo el efecto de la fertilización con fósforo en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.	118
5.1.3. ... Prueba t de la calidad molinera bajo el efecto de la fertilización con fósforo en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.	119
5.2. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES EN LA CALIDAD MOLINERA.	120
5.2.1. . Porcentaje de Rendimiento de molinería bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) cultivar tinajones en el valle Jequetepeque. 2014.....	120
5.2.1.1. Normalidad de errores del porcentaje de rendimiento de molinería bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	120
5.2.1.2. Homogeneidad de varianza del porcentaje de rendimiento de molinería bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	121

5.2.1.3. Prueba t del porcentaje de rendimiento de molinería bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	122
5.2.2. Porcentaje de Granos quebrados bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar tinajones en el valle Jequetepeque. 2014	123
5.2.2.1. Normalidad de errores del porcentaje de granos quebrados bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	123
5.2.2.2. Homogeneidad de varianza del porcentaje de granos quebrados bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	124
5.2.2.3. Prueba t del porcentaje de granos quebrados bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	125
5.2.3. ... Porcentaje de granos enteros bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	126
5.2.3.1. Normalidad de errores del porcentaje de granos enteros bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	126
5.2.3.2. Homogeneidad de varianza del porcentaje de granos enteros bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	127
5.2.3.3. Prueba t del porcentaje de granos enteros bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	128
5.2.4. Índice de formaciones tizosas bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	129
5.2.4.1. Normalidad de errores del índice de formaciones tizosas bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	129

5.2.4.2. Homogeneidad de varianza del índice de formaciones tizosas bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	130
5.2.4.3. Prueba t del índice de formaciones tizosas bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.....	131

RESUMEN

El arroz es uno de los principales cultivos y la más sembrada a nivel nacional. Sin embargo a causa del monocultivo y bajo las condiciones de sistema tradicional la fertilidad del suelo se ve afectada por la extracción continua de los macro y micro nutrientes. Parte de los cuales no son compensados adecuadamente, por lo que los suelos van degradándose y disminuyendo su fertilidad, afectando los rendimientos y sobre todo la calidad molinera. Por ello esta investigación busca aportar información sobre la respuesta del fósforo, zinc, cobre y boro en el rendimiento de arroz cáscara y calidad molinera mediante el sistema intensivo del cultivo de arroz en el valle Jequetepeque.

Se estudió diez tratamientos; cinco tratamientos fueron sometidos a diferentes niveles de fertilización de Cu, Zn y B sin fósforo y los otros cinco tienen los mismos niveles de micronutrientes que los anteriores pero más fósforo. La dosis de nitrógeno, fósforo y potasio fue: 336 – 46 – 104 kg/ha y de Cu, Zn y B fue: 80.4, 400, 127 g/ha respectivamente. Se fraccionó en tres partes los micronutrientes; la primera a los 64 días, la segunda a los 71 días, y la tercera a los 78 días de almacigo, el fósforo se aplicó toda la dosis a los 32 días de almacigo. Las dosis de nitrógeno y potasio fueron iguales en todos los tratamientos. Se empleó la prueba t, con un nivel de significación de 0.05. El transplante se realizó a los 14 días con distanciamiento de 0.33 x 0.33 m entre golpes, colocando dos plántulas por golpe, con riegos intermitentes. La cosecha se realizó a los 143 días después de transplante.

El suelo es pesado de reacción neutra con ligeros problemas de salinidad, no hay presencia de carbonato de calcio, con bajo contenido de materia orgánica, un nivel medio de fósforo disponible pero con bajo contenido de potasio disponible, con valores medios de retención de agua y cationes.

Los resultados obtenidos en rendimiento y calidad molinera fueron: 10.346 t/ha de arroz cáscara, 70.9 % de rendimiento de molinería y 3.4 % de granos quebrados. No se encontró diferencias significativas entre las medias de los tratamientos bajo el efecto de la fertilización con fósforo, fertilización con micronutrientes ni por efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes en el rendimiento de arroz cáscara. La fertilización fosfatada tuvo un efecto significativo para el porcentaje de granos quebrados y porcentaje de granos enteros, en las variables porcentaje de rendimiento de molinería e índice de formaciones tizosas no se encontraron diferencias significativas. En la interacción del Cu, Zn y B más fósforo se encontró los menores porcentajes de granos quebrados.

Palabras clave: fósforo, micronutrientes, SICA, *Oryza sativa* L.

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) pertenece a la familia Poaceae, es uno de los principales cultivos de importancia nacional, ya que desempeña un rol importante en la alimentación, economía y en la sociedad debido a su hábito de consumo creciente en la población, así mismo es el cultivo con más área sembrada. Para la campaña agrícola 2013 - 2014 el área sembrada fue 383 103 Ha, una producción de 2 896 613 Tm y un rendimiento promedio de 7.6 T/Ha. (SIEA- MINAGRI, 2014) A nivel nutricional, el arroz nos proporciona 349 kilocalorías, 77.8 g. de carbohidratos, 0.5 g. de grasa además de minerales y vitaminas. En el 2009 el consumo nacional de arroz fue 56 Kg./persona/año (OEEE – MINAG, 2010).

Tradicionalmente, el arroz se transplanta al campo entre los 20 y 40 días, cuando las plántulas están vigorosas, colocándose en grupos de tres a cinco por golpe, con un distanciamiento que puede variar desde 15 hasta 25 cm entre golpes y el método de riego es por inundación permanente. Sin embargo, con el sistema intensivo del cultivo de arroz, las plántulas son transplantadas individualmente a los ocho días, máximo 15 días y a un distanciamiento que puede variar desde 15 cm hasta 50 cm entre golpes, el manejo del agua es con riegos intermitentes, con ello se logra la disminución en los costos por concepto de semillas y agua.

La interacción del fósforo con los micronutrientes depende de las condiciones del suelo, el clima, manejo cultural y las características de los cultivares. La deficiencia de micronutrientes es considerada como una de las principales causas en la disminución de los rendimientos, observada en los países productores de arroz, debido a que los micronutrientes contribuyen en la productividad de la planta, área foliar, rendimiento de grano y calidad molinera, como resultado de la mejora del sistema enzimático de plantas.

A causa del monocultivo del arroz la fertilidad del suelo se ve afectada por la extracción continua de los macro y micro nutrientes. Parte de los cuales no son compensados

adecuadamente por lo que los suelos van degradándose y disminuyendo su fertilidad, afectando la calidad molinera. Por ello es conveniente realizar el uso de fósforo y ciertos micronutrientes para mejorar la calidad física y nutritiva de los alimentos tal como se ha demostrado en otros cultivos.

Por lo tanto, los objetivos del presente trabajo de investigación fueron los siguientes:

Objetivos generales

Determinar la respuesta del fósforo, zinc, cobre y boro en el rendimiento de arroz cáscara y calidad molinera mediante el sistema intensivo del cultivo de arroz en el valle Jequetepeque.

Objetivos específicos

- Determinar el tratamiento apropiado, para obtener adecuados rendimientos y buena calidad molinera del arroz en el valle Jequetepeque.
- Determinar la respuesta al fósforo aplicado en un sistema intensivo de cultivo de arroz en el valle Jequetepeque.
- Determinar el efecto interactivo entre el fósforo, cobre, boro y zinc en la variedad Tinajones.

La presente investigación se realizó durante los meses de enero hasta mediados de junio del 2014 en el Fundo Luzbén ubicado en el valle Jequetepeque.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVAR TINAJONES (INIA 508)

2.1.1. Origen del cultivar Tinajones

Este cultivar es producto de un triple cruce entre la línea avanzada Thailand KN 3-2-3-2, proveniente de Tailandia; la variedad IR 43 proveniente del International Rice Research Institute (IRRI, Filipinas); y la variedad Porvenir 95 (CT 5747-38-1-1^a-1BRH-1P), proveniente del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Este cruce denominado PNA 2421, fue realizado por el Programa de Arroz del INIA en el año 1995, desde entonces los fitomejoradores de esta institución fueron seleccionando las plantas con los mejores atributos, evaluándolas bajo diversas localidades y condiciones hasta lograr la obtención de esta variedad (Instituto Nacional de Investigación Agraria, 2007).

2.1.2. Características agronómicas del cultivar Tinajones

El cultivar Tinajones es de ciclo semiprecoz, madura aproximadamente entre 7 y 10 días antes que el cultivar IR 43. El potencial de rendimiento de este cultivar es similar al de IR 43. En parcelas experimentales ha llegado a producir 14 t/ha de arroz cáscara en Lambayeque, más de 15 t/ha en La Libertad y Piura, y más de 16 t/ha en Arequipa (Instituto Nacional de Investigación Agraria, 2007).

Tabla 2.1: Características agronómicas del cultivar Tinajones.

Cultivar	Altura de planta (cm)	Días de maduración total del grano	Tamaño de panoja (cm)	Número de granos llenos por panoja	Peso de mil granos (g)
Tinajones	94-109	142	22.3-23.2	143-171	28,1

FUENTE: Instituto Nacional de Investigación Agraria, 2007

2.1.3. Calidad molinera del cultivar Tinajones

El grano de INIA 508 - Tinajones es largo, delgado y translucido. Este cultivar tiene una excelente calidad molinera. En todas las pruebas a las que ha sido sometido supera en rendimiento de grano entero al cultivar IR 43 y presenta menor presencia de zonas opacas en el grano (Instituto Nacional de Investigación Agraria, 2007).

Tabla 2.2: Calidad molinera del cultivar Tinajones en comparación con IR 43

Porcentaje de grano pilado	Tinajones	IR 43
Grano entero	61	55
Grano quebrado	10	14
Grano total	71	69

FUENTE: Instituto Nacional de Investigación Agraria, 2007

2.2. SISTEMA INTENSIVO DEL CULTIVO DE ARROZ (SICA)

El Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (SICA) es una tecnología que proporciona beneficios y buena productividad, ya que se basa fundamentalmente en la utilización de menos agua. Es decir con riegos intermitentes en las fases vegetativas y maduración, e inundación solo en la fase reproductiva, una mayor distancia entre las plantas y solo se emplea una a dos plántulas por golpe, utilizando almácigos no mayores de 15 días, encontrándose el óptimo entre 8 y 12 días. Con el uso de este sistema se ha logrado que las producciones de 2 t/ha alcancen más de 10 t/ha sin utilizar fertilizantes químicos, ni pesticidas, solo rompiendo las reglas convencionales de manejo del arroz (Martin et al., 2010).

Según el Colegio de Ingenieros del Perú (2001) este sistema intensivo fue descubierto por casualidad en 1983-1984, debido a la escasez de tiempo, un almácigo pequeño tuvo que ser usado dos veces en un mes, entonces se trasplantó plántulas de 15 días a 1500 metros de altitud, cerca de Antsirabe. A causa del crecimiento robusto del tallo resultaron muchas emergencias (más de 20 hijuelos o macollos por planta).

En Madagascar, los campesinos con la aplicación de este sistema, utilizando variedades locales y fertilizando con abonos orgánicos, lograron un rendimiento entre 5 y hasta 10 t/ha. En 1999, en la Universidad Agrícola de Nanjing en China, obtuvo un rendimiento de 9 t/ha con una reducción en las necesidades de agua de un 50 %, lo que despertó mucho interés entre los científicos chinos. En el 2001, también utilizando el SICA, conjuntamente con altos insumos agrícolas, se alcanzaron rendimientos de hasta 12 t/ha (Maqueira et al., 2007).

Según Norman (2008) las ventajas del SICA son:

- Plantas robustas, panículas más cargadas.
- Mucho mejor desarrollo del sistema radicular.
- Incremento sustancial de la productividad.
- Ahorro significativo de semillas y cerca del 80% del área de almácigo puede ser cambiada a la producción (Esto quiere decir que se usará menos área del terreno para el almácigo con respecto al sistema tradicional).
- Ahorro muy grande de agua, cerca de 1/3 a 1/2 de las cantidades usuales.
- Disminución de toxicidad del suelo, debido a la oxigenación: sobre todo el ciclo del nitrógeno.
- Menor producción de metano.

Dawn (2001) menciona los principios del sistema intensivo del cultivo de arroz:

- ✓ Transplantar plántulas jóvenes para preservar su potencial de macollaje y de crecimiento radicular.
- ✓ Proveer a las plantas de amplio espaciamiento, sin ninguna competencia entre ellas, para desarrollar el propio potencial de la planta.
- ✓ Mantener el suelo aireado.

Tabla 2.3: Diferencias entre el sistema convencional y el SICA.

	Método tradicional	Método SICA
Cantidad de semilla para una hectárea (kg)	60	10
Edad de transplante (días)	20 - 40	8 - 15
Número de plántulas por golpe	3 - 5	1 - 2
Distanciamiento entre golpes (cm)	15 - 25	15 - 50
Método de riego	Inundación permanente	Riegos intermitentes

2.3. FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ

La fertilización consiste en suministrar una cantidad razonable de nutrimentos cuando la planta lo demanda durante sus diferentes etapas de desarrollo. Esto se determina mediante la extracción de nutrientes del cultivo y el análisis del suelo.

Los nutrientes absorbidos en mayor cantidad por la planta de arroz son silicio, potasio, nitrógeno. El calcio, fósforo, azufre y magnesio, los absorben en cantidades medianamente altas y los micronutrientes boro, cobre, hierro, zinc, manganeso, cloro y molibdeno son absorbidos en cantidades muy bajas (Vargas, 2002).

Las concentraciones de fósforo, potasio, hierro, manganeso y silicio aumentan en la solución del suelo después de la inundación, en cambio la concentración de zinc, disminuye. Por ello no es tan fundamental la fertilización con fósforo en sistemas de producción por inundación, sin embargo es necesario la aplicación de este elemento cuando la temperatura es desfavorable para el crecimiento de arroz y en suelos que nunca hayan sido fertilizados con este nutriente (Tanaka,1976).

2.3.1. Dosis de fertilización de NPK

El nitrógeno es el nutrimento más aplicado en el cultivo del arroz, pues es el más limitante y el de mayor respuesta.

Las dosis de nitrógeno se deben establecer en base a experimentos de campo que combinen los factores variedad-nitrógeno-densidad, en cada una de las regiones y durante las diferentes épocas de siembra (CIAT, 1982).

En suelos secos o en condiciones aeróbicas el nitrógeno es transformado en nitratos. En suelos inundados (en ausencia de oxígeno) no se forman nitratos, sino que ocurre la acumulación de N en formas amoniacales, que son consideradas más provechosas por el cultivo de arroz (Vargas, 2002).

Las plantas de arroz aprovechan del 40 a 60 % del nitrógeno aplicado bajo inundación constante pero solamente entre 20 y 30 % con riegos intermitentes (Sanches, 1971).

Estudios realizados en los valles de la costa norte del Perú, indican que los niveles de nitrógeno varían de 180 a 240 kg/ha (Heros, 2012). En la costa peruana, para los cultivares tipo IR la fertilización con 320 kg/ha de nitrógeno promueve el contenido óptimo de nitrógeno en las hojas, desde este punto de vista, es la más adecuada para lograr buenos rendimientos (Hernández, 1985; PNA, 1972a; Ricio, 1971; Sánchez, 1971a y Calderón, 1970b citado por Gavidia, 2003). Debido a altas tasas de fotosíntesis causadas por altas radiaciones solares, la absorción de nitrógeno por la planta también debe ser alta (Sánchez y Calderón, 1970a citado por Gavidia).

Vera (1969) encontró el mayor rendimiento de arroz cáscara (6.210 kg/ha) en el valle Jequetepeque con una dosis de 200-80-0 de NPK. La mayoría de los productores de arroz en zonas irrigadas de los trópicos aplican 100 a 150 kg de N por hectárea y 15 a 20 kg de fósforo por hectárea. El potasio en la mayoría de los suelos es suficiente para producir rendimientos de 4 a 6 t/ha (Dobermann y Fairhurst, 2000).

1.2.2. Época de aplicación de nitrógeno y fósforo

El arroz necesita asimilar nitrógeno durante todo su período vegetativo pero existe dos etapas de mayor exigencia: el primero al inicio del macollamiento para producir mayor número de macollos, el segundo en el punto de algodón para lograr así la máxima producción de grano. Este tipo de fraccionamiento produce aumentos en el rendimiento sobre los obtenidos por aplicación única o fraccionada a la siembra o transplante y a los 30 días después de transplante. (Sanches y Calderon, 1970 citado por Gavidia, 2003). Por otro lado IDAL (2002b) propone para el cultivar IR 43 para un rendimiento mayor de 10 t/ha, un primer abonamiento antes o en mismo día del transplante; el segundo al inicio del macollamiento, entre los 12 y 15 ddt.; el tercero al máximo macollamiento, 15 días después del abonamiento anterior y el cuarto al punto de algodón.

Vargas (2002) nos sugiere que el fertilizante fosfatado se podría aplicar en la etapa de inicio de macollamiento, en mezcla con N y K en forma voleada, pero por problemas de posición y de reacción del P con algunos cationes que forman compuestos relativamente poco solubles, en condiciones de secano se recomienda aplicar el P a la siembra y debajo de la semilla, para aumentar la eficiencia del fertilizante.

Según Clavijo (1994) el rendimiento de un cultivo como el arroz depende de los siguientes factores:

- Genotipo o variedad sembrada.
- Condiciones ambientales, principalmente temperatura y radiación solar.
- Suministro adecuado de agua.
- Disponibilidad de nutrientes.

El rendimiento en grano también está en función del número de panículas por unidad de área y del número de granos por panícula; las panículas, a su vez, dependen del número de hijuelos efectivos formados en la etapa de macollamiento, y los granos dependen del buen desarrollo de las panículas (Perdomo et al., 1985).

2.4. FÓSFORO EN EL CULTIVO DE ARROZ

2.4.1. Funciones y movilidad del fósforo

El fósforo, con el nitrógeno y el potasio se clasifican como elementos mayores, sin embargo en la mayoría de las plantas se encuentra en menores cantidades que el nitrógeno y el potasio. Se considera generalmente que las plantas absorben la mayoría de ese fósforo en forma del ion primario H_2PO_4^- . Pequeñas cantidades del ion secundario HPO_4^{2-} . De hecho, la absorción por las raíces de las plantas de H_2PO_4^- es diez veces más rápido que la de HPO_4^{2-} las cantidades relativas de estos dos iones absorbidas por la planta están afectadas por el pH del medio que rodea a las raíces. Valores bajos del pH incrementa la absorción del ion H_2PO_4^- , mientras los valores más altos del pH incrementa la absorción de la forma HPO_4^{2-} (Tisdale y Nelson, 1988).

En suelos ácidos, el fósforo reacciona con el hierro, magnesio y aluminio para formar productos insolubles que hacen al fósforo menos disponible. En suelos alcalinos, el calcio reacciona con el fósforo disminuyendo su disponibilidad a medida que el pH aumenta por encima de 7. Las formas más disponibles de fósforo se presentan entre los pH 5.5 y 7. (Potash & Phosphate Institute, 1988).

La fijación de los fosfatos por los suelos se realiza por las bases cálcicas, por óxido de hierro y aluminio, o por minerales arcillosos, el limo lo hace en pequeña proporción, la mayor fijación se produce en la fracción coloidal (Primo y Carrasco, 1981). Son tres las variables que determinan la disponibilidad del fósforo: la solubilidad, la concentración del fósforo en la solución suelo y la distancia que los iones deben recorrer para ser interceptados por el sistema radicular de las plantas (Thompson y Troeh, 1988).

El fósforo es un constituyente esencial de la adenosina trifosfato (ATP), ácidos nucleicos y fosfolípidos. Sus principales funciones son: transporte y almacenamiento de energía y el mantenimiento de la integridad de la membrana celular. El fósforo es móvil dentro de la planta, promueve el macollamiento, el desarrollo de la raíz, la floración temprana y la maduración (especialmente si la temperatura es baja). Se requiere aplicar fertilizantes fosfatados cuando el sistema radicular de la planta de arroz no está todavía completamente desarrollado (Dobermann y Fairhurst, 2000).

El fósforo absorbido por la planta de arroz puede ser translocado de las hojas más viejas a las hojas jóvenes. En razón de esta movilidad el fósforo proporcionado en las primeras etapas del crecimiento asegura una cantidad suficiente para el desarrollo del grano. El fósforo que se absorbe después del macollaje tiende a acumularse en el grano, la paja y las raíces sin mejorar el rendimiento de grano (Chaudhary et al., 2003).

La velocidad de absorción del fósforo por la planta de arroz es muy baja en las primeras etapas del desarrollo de la planta, aumenta hasta poco después de la floración, el fósforo es transportado rápidamente a los granos, y en ellos se acumula cerca del 75% del total absorbido (Rodríguez, 1985).

2.4.2. Síntomas de deficiencia de fósforo y efectos en el crecimiento

Los síntomas de deficiencia de fósforo en la planta de arroz, aparecen cuando el contenido de fósforo en la lámina foliar (en la etapa de macollamiento) es inferior al 0.1% (Yoshida, 1981). Las plantas de arroz deficientes en fósforo son pequeñas y tienen muy bajo macollamiento con hojas estrechas, cortas y muy erectas de color verde oscuro. Los tallos son delgados y alargados. Se reduce también el número de hojas, panojas y granos por panoja. Las hojas viejas toman un color pardo y mueren. Si la variedad tiende a producir antocianinas, las hojas pueden desarrollar un color rojo púrpura.

La deficiencia de fósforo es a menudo asociada con desórdenes nutricionales como: toxicidad de hierro a bajo pH, deficiencia de Zn, deficiencia de hierro y salinidad en suelos alcalinos. Otros efectos de deficiencia de P son: presencia de una alta proporción de granos vanos, bajo peso y mala calidad del grano, la planta no responde a la aplicación de nitrógeno (Dobermann y Fairhurst, 2000).

2.4.3. Causas de la deficiencia de fósforo

Según Dobermann y Fairhurst (2000) las causas más comunes de la deficiencia de P son:

- Baja capacidad de suplemento de P del suelo.
- Insuficiente aplicación de fertilizantes fosfatados.
- Inmovilización de P como fosfato de calcio debido al encalado excesivo
- Excesiva aplicación de nitrógeno e insuficiente de P

2.4.4. Absorción y remoción de fósforo por el cultivo

La eficiencia de uso interno de P depende del suplemento de este nutriente y de la condición general de nutrición de la planta. Con una nutrición balanceada y con óptimas condiciones de crecimiento, se puede esperar una eficiencia interna de 385 kg de grano por kg de P adsorbido, lo que equivale a la remoción de 2.6 kg de P por TM de arroz a rendimientos económicos. Si solamente se saca el grano y se retorna la paja al lote, se remueven aproximadamente 2 kg de P por TM de grano. Alrededor del 20-25 % del P presente en la paja se pierde con la quema (Dobermann y Fairhurst, 2000).

2.5. MICRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE ARROZ

Son aquellos elementos nutritivos esenciales y utilizados en pequeñas cantidades por la planta (gramos por toneladas de arroz extraído). Entre ellos se encuentra en zinc, boro y cobre.

Una fertilización adecuada a base de micronutrientes estimularía la absorción eficiente del nitrógeno y fósforo para evitar estrés abiótico y propagación de plagas y enfermedades, los mismos que pueden ser aplicados al suelo o al follaje (CIAT, 2010).

2.5.1. ZINC

a. Funciones y movilidad del Zn

El Zn es esencial para varios procesos bioquímicos en la planta de arroz: síntesis de citocromos y nucleótidos, metabolismo de las auxinas, producción de clorofila, activación de enzimas, mantenimiento de la integridad de la membrana, entre otros (Dobermann y Fairhurst, 2000).

El zinc es requerido para la síntesis del aminoácido triptófano el cual es el precursor del ácido indolacético (IAA) hormona principal en las plantas (Barceló et al., 2001).

El zinc ayuda a la síntesis de sustancias que permiten el crecimiento de la planta y la síntesis de varios sistemas enzimáticos. Es esencial para promover ciertas reacciones metabólicas y además es necesario para la producción de clorofila y carbohidratos. Los síntomas de

deficiencia aparecen primero en las hojas nuevas y otras partes jóvenes de la planta (INPOFOS, 1997).

Domínguez (1997) indica que el zinc es absorbido como Zn^{+2} y se encuentra más disponible en los suelos ácidos que en los alcalinos.

Según Thompson y Troeh (1988), la adsorción es uno de los factores que limita la concentración de zinc en la solución suelo, pero sin embargo, se constituye como fuente de renovación.

b. Síntomas de deficiencia de Zn y efectos en el crecimiento

Los síntomas aparecen entre 2-4 semanas después de trasplante, observándose desigual crecimiento de las plantas, pero el cultivo puede recuperarse sin intervención. En caso severo de deficiencia de Zn, el macollamiento se reduce. La deficiencia de Zn puede también incrementar la esterilidad de las espiguillas. Las nervaduras, particularmente aquellas cerca de la base de las hojas jóvenes, se tornan cloróticas. Las hojas pierden el turgor, y las manchas y fajas café en las hojas inferiores crecen y se juntan. En ocasiones aparece una línea blanca a lo largo de las nervaduras de la hoja. El crecimiento de la planta se estanca y se reduce el tamaño de la hoja (Dobermann y Fairhurst, 2000).

c. Causas de la deficiencia de Zn

Dobermann y Fairhurst (2000) mencionan que la deficiencia de Zn puede producirse por los siguientes factores:

- Pequeñas cantidades de Zn disponible en el suelo.
- Variedades susceptibles a la deficiencia de Zn.
- Un pH alto (≥ 7 bajo condiciones anaeróbicas), la solubilidad del Zn disminuye por cada unidad de incremento en el pH, el Zn se precipita como $Zn(OH)_2$, un compuesto escasamente soluble.
- Altas concentraciones de HCO_3^- ; debida a las condiciones reductoras de los suelos calcáreos con un alto contenido de materia orgánica, o por altas concentraciones de HCO_3^- en el agua de irrigación.

- Menor absorción de Zn por el incremento de la disponibilidad de Fe, Ca, Mg, Cu, Mn y P después de la inundación.
- Formación de fosfato de zinc después de la aplicación de altas cantidades de fósforo, alto contenido de fósforo en el agua de irrigación.
- Formación de complejos entre el Zn y la materia orgánica en suelos con un alto pH y alto contenido de materia orgánica, o por abundante aplicaciones de estiércoles y residuos del cultivo.
- Precipitación de Zn y ZnS cuando el pH disminuye en suelos alcalino después de la inundación.
- Excesivo encalado.
- Amplia relación de Mg:Ca (>1) ya la absorción de Zn por CaCO_3 MgCO_3 .
- Exceso de Mg en suelos derivados de rocas ultra básicas.

Domínguez (1997) señala, con frecuencia se ha observado deficiencia de Zn en suelos ricos en fósforo. También se observa deficiencia algunas veces en suelos ricos en materia orgánica, resultantes del tratamiento con abonos animales.

d. Efecto de la inundación en la disponibilidad y absorción de Zn

Bajo condiciones de inundación, la disponibilidad de Zn disminuye por la reducción de la solubilidad de Zn a medida que el pH aumenta. El Zn se precipita como Zn(OH)_2 en suelos ácidos y como ZnS en suelos sódicos y calcáreos. El Zn también se adsorbe fuertemente en el CaCO_3 o en el MgCO_3 y en óxidos de Zn y Mn. En suelos calcáreos, después del flujo de actividad microbiana que sigue a la inundación, el HCO_3^- es el anión predominante y su presencia hace que se reduzca el transporte de Zn desde las raíces hacia la parte aérea de la planta y en menor escala la absorción de Zn por las raíces. La absorción de Zn disminuye por el incremento en la concentración de ácidos orgánicos que ocurre bajo condiciones de inundación inmediatamente después del ingreso del agua. Bajo condiciones anaeróbicas, el Zn también forma fosfatos de Zn insolubles (Dobermann y Fairhurst, 2000).

e. Absorción y remoción de Zn por el cultivo de arroz

La remoción promedio de Zn por el arroz es de 0.05 Kg/TM de grano. Un cultivo con rendimiento de 10 TM /Ha de grano absorbe en promedio 0.5 Kg de Zn, de los cuales el 60% permanece en la paja (Dobermann y Fairhurst, 2000).

En el cultivo de maíz se aplican desde 1 kg hasta 10 kg de Zn por hectárea, dependiendo del análisis de suelo. Una buena forma de sobreponerse a las deficiencias de Zn es aplicarlo al voleo o en surco con los otros fertilizantes. Este tipo de aplicaciones a menudo duran por varios años (Potash & Phosphate Institute, 1988).

2.5.2. BORO

a. Funciones y movilidad del boro

El boro tiene importante papel en la biosíntesis de la pared celular y en la integridad de la estructura de la membrana plasmática. Se requiere para el metabolismo de los carbohidratos, transporte del azúcar, lignificación, síntesis de los nucleótidos y la respiración. El B no es un constituyente de las enzimas y no interviene en la actividad enzimática. Es relativamente inmóvil en la plantas de arroz. Debido a que el B no se transloca al crecimiento nuevo, los síntomas de deficiencia generalmente aparecen primero en las hojas jóvenes (Dobermann y Fairhurst, 2000).

El boro es absorbido como $B_4O_7^{2-}$, $H_2BO_3^-$, HBO_3^{2-} o BO_3^{3-} . Se le requiere en cantidades generalmente pequeñas. El boro no se traslada rápidamente de las viejas a las nuevas regiones meristemáticas (Tisdale y Nelson, 1988).

b. Síntomas de deficiencia de B y efectos en el crecimiento del cultivo de arroz

La deficiencia de B reduce la altura de la planta y las puntas de las hojas emergentes son blancas y enrolladas. Una severa deficiencia resulta en la muerte del punto de crecimiento, pero los macollos nuevos siguen apareciendo. Las plantas pueden dejar de producir panojas si la deficiencia de B aparece en la etapa de formación de estos órganos (Dobermann y Fairhurst, 2000).

Tisdale y Nelson (1988) señalan que en caso de deficiencia, el primer síntoma visual es el cese del crecimiento del brote terminal, seguido inmediatamente después de la muerte de las hojas jóvenes.

c. Causas de la deficiencia de B

Se puede presentar por los siguientes factores: bajas cantidades de B disponible en el suelo; adsorción de B en la materia orgánica, minerales arcillosos y sesquióxidos; reducción de la movilidad de B debido a sequía, encalado excesivo (Dobermann y Fairhurst, 2000).

Thompson y Troeh (1988) mencionan que la deficiencia de B es mayor en zonas húmedas debido a que se experimentan pérdidas de B por lavado. Una de las razones por la que se da este proceso es porque el B se encuentra básicamente bajo la forma no dissociada y por lo tanto no ionizada en la solución suelo (Loue, 1988).

Los síntomas de la deficiencia de boro son, síntomas de deficiencia de glúcidos, por la siguiente razón: las regiones de la planta donde la actividad metabólica es elevada necesitan grandes cantidades de azúcares y, si hay deficiencia de boro en ellas, son las primeras en ser afectadas porque sin boro no funciona bien la síntesis de azúcares (Bonilla et., 1994).

d. Efectos de la inundación en la disponibilidad y absorción de B

Cuando el pH es < 6 , el B está presente como ácido bórico no dissociado, $B(OH)_3$, y la absorción por la planta depende del flujo de masa. Cuando el pH es > 6 el $B(OH)_3$ empieza a dissociarse e hidratarse formando $B(OH)_4^-$ y la absorción es activamente regulada por la planta. La adsorción de B en la materia orgánica, sesquióxidos y minerales arcillosos se incrementa con el pH. Por esta razón, la disponibilidad de B disminuye en suelos ácidos y se incrementa en suelos alcalinos después de la inundación (Dobermann y Fairhurst, 2000).

e. Absorción y remoción de B por el cultivo

La remoción promedio de B por el arroz es 0.015 Kg/TM de grano. Un cultivo con un rendimiento de 10 TM/Ha de grano absorbe en promedio 0.15 Kg de B por Ha. (Dobermann y Fairhurst, 2000).

2.5.3. COBRE

a. Funciones y movilidad de Cu

Dobermann y Fairhurst (2000) informan que el cobre está envuelto en los procesos de la síntesis de lignina y es un constituyente del ácido ascórbico y de las enzimas fenolasa y plastocianina. Es un elemento regulador de las reacciones de las enzimas y es un catalizador de las reacciones de oxidación. El cobre tiene un papel importante en los siguientes procesos:

- Metabolismo de nitrógeno, proteínas y hormonas.
- Fotosíntesis y respiración.
- Formación y fertilización del polen.

La movilidad de Cu en las plantas de arroz depende en parte del contenido de nitrógeno en las hojas, existe poca translocación de Cu en plantas con deficiencia de N. estos síntomas de deficiencia son más comunes en las hojas jóvenes.

Tisdale y Nelson (1988) indican que el cobre es absorbido por las plantas en forma de ion cúprico Cu^{2+} , y puede ser absorbido como una sal de un complejo orgánico tal como el EDTA (ácido etilendiaminotetraacético). Las sales de cobre son absorbidas a través de las hojas, y las deficiencias son a menudo corregidas o prevenidas por aplicaciones foliares de este elemento.

El cobre al igual que otros cationes divalentes, se adsorbe fuertemente a las partículas de arcilla, en forma intercambiable, pero también se halla en forma de complejos estables en las moléculas orgánicas, como ácidos fulvicos y húmicos (Gil Martínez, 1995).

b. Síntomas de deficiencia de Cu y efectos en el crecimiento

Las hojas de las plantas de arroz deficientes en Cu desarrollan fajas cloróticas a cualquier lado de la nervadura central, luego aparecen manchas necróticas de color café oscuro. Las hojas con deficiencia son a menudo de color verde azulado y clorótico cerca de las puntas. Las hojas nuevas no se abren y la punta mantiene una apariencia de aguja, mientras que la base es normal. Se reduce el macollamiento y la viabilidad del polen y esto incrementa la esterilidad de las espiguillas (Dobermann y Fairhurst, 2000).

c. Causas de deficiencia de cobre

La deficiencia de Cu puede presentarse por los siguientes factores: baja cantidad de Cu disponible en el suelo, fuerte adsorción de Cu en ácidos húmicos y fúlvicos (suelos de turba), baja cantidad de Cu en los materiales parentales, alta dosis de aplicación de fertilizantes NPK que promueven un rápido crecimiento que agota el Cu de la solución del suelo y exceso de Zn en el suelo que inhibe la absorción de Cu (Dobermann y Fairhurst, 2000).

La deficiencia de cobre es más frecuente en cultivos que crecen en suelos de turba u orgánico (Tisdale y Nelson, 1988).

d. Efecto de la inundación en la disponibilidad y absorción de cobre

La disponibilidad de Cu disminuye después de la inundación por la formación de sulfuro de cobre y ferrito de cobre insolubles y complejos con la materia orgánica. La disponibilidad de cobre para la planta se reduce con el aumento de pH y el contenido de materia orgánica (Dobermann y Fairhurst, 2000).

e. Absorción y remoción de Cu por el cultivo de arroz

La remoción de Cu por el arroz es de 0.005- 0.02 Kg de Cu por tonelada de grano, con un promedio de 0.012. Un cultivo con un rendimiento de 6 TM/Ha de grano adsorbe aproximadamente 0.072 Kg de Cu por hectárea y 25 % permanece en la paja a la madurez. Si solamente se saca el grano y se retorna la paja al lote, se remueve aproximadamente 0.009 Kg de Cu por tonelada de grano (Dobermann y Fairhurst, 2000).

2.6. RELACIÓN ENTRE EL FÓSFORO Y LOS MICRONUTRIENTES

La disponibilidad y efectividad del fósforo, dependen de sus interacciones con otros elementos, estas interacciones pueden ser positivas o negativas durante los procesos de toma y translocación de nutrientes en la planta o en el propio suelo.

Según Mejía y Menjívar (2010) muchos síntomas de deficiencia son: desequilibrios en las relaciones entre nutrientes, donde influye mucho el sinergismo o el antagonismo que exista entre algunos elementos nutritivos. Algunas relaciones importantes entre microelementos son:

- Entre el Ca y el Cu: si la planta es deficiente en Cu, puede inhibirse el transporte de Ca a los tejidos nuevos que están en crecimiento.
- La deficiencia de Fe puede inducir una toxicidad al Cu.
- Si el contenido de P y B en la planta son altos, se producen síntomas de deficiencia de Zn.
- Un nivel alto de Fe o Mn reduce la absorción de Zn por la planta de arroz.

El Cu inhibe fuertemente la absorción de Zn y viceversa (Mengel y Kirkby, 1987). Esto puede suceder porque el Cu y el Zn compiten por los mismos lugares de absorción de la raíz (Loue, 1988), o por el mismo transportador (Bowen, 1969).

El uso prolongado de fertilizantes fosfatados también se ha citado como una causa de deficiencia de Cu en algunos suelos (Bingham, 1963). Es decir las aplicaciones de fosfato a suelos de turba, con baja disponibilidad de Cu, pueden inducir deficiencia de Cu al provocar un uso más efectivo del N en la síntesis de proteína que pueden ligar al Cu (Dekock et al. 1971).

Las concentraciones de Cu superiores a 1 ppm, en soluciones edáficas, son tóxicas para los microorganismos y causan un decrecimiento de la fertilidad del suelo. El cobre disminuye gradualmente su disponibilidad en los suelos alcalinos y solamente se encuentran en proporciones abundantes entre pH de 5 y 7. Con los fosfatos se convierte en insoluble, al igual que a los pH ácidos.

El zinc se absorbe como catión divalente precipita también con los fosfatos y siendo más disponible a pH bajos. A pH altos puede capturarse como catión monovalente. Sin embargo a estos pH alcalinos su disponibilidad se reduce por absorción de las arcillas y por su interacción con el ion carbonato. El transporte por el xilema se da como ion libre o unido a ácido orgánico (Gil Martínez, 1995).

Altas dosis de fósforo inducen deficiencia de Zn debido a que el fosfato puede afectar la disponibilidad fisiológica de Zn en los tejidos vegetales (Mengel y Kirkby, 1987). Según Loue (1988) esta reducción de la disponibilidad es debido a la formación de fosfatos de zinc. Plantas de maíz con deficiencia de Zn inducidas por fósforo acumularon altos niveles de Fe,

y en menor grado Mn; la interacción del exceso de Fe se sugirió que fue un factor que contribuyó a la malnutrición fisiológica de plantas deficientes en Zn (Warnock, 1970).

En el cultivo de maíz se encontró que el fósforo disminuyó el rendimiento de grano cuando el nivel de Zn del suelo fue bajo (Ganiron et al., 1969 citado por Valencia, 1978). Para un suelo de Tingo María, altos niveles de fósforo disminuyeron la absorción de zinc por la planta y a bajos niveles de fósforo, la absorción del zinc fue proporcional al nivel de zinc adicionado en el cultivo de maíz (Valencia, 1978).

Una fertilización fosfatada muy elevada o un medio rico en ácido fosfórico asimilable pueden producir reducciones de la asimilación de Fe, Cu y sobretodo del Zn y más bien aumenta en relación con B y Mo. (Bingham, 1963).

Elevados niveles de nitrógeno y fósforo pueden provocar la deficiencia de Cu al igual que elevadas concentraciones de Zn (Bingham, 1963 y Loue, 1988).

Roper y Combos (1995) mencionan la importancia de la aplicación foliar de Ca y B, para la corrección de la deficiencia de micronutrientes o para incrementar la concentración de elementos móviles a tejidos específicos, ya que como consecuencia de la falta de B, se tiene una disminución de la movilidad del Ca, se inhibe su transporte hacia la parte superior de la planta (Yamaguchi, 1983 citado por Avalos, 2014).

En un experimento de invernadero para estudiar la relación P-Cu en la variedad de trigo S-308, se incluyeron cinco niveles de P (0, 25, 50, 100 y 250 ppm) y Cu (0, 2.5, 5, 10 y 50 ppm) con todas las combinaciones posibles. Se encontró que la aplicación de 50 ppm Cu y 250 ppm de P afectó negativamente al rendimiento. Sin embargo, los bajos niveles de P y Cu fueron suficientes para un mejor crecimiento de las plantas y la utilización eficiente de los nutrientes, ya que el antagonismo se observó sólo cuando uno de los nutrientes se aplicó en altas cantidades (Shukla y Narendra, 1979).

Las interacciones de P y Zn en las raíces y tallos del cultivo de maíz, se estudiaron en invernaderos usando tres diferentes tipos de suelos aluviales y calcáreos de Egipto. Estos hallazgos sugieren que la aplicación de fósforo no tuvo ningún efecto sobre la absorción de Zn por las raíces. El efecto principal fue una inhibición fisiológica en la translocación de Zn

de las raíces a brotes, probablemente debido a los efectos secundarios en el aumento de concentración de sal en el medio de la raíz añadido como CaH_2PO_4 . Esto puede haber despolarizado el potencial del xilema que resulta en el aumento de la afluencia de aniones y la disminución del catión en los vasos del xilema. Los resultados de los suelos calcáreos sugieren que el exceso de CaCO_3 influye en la relación P-Zn dentro de la planta por la disminución de la translocación de Zn y el aumento del P de las raíces a brotes (Sabry, 1980).

Para averiguar el efecto de los niveles de P y Zn en el rendimiento de materia seca, concentración y absorción de P y Zn en el caupí, se realizó un experimento en macetas en un invernadero. El fósforo y el zinc se añadieron a razón de 0, 20, 40, 80 y 160 ppm de P y 0, 2,5, 5, y 10 ppm de Zn. Se observó una respuesta de P y Zn en los rendimientos de grano, materia seca de brotes y raíces, con niveles de hasta 80 ppm de P y 5 ppm de Zn. A un mayor aumento de los niveles disminuyeron los rendimientos. La aplicación de P disminuyó la concentración de Zn en diferentes partes de la planta, principalmente en la etapa de madurez (Yadav, et al., 2007).

2.7. EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE ARROZ

En la figura 2.1 se observa la curva de absorción de N a través de las etapas fenológicas de la variedad FD-50 con una fertilización de 180-90-150 Kg/ha de N-P-K respectivamente y con suplementos de Zn y S. Se observa que el N es absorbido rápidamente y en forma creciente desde el estadio de plántula (2-3 hojas) hasta la etapa de inicio de primordio, declina levemente o se mantiene constante por unos días para acelerar la absorción nuevamente cerca de la floración hasta alcanzar su punto de máxima absorción en el estadio grano pastoso y luego declina con la maduración del grano. En cuanto a la absorción de K es similar a la del N, pero con valores mayores. El valor de máxima absorción de K alcanza los 363 Kg/ha y también ocurre en el estadio de grano pastoso, hasta los 51 días de germinación, la planta absorbió el 55 % del K total y de esta fase en adelante absorbió el 45 % restante.

La absorción de P es muy lenta y constante hasta los 38 días de germinación, etapa de macollamiento activo. A esta edad, la planta ha removido solamente 4 Kg/ha de P. Luego aumenta la absorción hasta la etapa de máximo macollamiento o inicio del primordio. Posteriormente los incrementos de P son constantes pero muy bajos hasta la madurez del grano, donde se obtuvo la máxima absorción (45.1 Kg/ha), contrario del K y N. Las

necesidades de P de la planta de arroz son muy bajas hasta los 38 días de germinación. (Vargas, 2002).

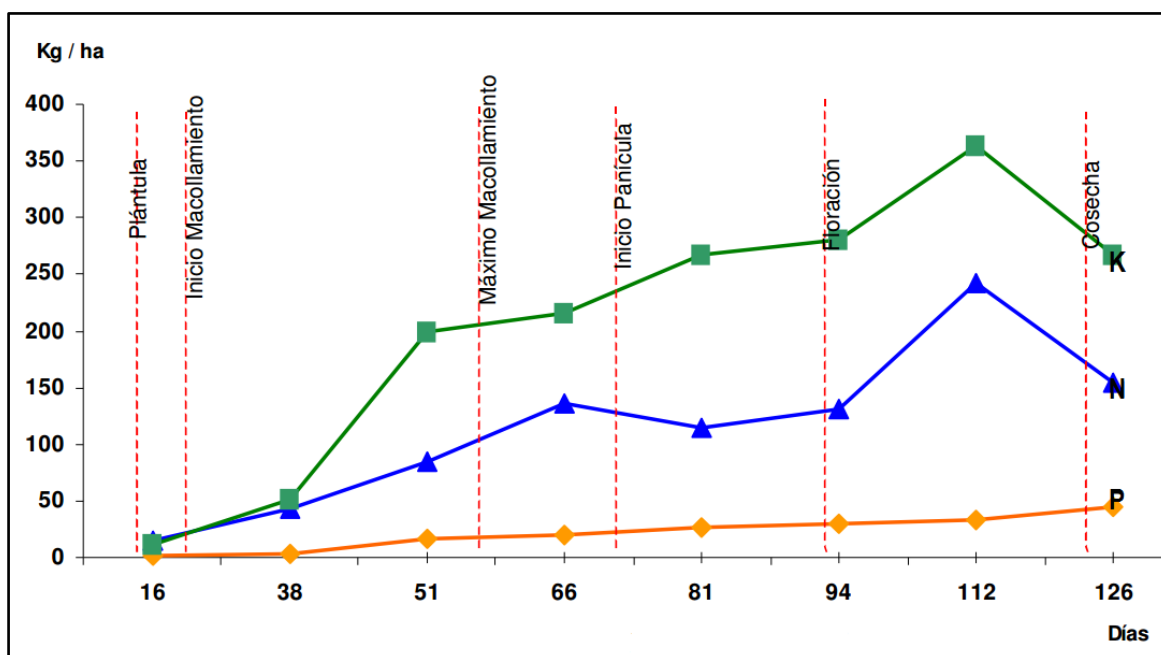


Figura 2.1: Absorción de N, K y P por etapa fenológica de la Variedad FD- 50 con un rendimiento de materia seca de 17.7 T/ha en condiciones de secano, finca de la empresa Desarrollo Agropecuario de Parrita S.A., localizada en Parrita centro, Costa Rica.

Fuente: Vargas, M. 2002.

Amador y Bernal (2012) mencionan que el cobre y boro no reportan absorción en las etapas de plántula y floración, el zinc no presenta absorción en la etapa de elongación de tallo. La etapa de mayor demanda de estos tres elementos es grano maduro (Figura 2.2).

El análisis de varios nutrientes en el arroz cultivado en los trópicos y en condiciones de climas templados, se observa que el nutriente más extraído por la planta de arroz es el silicio seguido por el potasio, nitrógeno y en menor cantidad el cobre, boro y zinc (Tabla 2.4 y 2.5).

En la Tabla 2.6 se observa según las etapas de crecimiento, los rangos óptimos y niveles críticos de micronutrientes para que se presente deficiencia o toxicidad en el cultivo de arroz. Estos resultados están basados según las concentraciones en mg/kg en los tejidos de la planta de arroz.

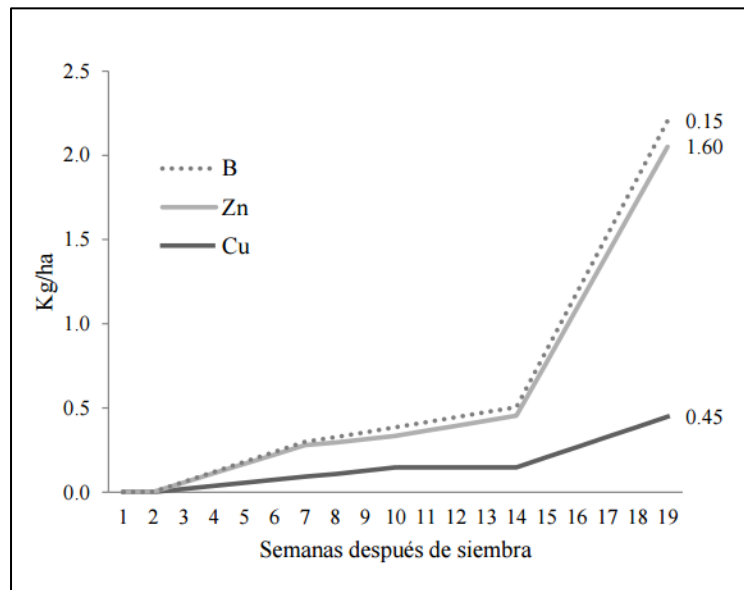


Figura 2.2: Consumo semanal acumulado de Cu, Zn y B en kg/ha, para el cultivo de arroz, variedad Venezuela 21, lote 3b, finca Hierba buena, Sébaco, Nicaragua.

Fuente: Amador y Bernal, 2012.

Tabla 2.4: Extracción de nutrientes de un cultivo de arroz (variedad IR8) que produce 7.9 t/ha de arroz bruto en el Maligaya Rice Research and Training Center, Islas Filipinas, durante la estación seca de 1979.

Elemento Nutriente	Cantidad de nutriente extraído por tonelada de producción de arroz(Kg)		
	Paja	Grano	Total
N	5.3	10.9	16.2
P	0.8	2	2.8
K	13.6	3.1	16.7
Ca	3.9	0.51	4.41
Mg	2.6	1.1	3.7
S	0.7	1	1.7
Fe	0.2	0.04	0.24
Mn	0.6	0.05	0.65
Zn	0.03	0.01	0.04
Cu	0.00298	0.00506	0.00804
B	0.0089	0.0038	0.0127
Si	74	16.8	90.8
Cl	1.8	1.6	3.4

Fuente: De Datta, 1989.

Tabla 2.5: Remoción y absorción de nutrientes-macronutrientes

Parte de la planta	Kg/tm de grano de arroz					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	S
Paja	7.6	1.1	28.4	2.3	3.8	0.37
Grano	14.6	6	3.2	1.7	0.14	0.6
Total	22.2	7.1	31.6	4	3.94	0.94

Fuente: De Datta, 1989.

Tabla 2.6: Rangos óptimos y niveles críticos para que se presenten deficiencias o toxicidades en los tejidos de arroz.

Elemento	Etapa de crecimiento	Nivel crítico para la deficiencia (mg/kg)	Nivel crítico para el exceso o la toxicidad (mg/kg)	Rango óptimo (mg/kg)
Zinc	Macollamiento-inicio de la panícula	< 20	> 500	25-50
	Macollamiento	< 10	> 500	
Boro	Macollamiento	< 5	> 100	6-15
	Madurez	< 3	> 100	
Cubre	Macollamiento	< 5	> 25	7-15
	Madurez	< 6	> 30	

Fuente: Dobermann y Fairhurst, 2000.

2.8. CALIDAD MOLINERA

Según Gonzáles (1982) la calidad molinera en arroz se entiende como la capacidad de un cultivar para producir los mayores porcentajes de granos enteros pulidos y tener alto rendimiento total de pila (grano entero más grano quebrado) cuando el arroz es sometido al proceso de descascarado y lustrado en molinos experimentales o industriales. Existen múltiples factores como genéticos y ambientales que influyen y modifican la expresión de calidad molinera especialmente en cuanto a su apariencia y resistencia al quebrado.

Proceso que se sigue para la determinación de la calidad molinera en molino experimental:

1. Eliminación de impurezas y granos vanos.
2. Determinación de humedad.
3. Pesado de muestras de 100 gramos de arroz en cáscara.
4. Pilado de muestras eliminando cáscaras y cubiertas del endosperma para obtener arroz pilado.
5. Separación del arroz pulido, en granos enteros y quebrados.
6. Pesado de grano entero y quebrado para expresarlo en porcentajes con relación a la muestra de arroz en cáscara.
7. Determinación del rendimiento total de pila.

Una mala conducción en estos procesos significa una reducción de 10 a 20 % en el volumen de arroz pilado comercializable (Girón, 1970). Este proceso depende de la forma, el tamaño, grado de madurez y el tiempo que se haya expuesto al sol el grano. La sobre madurez y la exposición excesiva al sol produce mayores granos partidos en el proceso de pilado. También la edad del grano, su contenido de humedad y las condiciones del almácigo afectan la calidad del grano del arroz (Grist, 1975). Los cultivares que tiene un rendimiento de pila menor al 68 %, para las condiciones de costa, son considerados de mala calidad molinera. En la prueba de molinería realizado para el cultivar IR 8, se encontró que el rendimiento en pila es mayor cuando el contenido de humedad del grano es más próximo al 14 % (Gonzáles, 1982).

Las temperaturas altas inducen un llenado acelerado del grano, dificultando el transporte de fotosintatos a las células de la parte interna, dejando espacios llenos de aire en el endospermo que determinan la opacidad ocasionando mala calidad del grano (Torres et al., 2002).

La fertilización nitrogenada incrementa notoriamente la calidad molinera de los cultivares y esto se manifiesta en aumento del rendimiento de pila, el porcentaje de grano entero y en disminución en el porcentaje de grano quebrado (Falla, 1973). Mayores dosis de N producen un incremento de la dureza y mejor resistencia al quebrado debido probablemente a que la proteína desplaza espacios de aire de la zona opaca (Gonzáles, 1982).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo en el Fundo Luzbén, ubicado en la cuenca baja del valle Jequetepeque. La coordenada UTM (DATUM: WGS 84 - Zona 17M) del punto central es 9 187 500N – 674 740E y a una altitud de 120 msnm. Políticamente está ubicado en la región de La Libertad, provincia de Pacasmayo, distrito de San José (Figura 3.1).

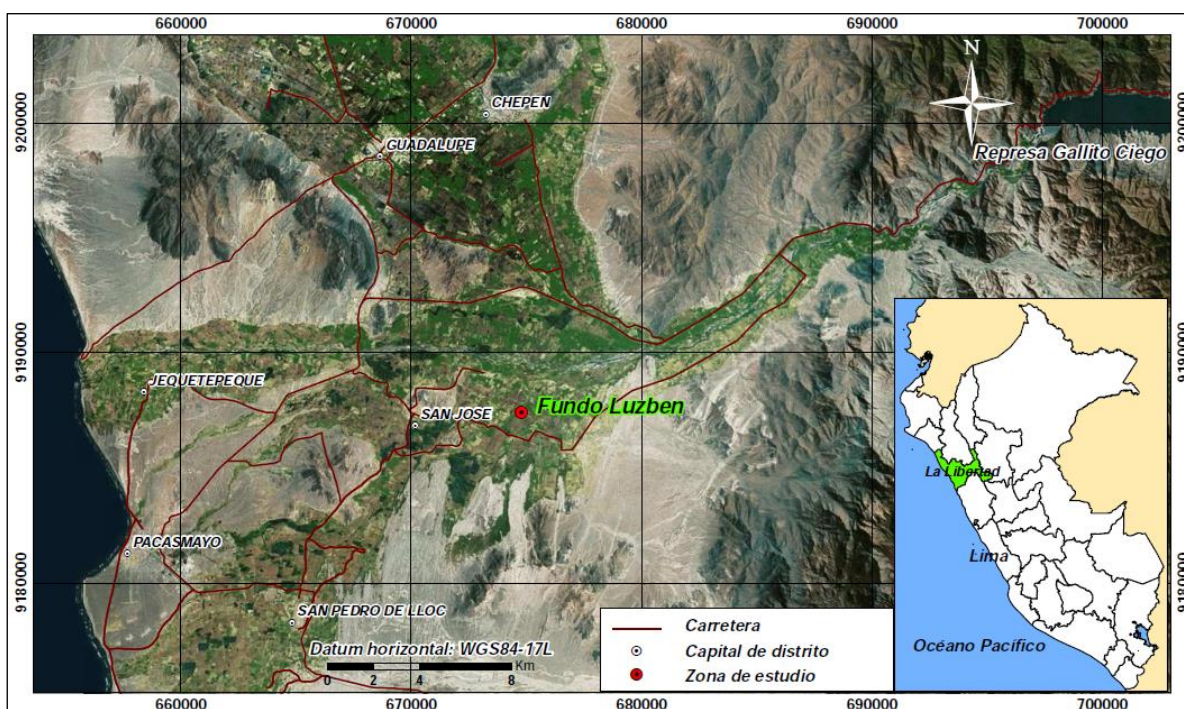


Figura 3.1: Ubicación de la zona de estudio, valle Jequetepeque.

3.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

En el valle Jequetepeque predominan los suelos denominados fluvisoles de origen aluvial desértico, suelos fértiles y de alta calidad, debido a los sedimentos minerales depositados por el río. Para determinar las características físicas y químicas del área en estudio se realizó un muestreo de la capa arable (30 cm de profundidad). Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

Los resultados que se presentan en la Tabla 3.1 indican una textura franco arcillo arenoso con moderada permeabilidad. Con bajo contenido de sales, pH neutro. No hay presencia de

carbonato de calcio, lo cual nos indica que exista la posibilidad de que limite la disponibilidad de fósforo al cultivo. Con bajo contenido de materia orgánica, esto quiere decir que hay una buena respuesta a la fertilización nitrogenada. Un nivel medio de fósforo disponible en el suelo pero con bajo contenido de potasio disponible, estos niveles nos indican una respuesta media a la aplicación de fósforo y alto de potasio. Con un nivel medio de cationes intercambiables, posiblemente presente predominancia de arcilla ilítica.

Tabla 3.1: Análisis de suelo-Characterización.

Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural	CE _(1:1) dS/m	pH (1:1)	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	CIC meq/100g	Al ³⁺ + H ⁺ meq/100
53	19	28	Fr.Ar.A.	0.72	6.77	0.00	1.95	10.0	96	14.40	0.00

Realizó: Laboratorio de Análisis de Suelo, Planta, Agua y Fertilizantes de la UNALM.

3.1.3. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO

Tabla 3.2: Análisis de agua de riego

Características	Unidades	Valor
pH		7.4
C.E	dS/m	0.31
Calcio	me/l	2.21
Magnesio	me/l	0.45
Potasio	me/l	0.03
Sodio	me/l	0.43
SUMA DE CATIONES	me/l	3.12
Nitrato	me/l	0
Carbonatos	me/l	0
Bicarbonatos	me/l	2.77
Sulfatos	me/l	0.56
Cloruros	me/l	0.15
SUMA DE ANIONES	me/l	3.46
Sodio	%	13.78
RAS		0.37
Boro	ppm	0.02
Clasificación		C2-S1

Realizó: Laboratorio de Análisis de Suelo, Planta, Agua y Fertilizantes de la UNALM

El agua de riego usada para el experimento provino de la represa Gallito Ciego. Este es blanda, de reacción ligeramente básica, sin limitaciones para su uso en riego, por su contenido salino, de cloruros, nitratos, boro y de RAS, presenta de ligeros a moderados problemas de infiltración por su relación CE:RAS. (Tabla 3.2).

3.1.4. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

El valle Jequetepeque, presenta un clima árido semicálido. Las precipitaciones en general son escasas, menos de 6 mm mensual, y se presentan casi siempre en los meses de verano, el resto del año se encuentra libre de precipitaciones. La humedad relativa varía entre 80 a 90 %. Las temperaturas son relativamente altas en promedio 23 ° C. presentan vientos fuertes que desarrollan campos de dunas activas (Girón, 2003).

Los datos de temperatura y precipitación que se muestran en la Tabla 3.3, fueron obtenidos de los registros de la Estación Meteorológica “Talla”, ubicado en el departamento de La Libertad, provincia de Pacasmayo y distrito de Guadalupe. Los rangos de temperatura varían con un máximo de 30.3 °C en el mes de marzo y un mínimo de 18.6 en el mes de abril. Las precipitaciones son mínimas.

Tabla 3.3: Temperatura y precipitación durante la conducción del experimento. Valle Jequetepeque. Campaña Agrícola 2014.

Mes	Temperatura en °C		Precipitación (mm)
	Máxima	Mínima	
Enero	30.0	20.8	5.6
Febrero	29.7	20.8	2.2
Marzo	30.3	20.5	5.2
Abril	29.6	18.6	0
Mayo	28.8	20.0	1.8
Junio	27.5	18.7	0

Fuente: SENAMHI-Estación Talla (Guadalupe)

3.1.5. CULTIVAR

Se utilizó semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones, que fue producido en el mismo fundo Luzben. La cantidad utilizada fue 10 kg/ha. Es decir 10 kg de semilla fue suficiente para trasplantar una hectárea.

3.1.6. FERTILIZANTES

a. Macronutrientes

Tabla 3.4: Dosis de fertilización de NPK aplicados en el presente experimento (kg/ha).

Fuentes	N	P₂O₅	K₂O	Cantidad Aplicada
Urea	46%			620 Kg/ha
Sulfato de amonio	21%			200 Kg/ha
Fosfato diamónico	18%	46%		100 kg/ha
Sulfato de potasio			50%	208 Kg/ha
Dosis total	336.2kg/ha	46kg/ha	104kg/ha	

b. Micronutrientes

Tabla 3.5: Dosis de fertilización de los micronutrientes (Cu, Zn y B) aplicados.

Producto comercial	Concentración (%)	Cantidad aplicada (g)
Ultrasol micro rexene Zn15	14.8 Zn	151.4g
Ultrasol micro rexene cobre	14.5Cu	31g
Speedfol Bsp	17 B	42.4g

3.1.7. PESTICIDAS

Tabla 3.6: Pesticidas aplicados en el experimento.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis
Herbicidas		
Bullet	Bispyribac sodium	100 ml/ha
Belgran	Bensulfuron methyl	50 g/ha
Insecticidas		
Proclaim	Emamectin benzoato	100 g/ha
Famoss	Fipronil	250 ml/ha
Albatros	Fipronil	250 ml/ha
Vivoral	Neonicotinoide	100 g/ha
Fungicidas		
Trifmine	triflumizole	250 ml/ha
Sumirubin	Metominostrobin	140 ml/ha
Silvacur	Tebuconazole+ triadimenol	500 ml/ha
Bolero	Difeconazole+propiconazole	300 ml/ha
Azostar	Azoxystrobin	80 g/ha

3.1.8. OTROS

En campo

Libreta de campo, cámara fotográfica, wincha, regla, estacas, cordeles, pala, rastrillo, rafia, mochila pulverizadora, carrizos, cartón, bolsas de plástico, 2 toros, yugo, avión, cadena, garrucha, paleta (nivela las partes que no se niveló con yunta), mochila manual, boquilla en cono y abanico.

En laboratorio

Balanza analítica marca Radwag modelo AS 220.R2; medidor de humedad de grano marca Kett modelo PM-450; molino experimental marca Zaccaria modelo PAZ-1-DTA. Contador de semillas marca Seedburo modelo 801 count-A-Pak; estufa, bolsas de papel kraft.

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. FACTORES EN ESTUDIO

Se evaluaron 8 tratamientos más dos testigos (Tabla 3.7). Los tratamientos del margen izquierdo fueron sometidos a diferentes niveles de Cu, Zn y B sin fósforo. Y los tratamientos de la derecha tienen los mismos niveles de micronutrientes que los anteriores pero más fósforo. Las dosis de nitrógeno y potasio fueron iguales en todos los tratamientos.

Tabla 3.7: Tratamientos estudiados en el presente experimento

N - 0 - K ₂ O		N - P ₂ O ₅ - K ₂ O	
Tratamientos	Micronutrientes	Tratamientos	Micronutrientes
A	Cu, Zn, B	Ap	Cu, Zn, B
B	0, Zn, B	Bp	0, Zn, B
C	Cu, 0, B	Cp	Cu, 0, B
D	Cu, Zn, 0	Dp	Cu, Zn, 0
E (Testigo)	0, 0, 0	Ep (Testigo)	0, 0, 0

En la Tabla 3.8 se observa las dosis de aplicación de los micronutrientes, para 560 m² que es el área de cada uno de los tratamientos. Estos niveles se determinaron en base a la extracción de nutrientes para 10 t/ha de arroz (variedad IR8) en las islas Filipinas, durante la estación seca de 1979 (De Datta, 1989).

Tabla 3.8: Extracción de nutrientes por el cultivo de arroz.

Cantidad de nutriente extraído para 10 T x Ha de arroz cáscara	Cantidad de nutriente extraído Para 10 T x 560 m ² de arroz cáscara
Zn: 400 g	22.4 g
Cu: 80.4 g	4.5 g
B: 127 g	7.2 g

Tabla 3.9: Fracción de los micronutrientes listos para aplicar a los tratamientos

Producto comercial	Formulación para 560 m²	Fraccionamiento (1/3)
Ultrasolmicro rexene Zn15 14.8 % Zn	151.4 g	50.5 g
Ultrasol micro rexene cobre 14.5 % Cu	31 g	10.4 g
Speedfol bsp 17 % B	42.4 g	14.2 g

Las aplicaciones de los micronutrientes se realizaron foliarmente con mochila manual y con boquilla en cono. Se fraccionó en tres partes tal como se observa en la Tabla 3.9 y se aplicó en las siguientes etapas del cultivo:

- La primera aplicación se realizó a los 64 días desde almácigo (50 días después de trasplante). En el estadio de macollamiento
- La segunda aplicación se realizó a los 71 días desde almácigo (57 días después de trasplante). En el estadio de número máximo de macollos
- La tercera aplicación se realizó a los 78 días desde almácigo (64 días después de trasplante). En el estadio de punto de algodón.

3.2.2. PRUEBA DE DIFERENCIA DE MEDIAS

Los tratamientos fueron distribuidos, aleatoriamente en cada parcela, con 10 repeticiones cada tratamiento (Figura 3.2).

Se empleó la **PRUEBA t** que involucra la diferencia entre las medias de dos poblaciones, para determinar si es razonable o no concluir que las dos son distintas entre sí.

Las hipótesis son:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_A: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Para realizar la prueba t debe cumplir dos supuestos: Normalidad de errores y homogeneidad de varianza, según estos resultados se realizó la prueba t con un nivel de confianza de 95%.

Muestreo a partir de poblaciones que siguen una distribución normal con varianzas desconocidas. Cuando las varianzas poblacionales no se conocen, existen dos posibilidades.

a. Poblaciones con varianzas iguales

$$S_p^2 = (n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2 / n_1 + n_2 - 2$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)_0}{\sqrt{\frac{S_p^2}{n_1} + \frac{S_p^2}{n_2}}}$$

Cuando H_0 es verdadera, sigue una distribución t de Student con $n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad.

b. Poblaciones con varianzas diferentes

$$t' = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

El valor de t' para un nivel de significación α y una prueba bilateral es aproximadamente

$$t'_{1 - (\frac{\alpha}{2})} = \frac{w_1 t_1 + w_2 t_2}{w_1 + w_2}$$

Dónde:

$w_1 = s_1^2/n_1$, $w_2 = s_2^2/n_2$, $t_1 = t'_{1 - (\frac{\alpha}{2})}$ para $n_1 - 1$ grados de libertad, y $t_2 = t'_{1 - (\frac{\alpha}{2})}$ para $n_2 - 1$ grados de libertad (Daniel, 2004).

3.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Del ensayo:

- Largo efectivo: 110 m
- Ancho efectivo: 90 m
- Área efectiva: 9 900 m²

Del Bloque:

- Largo efectivo: 70 m
- Ancho efectivo: 40 m
- Área efectiva: 2800 m²
- Nro. de bloques: 2

De los tratamientos:

- Largo efectivo: 70 m
- Ancho efectivo: 8 m
- Área efectiva: 560 m²
- Nro. de tratamientos: 10

De las subparcelas o unidades experimentales:

- Largo efectivo: 1m
- Ancho efectivo: 1m
- Área efectiva: 1m²
- Nro. de subparcelas: 100

Área total del experimento: 10 000 m²

Densidad de trasplante del ensayo

Distanciamiento entre plantas (golpes): 0.33 m x 0.33 m

- Número de plantas (golpes) del ensayo (10 000 m²): 90 000 plantas
- Número de plantas (golpes) por tratamientos (560 m²): 5 040 plantas
- Número de plantas (golpes) evaluadas por unidad experimental (1 m²): 9 plantas

El campo donde se realizó el experimento es de una hectárea, la mitad, con una formulación de N-0-K₂O y la otra con N-P₂O₅-K₂O. Estas parcelas a la vez se sub dividieron en diez áreas iguales de 560 m² cada una, con diez repeticiones cada tratamiento (X₁, X₂, X₃,...X₁₀). La distribución de los tratamientos fue al azar dejando un efecto de borde de 10 m, tal como se muestra en la Figura 3.2.

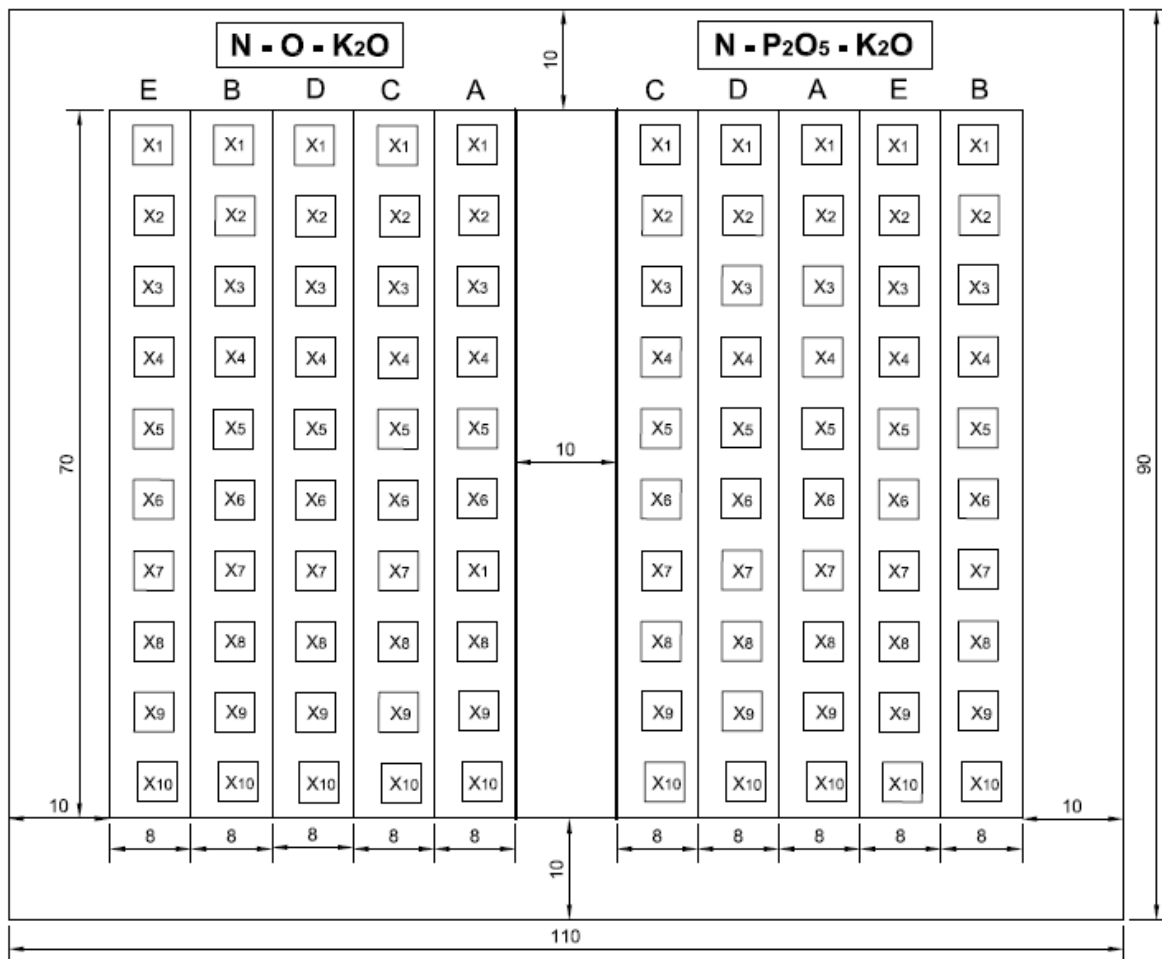


Figura 3.2: Ubicación y distribución de los tratamientos en el campo.

3.2.4. EVALUACIONES EXPERIMENTALES

a. Altura de planta

La medida se realizó en la etapa de maduración, desde la superficie del suelo hasta el ápice de la panícula. Las evaluaciones se realizaron al azar en tres plantas por unidad experimental, llegando a un total de treinta plantas por tratamiento.

b. Macollos por metro cuadrado

Esta evaluación se realizó en la etapa de máximo macollamiento a los 73 días después de transplante, con la finalidad de determinar el número máximo de macollos por metro cuadrado. Las evaluaciones se realizaron en las mismas plantas en que se midió la altura de planta, es decir en tres golpes por unidad experimental, llegando a un total de treinta golpes por tratamiento.

c. Panículas por metro cuadrado

Esta evaluación se realizó a la cosecha, en las mismas plantas que se emplearon para determinar el número de macollos por metro cuadrado. Se contabilizó todas las panículas por unidad experimental (1m^2) es decir, en nueve golpes por cada repetición de los tratamientos.

d. Número de granos llenos por panículas, granos vanos

Estas evaluaciones se realizaron en una panícula tomada al azar, dentro de la unidad experimental (1m^2), llegando a un total de diez panículas por tratamiento. En base a esta misma panícula se determinó el número de granos llenos por panoja y granos vanos.

e. Peso de mil granos llenos

Esta evaluación se realizó en laboratorio. Se tomó al azar de las muestras obtenidas para rendimiento en grano, por cada unidad experimental (1m^2), seleccionándose solo granos enteros que fueron contabilizados por la máquina contadora de semillas, luego se llevó a estufa por 24 horas a 30°C hasta peso constante, finalmente se pesó los mil granos en la balanza analítica.

f. Rendimiento en grano

El rendimiento en grano se determinó en el área total de cada unidad experimental (1m^2), es decir, en nueve golpes por cada repetición de los tratamientos. El peso obtenido se ajustó al 14% de humedad y se expresó en toneladas por hectárea.

g. Materia seca total

Se extrajo diez golpes de cada tratamiento. Se lavó las raíces de las muestras para quitar todo el barro, posteriormente se eliminó las raíces, solo se quedaron con la parte aérea, finalmente después de 48 horas de secarse en el sol, se llevó a estufa por 24 horas a 70°C hasta peso constante.

h. Índice de Cosecha

Para calcular el índice de cosecha se usó los cálculos anteriores que corresponden al rendimiento en grano y materia seca total.

$$\text{Índice de Cosecha} = \text{Rendimiento en Grano} / \text{Materia Seca Total.}$$

i. Calidad molinera

Se tomó una muestra de 100 g por cada unidad experimental y se procesó en un molino experimental que determinó el rendimiento en pila, porcentajes de granos quebrados y enteros. Estas pruebas fueron realizadas en el molino Santa Catalina -Pacasmayo. Se utilizó un molino experimental marca Zaccaria modelo PAZ-1-DTA, donde las muestras de arroz con cáscara fueron sometidos al pilado. Los porcentajes de granos enteros y quebrados se expresaron en relación a los 100 g.

j. Formaciones tizosas

Se tomó 20 granos al azar de cada repetición de los tratamientos, luego se clasificó de acuerdo a la escala que se muestra en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10: Escala para la identificación de formaciones tizosas

Escala	Formaciones Opacas
0	Grano traslúcido
1	Grano con mancha difusa
2	Grano dorso blanco
3	Grano con centro blanco
4	Grano con panza blanca
5	Grano completamente tizoso

Fuente: CIAT, 1989

Una vez clasificadas se anotó el número de granos que corresponde a cada escala, luego se sumó los productos para obtener el promedio. Este promedio nos indica el índice de formaciones tizosas, cuanto más bajo es el valor más traslúcida es la muestra.

3.2.5. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

a. Preparación del terreno

El suelo para la poza de almácigo y transplante fue arado, cruzado y nivelado en seco, luego se trazaron los bordos de las pozas y fueron remojadas, finalmente la poza de almácigo fue nivelada con paleta y la de transplante con yunta y paleta (nivela la partes que no se niveló con yunta). La nivelación con yunta fue un día antes del transplante.

b. Preparación de la semilla y almácigo

Simultáneamente con la inundación de las pozas para almácigo, se procedió a pre germinar la semilla remojándola por 24 horas, una vez que las semillas estuvieron completamente hinchadas se procedió al abrigo durante 24 horas hasta que el coleóptilo alcanzó 1mm. Luego el voleo de la semilla se realizó a razón de 200 g/m². A los dos días se retiró el agua de la poza por tres días, para favorecer el enraizamiento de las plantas.

c. Transplante

El transplante se realizó el 24 de enero del 2014, a los 14 días después del voleo de la semilla. El tipo de transplante utilizado fue en hileras con un distanciamiento de 0.33x0.33m, colocando dos plántulas por golpe. Con este distanciamiento se totalizó 9 golpes/m². A los 7 días de transplante se observó 100 % de establecimiento de las plántulas de arroz.

d. Control fitosanitario

A los ocho días después del transplante se observó la presencia de *Hidrellia wirthi* (mosquilla), por ello se aplicó Famoss (Fipronil) una dosis de 250 ml/ha.

A los 16 días después de transplante se observó presencia de *Spodoptera frugiperda* (gusano de hoja) en primeros estadios y persistencia de *Hidrellia wirthi* por ello se decidió aplicar Proclaim (Emanectin benzoato) y Famoss (Fipronil), una dosis 100 g/ha y 250 ml/ha respectivamente.

A los 27 días después de transplante se volvió a aplicar, Proclaim (Emanectin benzoato) contra *Spodoptera frugiperda* y Albatros (Fipronil) contra *Hidrellia wirthi* con dosis de 100 g/ha y 250 ml/ha respectivamente.

A los 48 días después de transplante se observaron síntomas de manchas foliares como: *Pyricularia grisea* (Quemado) y *Bipolaris oryzae* (mancha carmelita), contra ello se aplicó Silvacur (Tebuconazole + Triadimenol), a una dosis de 500 ml/ha.

A los 66 días después de transplante, se volvió a aplicar contra manchas foliares Trifmine (Triflumizole) más Sumirobin (Metominostrobin), a una dosis de 250 ml/ha y 140 ml/ha respectivamente.

A los 95 días después de transplante (estado lechoso), se observó la presencia de *Oebalus poecillus* (chinche hediondo), para ello se decidió aplicar un producto de contacto e ingestión como Vivorol (Neonicotinoide) a una dosis de 100 g/ha. También se aplicó por última vez contra manchas foliares Bolero (difeconazole + propiconazole) junto con Azostar (Azoxystrobin), 300 ml/ha y 80 g/ha respectivamente.

e. Aplicación de herbicidas

Como el campo definitivo fue manejado con riegos intermitentes, se observó alta población de malezas. Pero esto se controló eficientemente con dos aplicaciones de herbicidas selectivos para el cultivo de arroz. Para las hojas anchas, se aplicó Bullet (Bispyribac sodium) y para ciperáceas, Belgran (Bensulfuron methyl), con una dosis de 100 ml/ha y 50 g/ha respectivamente. Estas aplicaciones fueron realizadas con mochila manual y con boquilla de abanico.

La primera aplicación se realizó a los 24 días después de transplante, solo a las partes con presencia de malezas. La segunda aplicación se realizó a los 36 días después de transplante en forma uniforme por todo el campo.

f. Deshierbos

Un día antes de la última fertilización se realizó un deshierbo manual.

g. Sistema de riego

El agua de riego provino de la represa Gallito Ciego, ubicada en la cuenca media del valle Jequetepeque. Se manejó con riegos intermitentes, es decir en la etapa vegetativa el ingreso de agua a la poza, fue cada 8 días, solo en los momentos de fertilización se mantuvo inundado por 5 días con una lámina de agua de 5 a 10cm. En la etapa reproductiva se mantuvo inundado. En la etapa de maduración el ingreso de agua fue cada 8 días. A los 21 días de la cosecha se quitó definitivamente el agua de la poza para facilitar el uso de máquinas.

Se utilizó este método de riego debido a que el arroz es una planta semiacuática y solo requiere inundación permanente en la fase reproductiva ya que puede coincidir con temperaturas menores a 19 °C que pueden afectar la fertilización de las espiguillas. El suelo se mantuvo húmedo pero no saturado durante la fase vegetativa, para asegurar una mayor oxigenación de las raíces favoreciendo el crecimiento de las raíces y por lo tanto a mayor acceso de nutrientes.

h. Fertilización

Las dosis de los fertilizantes se determinaron en base a la extracción de nutrientes según De Datta (1989) y mediante el análisis del suelo.

Los fertilizantes y las dosis que se usaron en el experimento fueron los siguientes:

Urea: 620 kg/ha (285 kg de N/ha)

Sulfato de amonio: 200 kg/ha (42 kg de N/ha)

Fosfato diamónico: 50 kg/0.5ha (9 kg de N/ha y 23 kg de P₂O₅/ha)

Sulfato de potasio: 208 kg/ha (108 kg de K₂O/ha)

Dosis total: 336-46-104 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O

La dosis total de nitrógeno se fraccionó en 4 partes, la primera a los 8 días antes de transplante como abono de fondo, la segunda a los 18 días después de transplante, la tercera

a los 43 días después de trasplante y la cuarta a los 59 días después de trasplante en el estadio de punto de algodón. El sulfato de potasio se fraccionó en dos partes la primera junto con la segunda fracción nitrogenada que fue a los 18 días d.d.t. la segunda fracción en la última fertilización nitrogenada (estadio de punto de algodón). El fosfato diamónico se aplicó toda la dosis junto con la segunda fertilización nitrogenada (18 días d.d.t), este último solo se aplicó a la mitad de la poza.

La primera fertilización de nitrógeno se incorporó en la preparación del terreno, que fue 8 días antes del trasplante, a con una dosis de 69 Kg de N/ha.

La segunda fertilización se realizó el 11 de febrero a los 18 días después de trasplante. Para la fertilización se usó urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio a una dosis de 64-46-52 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O respectivamente. Cabe indicar que la urea y sulfato de potasio se aplicaron a toda la poza, pero el fosfato diamónico solo se aplicó 23 kg a la mitad de la poza y para compensar la diferencia de nitrógeno, se volvió a aplicar 9 kg de N/ha a la otra mitad de la poza que no tenía fósforo.

La tercera fertilización fue el 8 de marzo a los 43 días después de trasplante, se realizó en forma de “desmanche”, a una dosis de 69 kg de N/ha.

La cuarta y última fertilización se realizó el 24 de marzo en el estadio de punta de algodón a 59 días de realizado el trasplante. Para la fertilización se usó: urea, sulfato de amonio y sulfato de potasio, con una dosis de 134 kg de N/ha y 52 kg de K₂O/ha.

i. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual el 16 de junio del 2014, a los 143 días después de trasplante. Se efectuó de forma uniforme y por separado para cada unidad experimental. Consistió en el corte de las panojas (siega), trilla, limpieza y venteo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos, están elaborados en base a los datos del anexo y muestran valores promedios del rendimiento, componentes de rendimiento, variables de crecimiento, índice de cosecha y calidad molinera del cultivo de arroz, además se muestran las comparaciones de medias de la prueba t para cada una de las variables en estudio.

4.1. RESULTADOS GENERALES CON Y SIN FÓSFORO BAJO EL SISTEMA INTENSIVO DEL CULTIVO DE ARROZ CULTIVAR TINAJONES

La Tabla 4.1 muestra los resultados promedios obtenidos de las variables evaluadas que caracterizan al cultivo de arroz, bajo las condiciones de clima, suelo y manejo del sistema intensivo del cultivo de arroz. Los promedios con y sin fósforo serán explicados posteriormente para cada variable.

El rendimiento de arroz cáscara promedio fue de 10.346 t/ha, el cual es aproximadamente igual al promedio obtenido en el valle Jequetepeque para esta misma campaña agrícola (MINAGRI-Región La Libertad, 2014). Pero inferior al potencial máximo de este cultivar Tinajones que puede llegar hasta 15 t/ha (INIA, 2007).

En cuanto a los componentes de rendimiento se encontró en promedio: 353 panículas por metro cuadrado, 131 granos llenos por panícula, 5.8 % de granos vanos por panícula y el peso promedio de mil granos llenos fue 27.8 g. Para el caso de variables de crecimiento se encontró un promedio de: 73.6 cm de altura de planta y 372 macollos por metro cuadrado. Estos resultados fueron inferiores a los obtenidos por la INIA (2007) para el cultivar Tinajones.

En cuanto a la calidad molinera se encontró: 70.9 % de rendimiento de molinería, 3.4 % de granos quebrados, 67.5 % de granos enteros y 0.336 de índice de formaciones tizosas. Estos resultados promedios indican una buena calidad molinera con respecto a lo encontrado por la INIA (2007).

La diferencia de resultados que nos muestra la presente investigación con respecto a INIA, probablemente se deba al tipo de manejo, tipo de suelo y sobre todo a los factores ambientales como la radiación y temperatura, debido a que estos experimentos se realizaron en diferentes épocas.

Tabla 4.1: Resultados generales con y sin fósforo bajo el sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

CARACTERÍSTICAS	PROMEDIO (N-0-K₂O)	PROMEDIO (N-P₂O₅-K₂O)	PROMEDIO GENERAL
1. Rendimiento de arroz cáscara (t/ha)	10.564	10.128	10.346
2. Componentes de rendimiento			
Número de panículas por m ²	356	351	353
Número de granos llenos por panícula	128	134	131
Porcentaje de granos vanos por panícula	6.3	5.2	5.8
Peso de mil granos llenos (g)	27.84	27.78	27.8
3. Variables de crecimiento			
Altura de planta (cm)	73.3	73.9	73.6
Número de macollos por m ²	372	371	372
4. Índice de Cosecha	0.63	0.58	0.61
5. Calidad molinera			
Porcentaje de rendimiento de molinería	70.8	71	70.9
Porcentaje de granos quebrados	3.8	3.1	3.4
Porcentaje de granos enteros	67	67.9	67.5
Índice de formaciones tizosas	0.345	0.327	0.336

En la tabla 4.2 se muestra los resultados promedios de todas las variables evaluadas bajo el efecto del fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz.

Tabla 4.2: Resultados generales bajo el efecto de fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos	Rendimiento (t/ha)	Número de panículas por m ²	Número de granos llenos por panícula	% de granos vanos por panícula	Peso de mil granos llenos (g)	Número de macollos por m ²	Altura de planta (cm)	Índice de Cosecha	% de rendimiento de molinería	% de granos quebrados	% de granos enteros	Índice de formaciones Tizas
N - 0 - K₂O												
A (Cu-Zn-B)	10.373	367	130	6.0	27.29	387	71.7	0.65	70.7	3.3	67.4	0.180
B (0-Zn-B)	10.673	351	117	6.0	28.15	351	73.4	0.62	70.8	3.8	67	0.335
C (Cu-0-B)	10.357	359	131	5.4	27.86	404	73.8	0.64	71	4.1	66.9	0.330
D (Cu-Zn-0)	10.677	352	130	7.4	27.85	354	70.1	0.62	71	4.1	66.9	0.355
E (0-0-0)	10.741	352	134	6.8	28.04	364	77.8	0.60	70.6	3.5	67.1	0.525
Promedio (N-0-K₂O)	10.564	356	128	6.3	27.84	372	73.3	0.63	70.8	3.8	67	0.345
N - P₂O₅ - K₂O												
Ap (Cu-Zn-B)	10.235	377	137	5.4	27.72	404	72.3	0.61	70.2	2.8	67.4	0.295
Bp (0-Zn-B)	10.098	351	134	6.9	27.56	354	74.4	0.57	71.0	3	68	0.265
Cp (Cu-0-B)	10.217	347	131	4.0	27.82	367	73.9	0.61	71.3	3.1	68.2	0.332
Dp (Cu-Zn-0)	10.124	344	133	4.7	28.01	363	74.2	0.58	71.4	3.2	68.2	0.335
Ep (0-0-0)	9.964	335	136	4.9	27.81	370	75.0	0.55	71.0	3.3	67.7	0.410
Promedio (N-P₂O₅-K₂O)	10.128	351	134	5.2	27.78	371	73.9	0.58	71.0	3.1	67.9	0.327
Promedio total	10.346	353	131	5.8	27.81	372	73.6	0.61	70.9	3.4	67.5	0.336

4.2. RENDIMIENTOS DE ARROZ CÁSCARA (T/HA)

Mediante la prueba t no se han encontrado diferencias significativas entre las medias de los tratamientos bajo el efecto de la fertilización con fósforo, fertilización con micronutrientes ni por efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes. Estos resultados fueron elaborados en base al Anexo 1.

4.2.1. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO EN EL RENDIMIENTO DE ARROZ CÁSCARA

La fertilización fosfatada no tuvo efecto significativo para la prueba t con respecto al rendimiento de arroz cáscara (Tabla 4.3).

Tabla 4.3: Prueba t del rendimientos de arroz cáscara (t/ha) bajo el efecto de la fertilización con fósforo en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ i vs. μ iii)	Promedio de N-0-K ₂ O (μ i)	Promedio de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (μ ii)	Estimado de la diferencia (μ i - μ ii)	Significancia
(N-0-K ₂ O) vs (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	10.564	10.128	0.437	n.s.

En la Figura 4.1 se observa que el mayor rendimiento se encontró en el tratamiento que no se aplicó fósforo (N-0-K₂O) con 10.564 t/ha de arroz cáscara y en el tratamiento que se aplicó fósforo (N-P₂O₅-K₂O) presentó 10.128 t/ha de arroz cáscara. Este resultado se puede explicar por el efecto que presenta el elemento fósforo en el suelo, pues puede reaccionar con el hierro y formar compuestos de fosfato férrico que son precipitados. Pero en condiciones anaeróbicas se transforma a fosfato ferroso, que son solubles.

Vera (1969) tampoco encontró respuesta al fósforo para tres niveles (0-40-80 kg/ha de P₂O₅) en el rendimiento de arroz de la variedad Minabir 2. Similares resultados encontró Isla Chee (1972) en un suelo similar al experimento realizado en el valle Jequetepeque. En las condiciones de costa norte del país, no hay respuesta a la aplicación de fósforo ni potasio, incrementándose los rendimientos a medida que se aumenta la dosis nitrogenada (PNA, 1972a citado por Gavidia, 2003). Es decir el arroz responde casi universalmente a

aplicaciones de nitrógeno y con menor frecuencia a otros elementos (Minguillo, 1982 citado por Gavidia, 2003). Esto se puede deber al contenido medio de fósforo disponible en el suelo.

4.2.2. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES EN EL RENDIMIENTO DE ARROZ CASCARA.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la interacción del fósforo con los micronutrientes en el rendimiento de arroz cáscara mediante la prueba t (Tabla 4.4).

En la figura 4.2 se observa que el tratamiento testigo sin fósforo y sin micronutrientes (E) presenta mayor rendimiento con 10.741 t/ha es decir con un incremento de 0.506 t/ha con respecto al tratamiento que contiene Cu, Zn y B más fósforo.

Si bien se observa una tendencia a obtener un mejor rendimiento por aplicación de Cu, Zn y B sus diferencias no alcanzan la significación por la prueba t. De la misma manera se observa una tendencia a reducir los rendimientos por la aplicación del fósforo debido a la posibilidad de su reacción. Como también nos indica que en el suelo puede tener una adecuada disponibilidad de Cu, B y Zn y fósforo ya que sin ellos los rendimientos son mejores. Es decir la disponibilidad de nutrientes en el suelo son suficientes para los requerimientos de las plantas y aplicaciones adicionales no generan incrementos de rendimiento en grano.

Investigaciones correspondientes al efecto de fósforo y micronutrientes en el cultivo de arroz son limitados, faltando mucho por investigar en esta área. Sin embargo hay investigaciones similares en otros cultivos, es así que Rivadeneyra (1994), encontró que los rendimientos en el cultivo de brócoli con fertilización de NPK más micronutrientes son ligeramente menores a los obtenidos cuando no se adiciona estos micronutrientes. Similar resultado encontró Acero (2000) en el rendimiento del cultivo de frijol pues el efecto de la fertilización NPK y de la fertilización complementaria con y sin micronutrientes, no presentaron diferencias significativas, es decir los factores son independientes entre sí. Así mismo Cruz (2000) en el cultivo de frijol no encontró significancia en la interacción del fósforo con los micronutrientes para rendimiento, componentes de rendimiento, altura de planta y área foliar del cultivo de frijol.

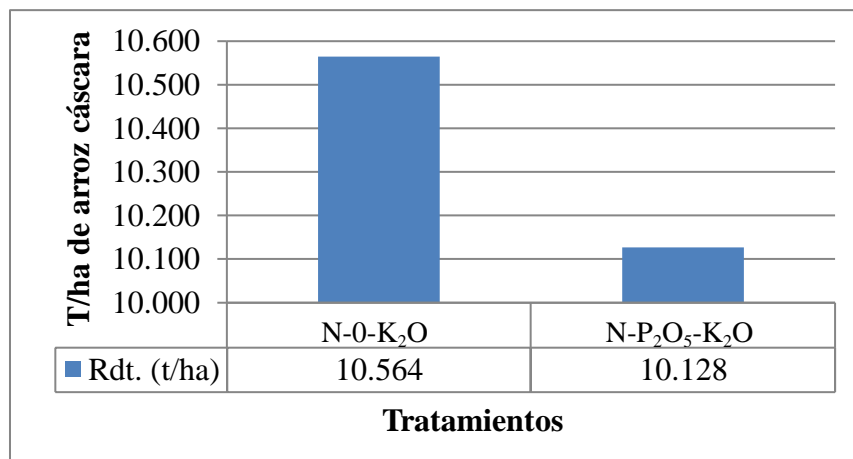


Figura 4.1: Rendimiento de arroz cáscara (t/ha) bajo el efecto de fertilización con fósforo en un sistema intensivo de cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

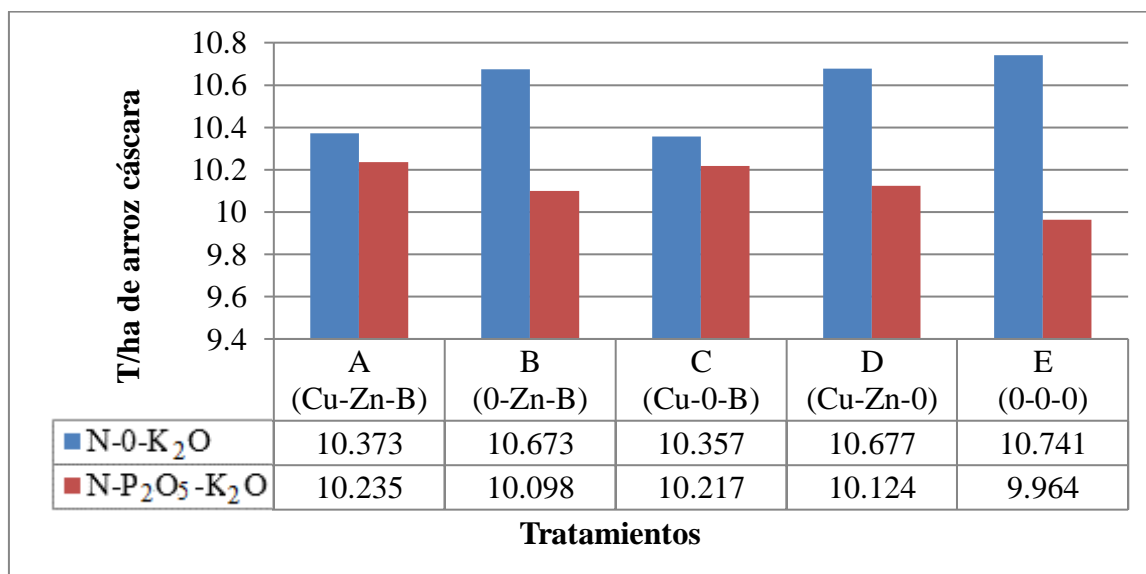


Figura 4.2: Rendimiento de arroz cáscara bajo el efecto del fósforo y micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tabla 4.4: Prueba t del rendimientos de arroz cáscara (t/ha) bajo el efecto de fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{ii})	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ_i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ_{ii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{ii}$)	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	10.373	10.673	-0.300	n.s.
A vs. C	10.373	10.357	0.016	n.s.
A vs. D	10.373	10.677	-0.305	n.s.
A vs. E	10.373	10.741	-0.368	n.s.
B vs. C	10.673	10.357	0.316	n.s.
B vs. D	10.673	10.677	-0.005	n.s.
B vs. E	10.673	10.741	-0.068	n.s.
C vs. D	10.357	10.677	-0.320	n.s.
C vs. E	10.357	10.741	-0.384	n.s.
D vs. E	10.677	10.741	-0.064	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	10.235	10.098	0.138	n.s.
Ap vs. Cp	10.235	10.217	0.018	n.s.
Ap vs. Dp	10.235	10.124	0.112	n.s.
Ap vs. Ep	10.235	9.964	0.271	n.s.
Bp vs. Cp	10.098	10.217	-0.120	n.s.
Bp vs. Dp	10.098	10.124	-0.026	n.s.
Bp vs. Ep	10.098	9.964	0.134	n.s.
Cp vs. Dp	10.217	10.124	0.094	n.s.
Cp vs. Ep	10.217	9.964	0.253	n.s.
Dp vs. Ep	10.124	9.964	0.160	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	10.373	10.235	0.137	n.s.
A vs. Bp	10.373	10.098	0.275	n.s.
A vs. Cp	10.373	10.217	0.155	n.s.
A vs. Dp	10.373	10.124	0.249	n.s.
A vs. Ep	10.373	9.964	0.409	n.s.
B vs. Ap	10.673	10.235	0.437	n.s.
B vs. Bp	10.673	10.098	0.575	n.s.
B vs. Cp	10.673	10.217	0.455	n.s.
B vs. Dp	10.673	10.124	0.549	n.s.
B vs. Ep	10.673	9.964	0.709	n.s.
C vs. Ap	10.357	10.235	0.121	n.s.
C vs. Bp	10.357	10.098	0.259	n.s.
C vs. Cp	10.357	10.217	0.139	n.s.
C vs. Dp	10.357	10.124	0.233	n.s.
C vs. Ep	10.357	9.964	0.393	n.s.
D vs. Ap	10.677	10.235	0.442	n.s.
D vs. Bp	10.677	10.098	0.580	n.s.
D vs. Cp	10.677	10.217	0.460	n.s.
D vs. Dp	10.677	10.124	0.554	n.s.
D vs. Ep	10.677	9.964	0.713	n.s.
E vs. Ap	10.741	10.235	0.506	n.s.
E vs. Bp	10.741	10.098	0.643	n.s.
E vs. Cp	10.741	10.217	0.524	n.s.
E vs. Dp	10.741	10.124	0.617	n.s.
E vs. Ep	10.741	9.964	0.777	n.s.

4.3. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

En los componentes de rendimiento está incluido: número de panículas por metro cuadrado, número de granos llenos por panícula, número de granos vanos por panícula, y peso de mil granos llenos. Estos resultados fueron realizados en base al Anexo 2.

4.3.1. NÚMERO DE PANÍCULAS POR METRO CUADRADO

Mediante la prueba t de número de panículas por metro cuadrado (Tabla 4.5), se observa diferencia significativa únicamente para el tratamiento Ap (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-B), versus Dp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-0) y Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0), con una diferencia de promedios de 33 y 42 panículas respectivamente.

En la Figura 4.3 se observa mayor número de panículas en el tratamiento Ap, que tiene Cu, Zn y B más fósforo (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-B), seguido por el tratamiento A, que también tiene Cu, Zn y B pero sin fósforo (N-0-K₂O-Cu-Zn-B), entre estos tratamientos no existe diferencia significativa. El menor número de panículas por metro cuadrado fue originado por el testigo con fósforo Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0) seguido por el tratamiento Dp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-0), estos dos últimos tratamientos son significativos con el primer tratamiento. En promedio se encontró mayor número de panículas sin la aplicación de fósforo siendo mayor por 5 panículas con respecto a los tratamientos que tiene fósforo, sin embargo, esta diferencia no son significativas.

Estos resultados nos indican para el caso de número de panículas si funciona la aplicación de Cu, Zn y B conjuntamente con el fósforo, ya que se ve afectado con la falta de uno de estos micronutrientes. La ausencia de Cu, Zn y B afectan negativamente la respuesta a la aplicación de fósforo. De igual manera se observa para los tratamientos que no tienen fósforo pues el que tiene los tres micronutrientes presenta mayor número de panículas. Similares resultados encontró Cruz (2000) en el cultivo de frijol obteniendo mayor número de vainas por planta con la aplicación de fósforo más micronutrientes a diferencia del testigo que no se aplicó ninguno de estos nutrientes.

Tabla 4.5: Prueba t de número de panículas por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{ii})	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ_i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ_{ii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{ii}$)	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	367	351	16	n.s.
A vs. C	367	359	8	n.s.
A vs. D	367	352	15	n.s.
A vs. E	367	352	15	n.s.
B vs. C	351	359	-8	n.s.
B vs. D	351	352	-1	n.s.
B vs. E	351	352	-1	n.s.
C vs. D	359	352	7	n.s.
C vs. E	359	352	7	n.s.
D vs. E	352	352	0	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	377	351	26	n.s.
Ap vs. Cp	377	347	30	n.s.
Ap vs. Dp	377	344	33	*
Ap vs. Ep	377	335	42	*
Bp vs. Cp	351	347	4	n.s.
Bp vs. Dp	351	344	7	n.s.
Bp vs. Ep	351	335	16	n.s.
Cp vs. Dp	347	344	3	n.s.
Cp vs. Ep	347	335	12	n.s.
Dp vs. Ep	344	335	9	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	367	377	-10	n.s.
A vs. Bp	367	351	16	n.s.
A vs. Cp	367	347	20	n.s.
A vs. Dp	367	344	23	n.s.
A vs. Ep	367	335	32	n.s.
B vs. Ap	351	377	-26	n.s.
B vs. Bp	351	351	0	n.s.
B vs. Cp	351	347	4	n.s.
B vs. Dp	351	344	7	n.s.
B vs. Ep	351	335	16	n.s.
C vs. Ap	359	377	-18	n.s.
C vs. Bp	359	351	8	n.s.
C vs. Cp	359	347	12	n.s.
C vs. Dp	359	344	15	n.s.
C vs. Ep	359	335	24	n.s.
D vs. Ap	352	377	-25	n.s.
D vs. Bp	352	351	1	n.s.
D vs. Cp	352	347	5	n.s.
D vs. Dp	352	344	8	n.s.
D vs. Ep	352	335	17	n.s.
E vs. Ap	352	377	-25	n.s.
E vs. Bp	352	351	1	n.s.
E vs. Cp	352	347	5	n.s.
E vs. Dp	352	344	8	n.s.
E vs. Ep	352	335	17	n.s.

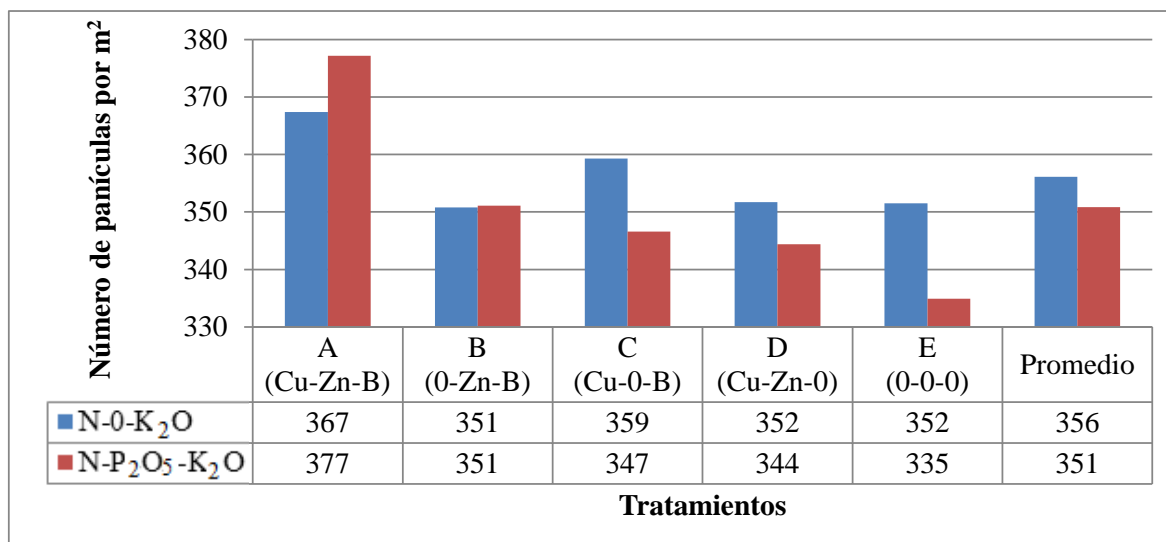


Figura 4.3: Número de panículas por metro cuadrado bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

4.3.2. NÚMERO DE GRANOS LLENOS POR PANÍCULA

La fertilización con micronutrientes, sin y con fósforo, no tuvo efecto significativo para la prueba t con respecto al número de granos llenos por panícula, encontrándose diferencia significativa únicamente para los tratamientos B y Ep (N-0-K₂O-0-Zn-B vs N-P₂O₅-K₂O-0-0-0), con 19 granos de diferencia entre los promedios, superando el tratamiento Ep con 136 y el tratamiento B con 117 granos llenos por panícula. (Tabla 4.6).

En la Figura 4.4 se observa que el tratamiento Ap que tiene Cu, Zn y B más fósforo (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-B), presentó el más alto número de granos llenos por panícula, seguido por el testigo que tiene fósforo (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0), con un promedio de 137 y 136 granos llenos por panícula respectivamente; el más bajo fue originado por el tratamiento que tiene Zn y B sin fósforo (N-0-K₂O-0-Zn-B) con un promedio de 117 granos llenos por panícula. En promedio se encontró mayor número de granos llenos con la aplicación de fósforo superando con 6 granos a los tratamientos sin fósforo.

Esto quiere decir que la interacción entre el Cu, Zn y B más fósforo, aumentan ligeramente el número de granos llenos por panícula.

Tabla 4.6: Prueba t de número de granos llenos por panícula bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μi vs. μiii)	Promedio del primer tratamiento a comparar (μi)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μii)	Estimado de la diferencia ($\mu i - \mu iii$)	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	130	117	13	n.s.
A vs. C	130	131	-1	n.s.
A vs. D	130	130	0	n.s.
A vs. E	130	134	-4	n.s.
B vs. C	117	131	-14	n.s.
B vs. D	117	130	-13	n.s.
B vs. E	117	134	-17	n.s.
C vs. D	131	130	1	n.s.
C vs. E	131	134	-3	n.s.
D vs. E	130	134	-4	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	137	134	3	n.s.
Ap vs. Cp	137	131	6	n.s.
Ap vs. Dp	137	133	4	n.s.
Ap vs. Ep	137	136	1	n.s.
Bp vs. Cp	134	131	3	n.s.
Bp vs. Dp	134	133	1	n.s.
Bp vs. Ep	134	136	-2	n.s.
Cp vs. Dp	131	133	-2	n.s.
Cp vs. Ep	131	136	-5	n.s.
Dp vs. Ep	133	136	-3	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	130	137	-7	n.s.
A vs. Bp	130	134	-4	n.s.
A vs. Cp	130	131	-1	n.s.
A vs. Dp	130	133	-3	n.s.
A vs. Ep	130	136	-6	n.s.
B vs. Ap	117	137	-20	n.s.
B vs. Bp	117	134	-17	n.s.
B vs. Cp	117	131	-14	n.s.
B vs. Dp	117	133	-16	n.s.
B vs. Ep	117	136	-19	*
C vs. Ap	131	137	-6	n.s.
C vs. Bp	131	134	-3	n.s.
C vs. Cp	131	131	0	n.s.
C vs. Dp	131	133	-2	n.s.
C vs. Ep	131	136	-5	n.s.
D vs. Ap	130	137	-7	n.s.
D vs. Bp	130	134	-4	n.s.
D vs. Cp	130	131	-1	n.s.
D vs. Dp	130	133	-3	n.s.
D vs. Ep	130	136	-6	n.s.
E vs. Ap	134	137	-3	n.s.
E vs. Bp	134	134	0	n.s.
E vs. Cp	134	131	3	n.s.
E vs. Dp	134	133	1	n.s.
E vs. Ep	134	136	-2	n.s.

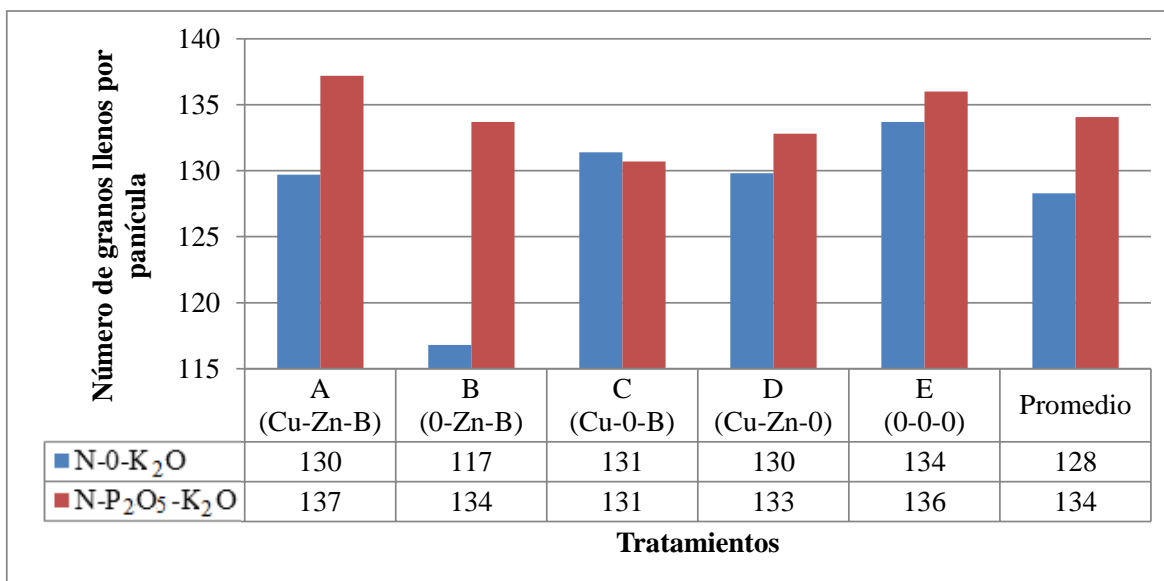


Figura 4.4: Número de granos llenos por panícula bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

4.3.3. PORCENTAJE DE GRANOS VANOS POR PANÍCULA

Mediante la prueba t de diferencia de medias de porcentaje de granos vanos por panícula (Tabla 4.7) se encontró los siguientes resultados:

Para los tratamientos con micronutrientes sin fósforo se encontró diferencia significativa únicamente para el tratamiento C (N-0-K₂O-Cu-0-B) vs D (N-0-K₂O-Cu-Zn-0).

Para los tratamientos con micronutrientes más fósforo se encontró diferencia significativa para el tratamiento Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) versus Cp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-0-B), Dp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-0) y Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0) estos indican que la diferencia de las medias de Bp con respecto a Cp, Dp y Ep es 2,9, 2,2 y 2 % granos vanos por panícula respectivamente.

Para los tratamientos con micronutrientes sin fósforo y con fósforo, se encontró diferencia significativas para los tratamientos: Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) versus Cp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-0-B) con una diferencia de media de 2% de granos vanos; D (N-0-K₂O-Cu-Zn-0) versus Ap (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-B), Cp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-0-B), Dp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-0); Ep (N-

P₂O₅-K₂O-0-0-0), esto indica que la diferencia de medias del tratamiento D con respecto a Ap, Cp, Dp y Ep es 2, 3.4, 2.7 y 2.5% de granos vanos por panícula respectivamente.

En la Figura 4.5 se observa que el tratamiento D sin fósforo (N-0-K₂O-Cu-Zn-0) presentó mayor porcentaje de granos vanos por panícula, seguido por el tratamiento Bp que tiene Zn y B sin fósforo (N-0-K₂O-0-Zn-B) con un promedio de 7.4 y 6.9 % de granos vanos por panícula respectivamente. El más bajo fue por el tratamiento C, que tiene Cu y B más fósforo (N-P₂O₅-K₂O-Cu-0-B), seguido por el tratamiento Dp que tiene Cu y Zn más fósforo (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-0) con un promedio de 4 y 4.7 % de granos vanos por panícula.

En promedio se encontró mayor porcentaje de granos vanos sin la aplicación de fósforo, encontrándose mejores resultados con la aplicación de este nutriente más cobre y boro.

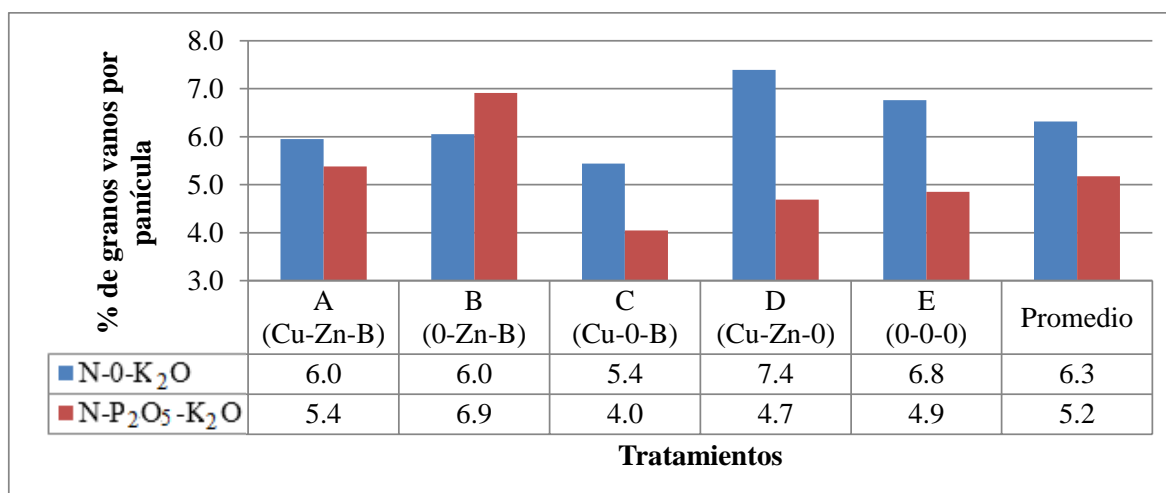


Figura 4.5: Porcentaje de granos vanos por panícula bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tabla 4.7: Prueba t del porcentaje de granos vanos bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{ii})	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ_i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ_{ii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{ii}$)	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	6	6	0	n.s.
A vs. C	6	5.4	0.6	n.s.
A vs. D	6	7.4	-1.4	n.s.
A vs. E	6	6.8	-0.8	n.s.
B vs. C	6	5.4	0.6	n.s.
B vs. D	6	7.4	-1.4	n.s.
B vs. E	6	6.8	-0.8	n.s.
C vs. D	5.4	7.4	-2	*
C vs. E	5.4	6.8	-1.4	n.s.
D vs. E	7.4	6.8	0.6	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	5.4	6.9	-1.5	n.s.
Ap vs. Cp	5.4	4	1.4	n.s.
Ap vs. Dp	5.4	4.7	0.7	n.s.
Ap vs. Ep	5.4	4.9	0.5	n.s.
Bp vs. Cp	6.9	4	2.9	*
Bp vs. Dp	6.9	4.7	2.2	*
Bp vs. Ep	6.9	4.9	2	*
Cp vs. Dp	4	4.7	-0.7	n.s.
Cp vs. Ep	4	4.9	-0.9	n.s.
Dp vs. Ep	4.7	4.9	-0.2	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	6	5.4	0.6	n.s.
A vs. Bp	6	6.9	-0.9	n.s.
A vs. Cp	6	4	2	n.s.
A vs. Dp	6	4.7	1.3	n.s.
A vs. Ep	6	4.9	1.1	n.s.
B vs. Ap	6	5.4	0.6	n.s.
B vs. Bp	6	6.9	-0.9	n.s.
B vs. Cp	6	4	2	*
B vs. Dp	6	4.7	1.3	n.s.
B vs. Ep	6	4.9	1.1	n.s.
C vs. Ap	5.4	5.4	0	n.s.
C vs. Bp	5.4	6.9	-1.5	n.s.
C vs. Cp	5.4	4	1.4	n.s.
C vs. Dp	5.4	4.7	0.7	n.s.
C vs. Ep	5.4	4.9	0.5	n.s.
D vs. Ap	7.4	5.4	2	*
D vs. Bp	7.4	6.9	0.5	n.s.
D vs. Cp	7.4	4	3.4	*
D vs. Dp	7.4	4.7	2.7	*
D vs. Ep	7.4	4.9	2.5	*
E vs. Ap	6.8	5.4	1.4	n.s.
E vs. Bp	6.8	6.9	-0.1	n.s.
E vs. Cp	6.8	4	2.8	*
E vs. Dp	6.8	4.7	2.1	n.s.
E vs. Ep	6.8	4.9	1.9	n.s.

4.3.4. PESO DE MIL GRANOS LLENOS

Mediante la prueba t de diferencia de medias del peso de mil granos llenos (Tabla 4.8) se obtuvo los siguientes resultados:

Para los tratamientos con micronutrientes sin fósforo se encontró diferencia significativa únicamente para el tratamiento que tiene Cu, Zn y B con respecto a los demás tratamientos (A vs. B, C, D y E).

Para los tratamientos con micronutrientes más fósforo, se encontró diferencia significativa únicamente para el tratamiento Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) versus Dp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-0) con una diferencia de media de -0.450 g.

Para los tratamientos con micronutrientes sin fósforo y con fósforo, se encontró diferencia significativa para los tratamientos: A (N-0-K₂O- Cu-Zn-B) versus Ap (N-P₂O₅-K₂O- Cu-Zn-B), Cp (N-P₂O₅-K₂O- Cu-0-B), Dp (N-P₂O₅-K₂O- Cu-Zn-0) y Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0) con una diferencia de promedios de -0.433 g, -0.530 g, 0.719 g y 0.526 g respectivamente; B (N-0-K₂O- 0-Zn-B) versus Ap (N-P₂O₅-K₂O- Cu-Zn-B) y Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) con una diferencia de promedio de 0.432 g y 0.597 g respectivamente; C (N-0-K₂O- Cu-0-B) versus Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) con una diferencia de promedios de 0.308 g; E(N-0-K₂O-0-0-0) versus Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) con una diferencia de promedio de 0.480 g.

En la Figura 4.6 se observa que el peso de mil granos llenos más alto se encontró en el tratamiento que tiene Zn y B sin fósforo (N-0-K₂O- 0-Zn-B) con 28.153 g. El más bajo fue por el tratamiento que tiene los tres micronutrientes pero sin fósforo (N-0-K₂O- Cu-Zn-B) con 27.288 g, encontrándose diferencia significativa entre estos dos tratamientos. En promedio se encontró un ligero incremento de peso en los tratamientos sin fósforo.

Similar resultado se encontró en el cultivo de frijol, donde se probó NPK mas micronutrientes a los 10, 25 y 40 días después de la emergencia, observándose que no presentó efecto significativo en el rendimiento ni en el número de vainas y peso de semilla del frijol (Castro, 1983).

Tabla 4.8: Prueba t del peso de mil granos llenos (g) bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ i vs. μ ii)	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ ii)	Estimado de la diferencia (μ i- μ ii)	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	27.288	28.153	-0.865	*
A vs. C	27.288	27.864	-0.576	*
A vs. D	27.288	27.850	-0.562	*
A vs. E	27.288	28.036	-0.748	*
B vs. C	28.153	27.864	0.289	n.s.
B vs. D	28.153	27.850	0.303	n.s.
B vs. E	28.153	28.036	0.117	n.s.
C vs. D	27.864	27.850	0.014	n.s.
C vs. E	27.864	28.036	-0.172	n.s.
D vs. E	27.850	28.036	-0.187	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes con Fósforo				
Ap vs. Bp	27.721	27.556	0.165	n.s.
Ap vs. Cp	27.721	27.818	-0.097	n.s.
Ap vs. Dp	27.721	28.007	-0.286	n.s.
Ap vs. Ep	27.721	27.814	-0.093	n.s.
Bp vs. Cp	27.556	27.818	-0.262	n.s.
Bp vs. Dp	27.556	28.007	-0.450	*
Bp vs. Ep	27.556	27.814	-0.257	n.s.
Cp vs. Dp	27.818	28.007	-0.188	n.s.
Cp vs. Ep	27.818	27.814	0.004	n.s.
Dp vs. Ep	28.007	27.814	0.193	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	27.288	27.721	-0.433	*
A vs. Bp	27.288	27.556	-0.268	n.s.
A vs. Cp	27.288	27.818	-0.530	*
A vs. Dp	27.288	28.007	-0.719	*
A vs. Ep	27.288	27.814	-0.526	*
B vs. Ap	28.153	27.721	0.432	*
B vs. Bp	28.153	27.556	0.597	*
B vs. Cp	28.153	27.818	0.335	n.s.
B vs. Dp	28.153	28.007	0.147	n.s.
B vs. Ep	28.153	27.814	0.339	n.s.
C vs. Ap	27.864	27.721	0.143	n.s.
C vs. Bp	27.864	27.556	0.308	*
C vs. Cp	27.864	27.818	0.046	n.s.
C vs. Dp	27.864	28.007	-0.143	n.s.
C vs. Ep	27.864	27.814	0.050	n.s.
D vs. Ap	27.850	27.721	0.129	n.s.
D vs. Bp	27.850	27.556	0.293	n.s.
D vs. Cp	27.850	27.818	0.032	n.s.
D vs. Dp	27.850	28.007	-0.157	n.s.
D vs. Ep	27.850	27.814	0.036	n.s.
E vs. Ap	28.036	27.721	0.315	n.s.
E vs. Bp	28.036	27.556	0.480	*
E vs. Cp	28.036	27.818	0.218	n.s.
E vs. Dp	28.036	28.007	0.030	n.s.
E vs. Ep	28.036	27.814	0.222	n.s.

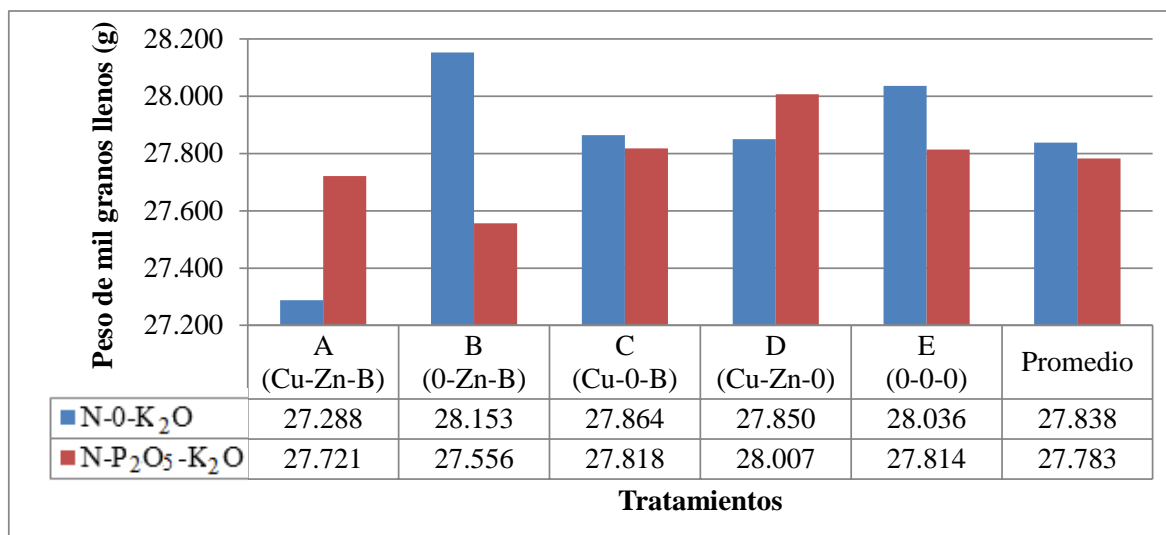


Figura 4.6: Peso de mil granos llenos bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Como se puede observar en la Tabla 4.9, para el caso de fertilización con fósforo (N-P₂O₅-K₂O), el componente que contribuyó más al rendimiento de arroz cáscara fue el número de panículas por metro cuadrado, y para el caso sin fósforo (N-0-K₂O) el componente que contribuyó directamente fue el porcentaje de granos vanos por panícula y peso de mil granos llenos.

Tabla 4.9: Análisis de correlación de Pearson entre el rendimiento y componentes de rendimiento de arroz cáscara bajo el efecto de fertilización sin fósforo (N-0-K₂O) y con fósforo (N-P₂O₅-K₂O).

Componentes de rendimiento	Coeficiente de correlación de Pearson	
	N-0-K ₂ O	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
Número de panículas x m ²	-0.891	0.736
Número de granos llenos por panícula	-0.212	-0.235
Porcentaje de granos vanos por panícula	0.737	-0.182
Peso de mil granos llenos	0.697	-0.038

4.4. VARIABLES DE CRECIMIENTO

Los resultados de las variables de crecimiento están elaborados en base al Anexo 3.

4.4.1. ALTURA DE PLANTA

Mediante la prueba t de diferencia de medias de altura de planta (Tabla 4.10) se obtuvo los siguientes resultados:

Para los tratamientos con micronutrientes sin fósforo, se encontró diferencia significativa únicamente para el testigo E, superando a los demás tratamientos A, B, C y D con 6.1, 4.4, 4 y 7.6 cm de altura respectivamente.

Para los tratamientos con micronutrientes más fósforo, se encontró diferencia significativa únicamente para el tratamiento Ap (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-B) versus Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) con una diferencia de medias de -2.1 cm.

Para los tratamientos con micronutrientes sin fósforo y con fósforo, se encontró diferencia significativa para los tratamiento: A (N-0-K₂O-Cu-Zn-B) versus Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) y Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0) con una diferencia de media de -2.7 cm y -3.4 cm respectivamente; D (N-0-K₂O-Cu-Zn-0) versus Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) y Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0) con una diferencia de media de -4.2 cm y -4.9 cm respectivamente; E (N-0-K₂O-0-0-0) versus Ap (N-P₂O₅-K₂O- Cu-Zn-B), Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) y Dp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-0) esto indica que la diferencia de medias del tratamiento E con respecto a los tratamientos Ap, Bp y Dp es 5.5 cm, 3.4 cm y 3.6 cm respectivamente.

En la Figura 4.7 se observa que la mayor altura de planta se encontró en el testigo E (N-0-K₂O-0-0-0) que no tiene nada de fósforo ni micronutrientes, seguido por el otro testigo Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0) que tiene fósforo sin micronutriente, con 77.8 cm y 75 cm de altura de planta respectivamente. Entre estos tratamientos no existe diferencia significativa (Tabla 4.10). La menor altura de planta se encontró en el tratamiento D que tiene Cu y Zn sin fósforo (N-0-K₂O-Cu-Zn-0) con 70.1 cm de altura de planta, encontrándose diferencia significativa para el primer y último tratamiento.

Estos resultados nos indican que la interacción del fósforo con los micronutrientes no es positiva para la altura de planta, la presencia de Cu, Zn y B afecta negativamente la respuesta a la aplicación de fósforo.

En promedio se encontró un ligero incremento en los tratamientos con fósforo con 73.9 cm y menor altura sin la aplicación de fósforo con 73.3 cm de altura de planta. Sin embargo, la diferencia de sus promedios no es significativa.

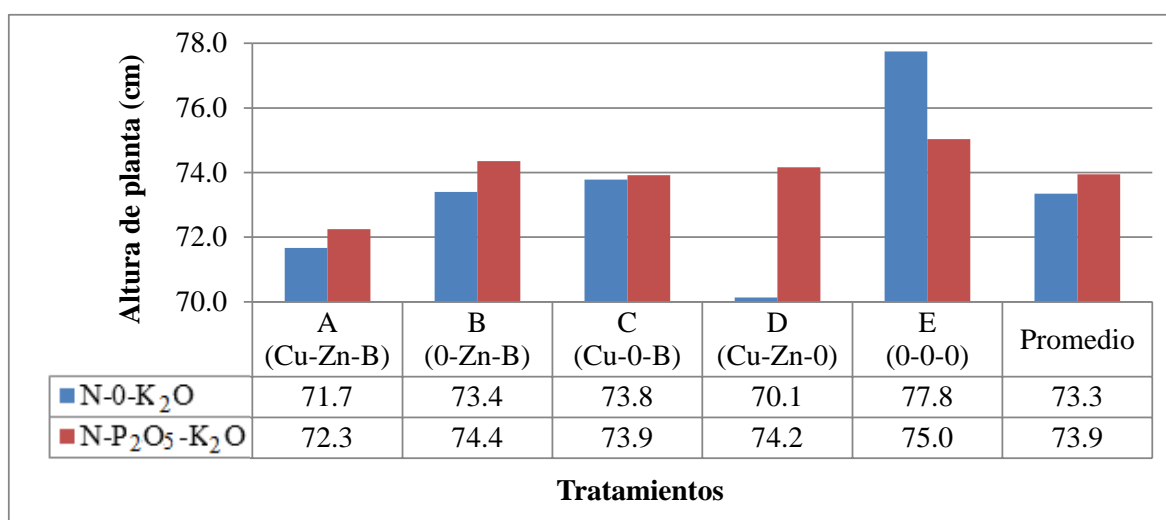


Figura 4.7: Altura de planta bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tabla 4.10: Prueba t de altura de planta (cm) bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ i vs. μ ii)	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ ii)	Estimado de la diferencia (μ i- μ ii)	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	71.67	73.40	-1.73	n.s.
A vs. C	71.67	73.78	-2.12	n.s.
A vs. D	71.67	70.13	1.53	n.s.
A vs. E	71.67	77.75	-6.08	*
B vs. C	73.40	73.78	-0.38	n.s.
B vs. D	73.40	70.13	3.27	n.s.
B vs. E	73.40	77.75	-4.35	*
C vs. D	73.78	70.13	3.65	n.s.
C vs. E	73.78	77.75	-3.97	*
D vs. E	70.13	77.75	-7.62	*
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	72.25	74.35	-2.10	*
Ap vs. Cp	72.25	73.92	-1.67	n.s.
Ap vs. Dp	72.25	74.17	-1.92	n.s.
Ap vs. Ep	72.25	75.03	-2.78	n.s.
Bp vs. Cp	74.35	73.92	0.43	n.s.
Bp vs. Dp	74.35	74.17	0.18	n.s.
Bp vs. Ep	74.35	75.03	-0.68	n.s.
Cp vs. Dp	73.92	74.17	-0.25	n.s.
Cp vs. Ep	73.92	75.03	-1.12	n.s.
Dp vs. Ep	74.17	75.03	-0.87	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	71.67	72.25	-0.58	n.s.
A vs. Bp	71.67	74.35	-2.68	*
A vs. Cp	71.67	73.92	-2.25	n.s.
A vs. Dp	71.67	74.17	-2.50	n.s.
A vs. Ep	71.67	75.03	-3.37	*
B vs. Ap	73.40	72.25	1.15	n.s.
B vs. Bp	73.40	74.35	-0.95	n.s.
B vs. Cp	73.40	73.92	-0.52	n.s.
B vs. Dp	73.40	74.17	-0.77	n.s.
B vs. Ep	73.40	75.03	-1.63	n.s.
C vs. Ap	73.78	72.25	1.53	n.s.
C vs. Bp	73.78	74.35	-0.57	n.s.
C vs. Cp	73.78	73.92	-0.13	n.s.
C vs. Dp	73.78	74.17	-0.38	n.s.
C vs. Ep	73.78	75.03	-1.25	n.s.
D vs. Ap	70.13	72.25	-2.12	n.s.
D vs. Bp	70.13	74.35	-4.22	*
D vs. Cp	70.13	73.92	-3.78	n.s.
D vs. Dp	70.13	74.17	-4.03	n.s.
D vs. Ep	70.13	75.03	-4.90	*
E vs. Ap	77.75	72.25	5.50	*
E vs. Bp	77.75	74.35	3.40	*
E vs. Cp	77.75	73.92	3.83	n.s.
E vs. Dp	77.75	74.17	3.58	*
E vs. Ep	77.75	75.03	2.72	n.s.

4.4.2. NÚMERO DE MACOLLOS POR METRO CUADRADO

Mediante la prueba t de diferencia de medias de número de macollos por metro cuadrado (Tabla 4.11) se obtuvo los siguientes resultados:

Para los tratamientos con micronutrientes sin fósforo se encontró diferencia significativa únicamente para el tratamiento C (N-0-K₂O-Cu-0-B) versus D (N-0-K₂O-Cu-Zn-0) con una diferencia de medias de 50 macollos por metro cuadrado.

Para los tratamientos con micronutrientes más fósforo se encontró diferencia significativa para los tratamientos: Ap (N-P₂O₅-K₂O- Cu-Zn-B) versus Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) y Dp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-0) esto indica que la diferencia de medias del tratamiento Ap con respecto a Bp y Dp es 50 y 41 macollos respectivamente.

Para los tratamientos con micronutrientes sin fósforo y con fósforo se encontró diferencia significativa para los tratamientos: B (N-0-K₂O-0-Zn-B) versus Ap (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-B) con una diferencia de media de -53 macollos; C (N-0-K₂O-Cu-0-B) versus Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B), Dp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-0) con una diferencia de medias de 50 y 41 macollos respectivamente; y D (N-0-K₂O-Cu-Zn-0) versus Ap (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-B) con una diferencia de media de -50 macollos.

En la Figura 4.8 se observa que el mayor número de macollos por metro cuadrado se encontró en los tratamientos: C que tienen Cu y B sin fósforo (N-0-K₂O-Cu-0-B) y Ap que tiene los tres micronutrientes más fósforo (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-B) con 404 macollos cada uno. Menos número de macollos se encontró en el tratamiento B (N-0-K₂O-0-Zn-B) con 351 macollos por metro cuadrado, seguido por el tratamiento Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) que igualo al tratamiento D (N-0-K₂O-Cu-Zn-0) con 354 macollos por metro cuadrado.

Con respecto a los tratamientos con fósforo se observa que hay mayor número de macollos para el tratamiento que tiene los tres micronutrientes. Así mismo se observa que es suficiente la aplicación de cobre y boro para un mayor número de macollos. Y en promedio la diferencia de macollos con fósforo y sin fósforo no es significativo.

Tabla 4.11: Prueba t del número de macollos por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{iii})	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ_i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ_{iii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{iii}$)	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	387	351	36	n.s.
A vs. C	387	404	-17	n.s.
A vs. D	387	354	33	n.s.
A vs. E	387	364	23	n.s.
B vs. C	351	404	-53	n.s.
B vs. D	351	354	-3	n.s.
B vs. E	351	364	-13	n.s.
C vs. D	404	354	50	*
C vs. E	404	364	40	n.s.
D vs. E	354	364	-10	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	404	354	50	*
Ap vs. Cp	404	367	37	n.s.
Ap vs. Dp	404	363	41	*
Ap vs. Ep	404	370	34	n.s.
Bp vs. Cp	354	367	-13	n.s.
Bp vs. Dp	354	363	-9	n.s.
Bp vs. Ep	354	370	-16	n.s.
Cp vs. Dp	367	363	4	n.s.
Cp vs. Ep	367	370	-3	n.s.
Dp vs. Ep	363	370	-7	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	387	404	-17	n.s.
A vs. Bp	387	354	33	n.s.
A vs. Cp	387	367	20	n.s.
A vs. Dp	387	363	24	n.s.
A vs. Ep	387	370	17	n.s.
B vs. Ap	351	404	-53	*
B vs. Bp	351	354	-3	n.s.
B vs. Cp	351	367	-16	n.s.
B vs. Dp	351	363	-12	n.s.
B vs. Ep	351	370	-19	n.s.
C vs. Ap	404	404	0	n.s.
C vs. Bp	404	354	50	*
C vs. Cp	404	367	37	n.s.
C vs. Dp	404	363	41	*
C vs. Ep	404	370	34	n.s.
D vs. Ap	354	404	-50	*
D vs. Bp	354	354	0	n.s.
D vs. Cp	354	367	-13	n.s.
D vs. Dp	354	363	-9	n.s.
D vs. Ep	354	370	-16	n.s.
E vs. Ap	364	404	-40	n.s.
E vs. Bp	364	354	10	n.s.
E vs. Cp	364	367	-3	n.s.
E vs. Dp	364	363	1	n.s.
E vs. Ep	364	370	-6	n.s.

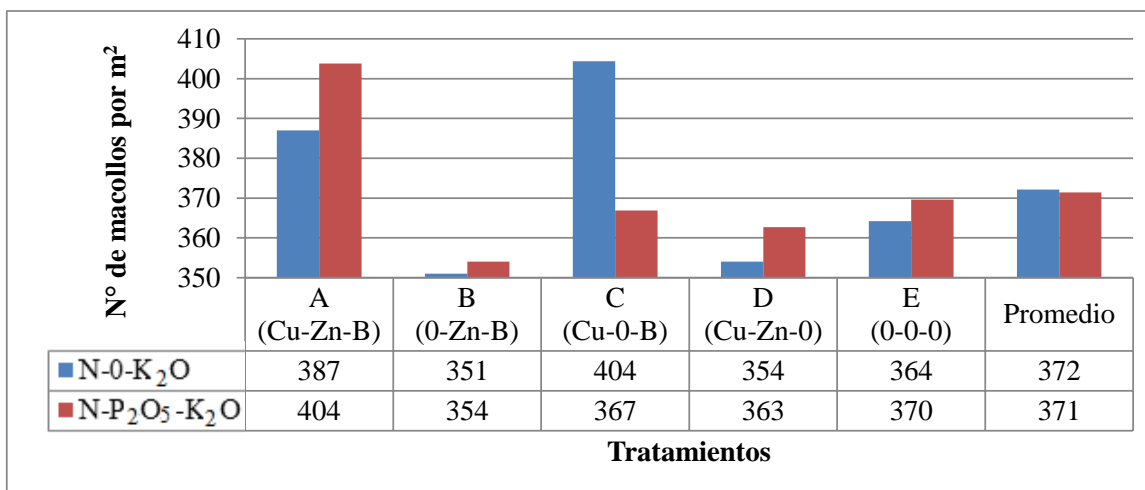


Figura 4.8: Número de macollos por m² bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

4.4.3. RELACIÓN DEL NÚMERO DE MACOLLOS Y NÚMERO DE PANÍCULAS POR METRO CUADRADO

En la Figura 4.9 se puede observar en la mayoría de los tratamientos no todos los macollos fueron efectivos. Sin embargo se muestra baja mortalidad de macollos llegando a formar buen número de panículas, tal como se observa en el tratamientos que tiene Zn, B todos los macollos llegaron a formar panículas.

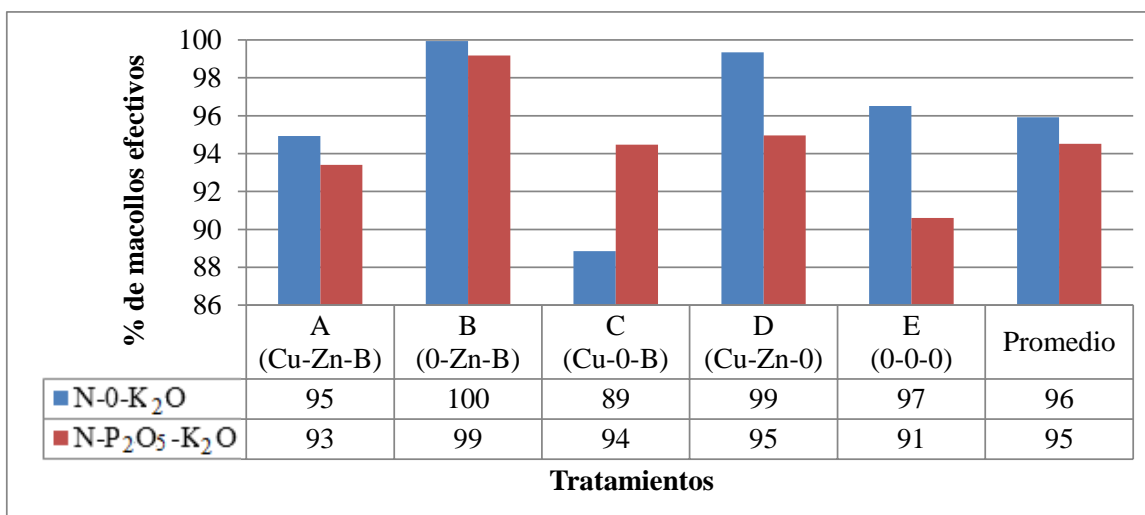


Figura 4.9: Porcentaje de macollos efectivos por m² bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

4.5. INDICE DE COSECHA

Mediante la prueba t de diferencia de medias de Índice de cosecha (Tabla 4.12) se encontró los siguientes resultados:

Para el caso de micronutrientes sin fósforo se encontró diferencia significativa únicamente para el tratamiento C (N-0-K₂O-Cu-0-B) versus el testigo E (N-0-K₂O-0-0-0) con una diferencia de medias de 0.0376.

Para el caso de micronutrientes más fósforo, se encontró diferencia significativa para los tratamientos: Ap (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-B) versus Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B), Dp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-0) y Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0) esto indica que la diferencia de media del tratamiento Ap con respecto a Bp, Dp y Ep fue de 0.0429, 0.0344 y 0.0675 respectivamente. Entre Cp (N- P₂O₅-K₂O-Cu-0-B) versus Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0) la diferencia de media fue de 0.0616.

Para el caso de micronutrientes sin fósforo y con fósforo, se encontró diferencia significativa para los tratamientos: A (N-0-K₂O-Cu-Zn-B) versus Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B), Dp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-0) y Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0) esto indica que la diferencia de media del tratamiento A con respecto Bp, Dp y Ep fue de 0.0771, 0.0685 y 0.1016 respectivamente; B (N-0-K₂O-0-Zn-B) versus Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) y Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0) la diferencia de media fue de 0.0489 y 0.0735 respectivamente; C (N-0-K₂O-Cu-0-B) versus Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B), Dp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-0) y Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0) la diferencia de media del tratamiento C con respecto a Bp, Dp y Ep fue de 0.0712, 0.0627 y 0.0958 respectivamente; D (N-0-K₂O-Cu-Zn-0) versus Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) y Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0) la diferencia de media fue de 0.0512 y 0.0758 respectivamente y por último el testigo E (N-0-K₂O-0-0-0) versus Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0) con una diferencia de media de 0.0582.

En la Figura 4.10 se aprecia que el mayor índice de cosecha se encontró en el tratamiento A que contiene Cu, Zn y B sin fósforo con 0.6481, seguido por el tratamiento C (N-0-K₂O-Cu-0-B) con 0.6423. El más bajo índice de cosecha se encontró en el testigo Ep que no tiene micronutrientes pero si fósforo con 0.5465. Se encontró diferencia estadística entre los dos primeros tratamientos con el último.

El índice de cosecha mantiene una relación directa con la aplicación de micronutrientes, pero una relación inversa con la aplicación conjunta del fósforo con los micronutrientes.

La fertilización con fósforo no influyen en el índice de Cosecha, ya que en promedio se encontró mayor índice de cosecha sin la aplicación de este nutriente. Similar resultado encontró Higaonna (1972), en la producción de materia seca del pasto pangola, a altos niveles de nitrógeno (200 kg/ha) no se nota la influencia del fósforo.

León (2007), encontró en *Asparagus officinalis* que la aplicación de boro a diferentes dosis (0.25, 0.5, 1 y 2 mg/kg) no produjo incrementos en el rendimiento de materia seca. También encontró que las aplicaciones de boro y fósforo a una dosis de 0.25 mg/kg y 75 mg/kg respectivamente incrementó el rendimiento de materia seca en comparación a cuando no se aplicó fósforo.

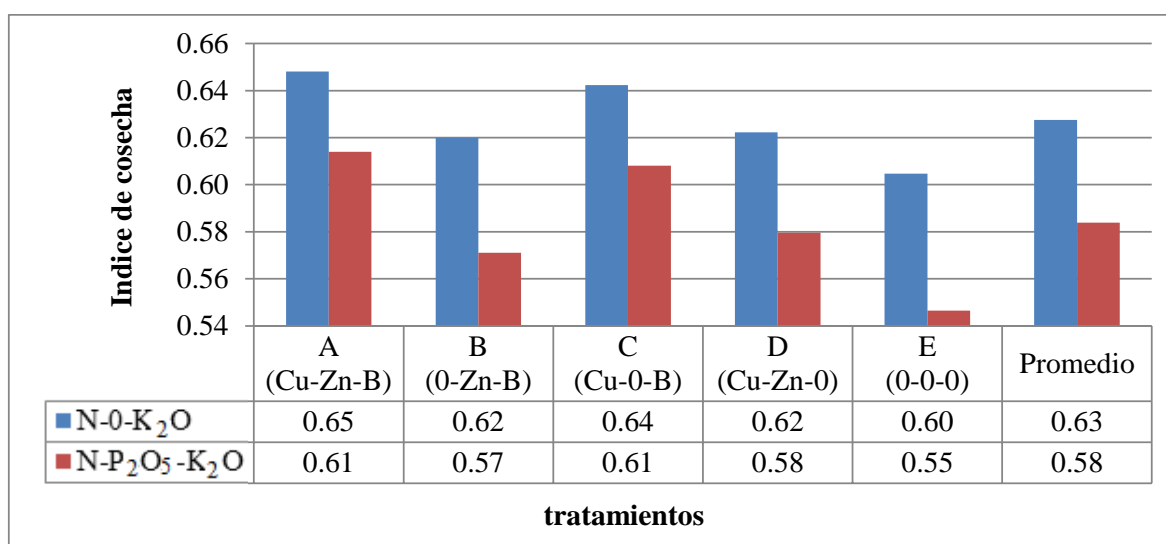


Figura 4.10: Índice de Cosecha bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tabla 4.12: Prueba t de índice de cosecha bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ i vs. μ iii)	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ iii)	Estimado de la diferencia (μ i- μ iii)	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	0.6481	0.6200	0.0282	n.s.
A vs. C	0.6481	0.6423	0.0058	n.s.
A vs. D	0.6481	0.6223	0.0259	n.s.
A vs. E	0.6481	0.6047	0.0434	n.s.
B vs. C	0.6200	0.6423	-0.0223	n.s.
B vs. D	0.6200	0.6223	-0.0023	n.s.
B vs. E	0.6200	0.6047	0.0152	n.s.
C vs. D	0.6423	0.6223	0.0200	n.s.
C vs. E	0.6423	0.6047	0.0376	*
D vs. E	0.6223	0.6047	0.0175	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	0.6140	0.5711	0.0429	*
Ap vs. Cp	0.6140	0.6081	0.0059	n.s.
Ap vs. Dp	0.6140	0.5796	0.0344	*
Apvs. Ep	0.6140	0.5465	0.0675	*
Bp vs. Cp	0.5711	0.6081	-0.0370	n.s.
Bp vs. Dp	0.5711	0.5796	-0.0086	n.s.
Bp vs. Ep	0.5711	0.5465	0.0246	n.s.
Cp vs. Dp	0.6081	0.5796	0.0285	n.s.
Cp vs. Ep	0.6081	0.5465	0.0616	*
Dp vs. Ep	0.5796	0.5465	0.0331	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	0.6481	0.6140	0.0341	n.s.
A vs. Bp	0.6481	0.5711	0.0771	*
A vs. Cp	0.6481	0.6081	0.0400	n.s.
A vs. Dp	0.6481	0.5796	0.0685	*
A vs. Ep	0.6481	0.5465	0.1016	*
B vs. Ap	0.6200	0.6140	0.0059	n.s.
B vs. Bp	0.6200	0.5711	0.0489	*
B vs. Cp	0.6200	0.6081	0.0119	n.s.
B vs. Dp	0.6200	0.5796	0.0403	n.s.
B vs. Ep	0.6200	0.5465	0.0735	*
C vs. Ap	0.6423	0.6140	0.0283	n.s.
C vs. Bp	0.6423	0.5711	0.0712	*
C vs. Cp	0.6423	0.6081	0.0342	n.s.
C vs. Dp	0.6423	0.5796	0.0627	*
C vs. Ep	0.6423	0.5465	0.0958	*
D vs. Ap	0.6223	0.6140	0.0083	n.s.
D vs. Bp	0.6223	0.5711	0.0512	*
D vs. Cp	0.6223	0.6081	0.0142	n.s.
D vs. Dp	0.6223	0.5796	0.0426	n.s.
D vs. Ep	0.6223	0.5465	0.0758	*
E vs. Ap	0.6047	0.6140	-0.0093	n.s.
E vs. Bp	0.6047	0.5711	0.0337	n.s.
E vs. Cp	0.6047	0.6081	-0.0034	n.s.
E vs. Dp	0.6047	0.5796	0.0251	n.s.
E vs. Ep	0.6047	0.5465	0.0582	*

4.6. CALIDAD MOLINERA

En la calidad molinera están incluidos las variables: porcentaje de rendimiento de molinería, porcentaje de granos quebrados, porcentaje de granos enteros e índice de formaciones tizosas. Estos resultados fueron realizados en base al Anexo 5.

4.6.1. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO EN LA CALIDAD MOLINERA

Con respecto a la calidad molinera, la fertilización fosfatada tuvo un efecto significativo para las variables porcentaje de granos quebrados y porcentaje de granos enteros. En las variables porcentaje de rendimiento de molinería e índice de formaciones tizosas no se encontraron diferencias significativas mediante la prueba t (Tabla 4.13).

Tabla 4.13: Prueba t de la calidad molinera bajo el efecto de la fertilización con fósforo en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Varibles	Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{ii})	Promedio de N-0-K ₂ O (μ_i)	Promedio de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (μ_{ii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{ii}$)	Significancia
Porcentaje de rendimiento de molinería	(N-0-K ₂ O) vs (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	70.8	71.0	-0.2	n.s.
Porcentaje de granos quebrados	(N-0-K ₂ O) vs (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	3.8	3.1	0.7	*
Porcentaje de granos enteros	(N-0-K ₂ O) vs (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	67	67.9	-0.9	*
Índice de formaciones tizosas	(N-0-K ₂ O) vs (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	0.345	0.327	0.018	n.s.

4.6.1.1. PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DE MOLINERÍA BAJO EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO

En la Figura 4.11 rendimiento de molinería (grano entero más quebrado que se recupera de la cantidad original de arroz con cáscara), se observa que el mayor porcentaje se encontró en el tratamiento que contiene fósforo (N-P₂O₅-K₂O) con 71 % de rendimiento en pila con una diferencia superior de solo 0.2 % al tratamiento que no contiene fósforo (N-0-K₂O). Entre estos tratamientos no se encontró diferencia significativa (Tabla 4.13).

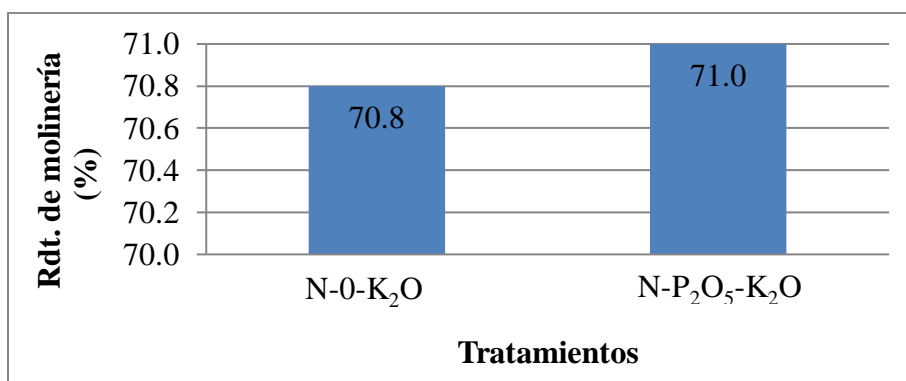


Figura 4.11: Porcentaje de rendimiento de molinería bajo el efecto de dosis de fertilización con N-0-K₂O y N-P₂O₅-K₂O en un sistema intensivo de cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

4.6.1.2. PORCENTAJE DE GRANOS QUEBRADOS BAJO EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO

Además del rendimiento de molinería, el porcentaje de granos quebrados determina la calidad molinera en el cultivo de arroz.

En la Figura 4.12 se observa que el menor porcentaje de granos quebrados se encontró en el tratamiento que contiene fósforo (N-P₂O₅-K₂O) con 3.1 % de granos quebrados con una diferencia superior de solo 0.7 % al tratamiento que no contiene fósforo (N-0-K₂O). Entre estos tratamientos se encontró diferencia significativa (Tabla 4.13), esto quiere decir que la fertilización con fósforo mejora la calidad molinera.

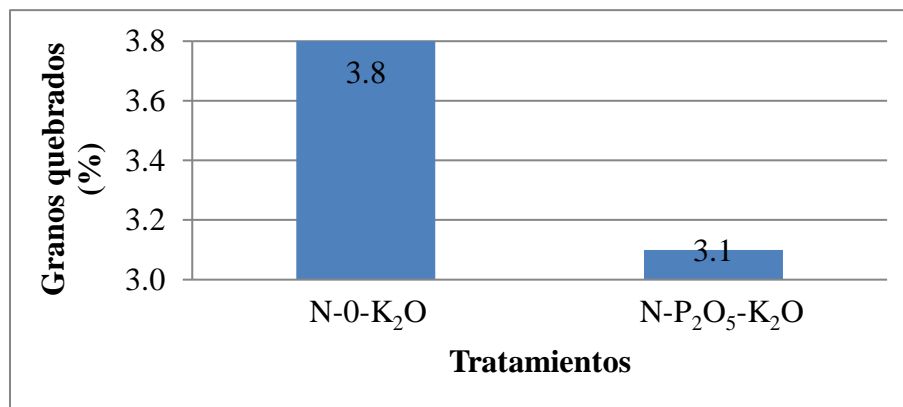


Figura 4.12: Porcentaje de granos quebrados bajo el efecto de dosis de fertilización con N-0-K₂O y N-P₂O₅-K₂O en un sistema intensivo de cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

4.6.1.3. PORCENTAJE DE GRANOS ENTEROS BAJO EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO

En la figura 4.13 se observa que el mayor porcentaje de granos enteros se encontró en el tratamiento que contiene fósforo (N-P₂O₅-K₂O) con 67.9 % y el tratamiento que no contiene fósforo (N-0-K₂O) presentó 67 % de granos enteros. Con una diferencia de medias de 0.9 % (Tabla 4.13), encontrándose diferencia significativa entre ambos tratamientos.

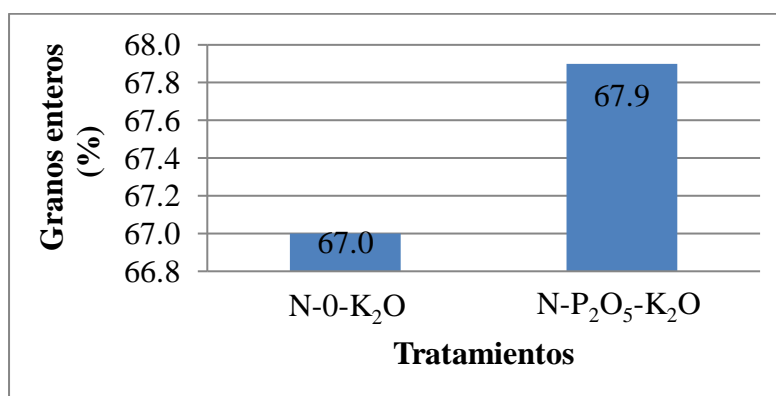


Figura 4.13: Porcentaje de granos enteros bajo el efecto de dosis de fertilización con N-0-K₂O y N-P₂O₅-K₂O en un sistema intensivo de cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

4.6.1.4. ÍNDICE DE FORMACIONES TIZOSAS BAJO EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO

En la Figura 4.14 se observa que el menor índice de formaciones tizosas se encontró en el tratamiento que contiene fósforo (N-P₂O₅-K₂O) y el mayor índice de formaciones tizosas se encontró en el tratamiento que no contiene fósforo (N-0-K₂O) con 0.327 y 0.345 respectivamente. Con una diferencia de medias de 0.018, en ambos tratamientos no se encontró diferencia significativa.

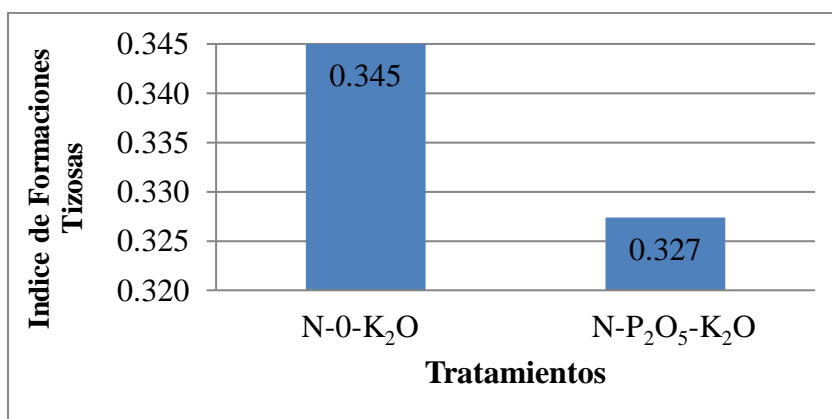


Figura 4.14: Índice de formaciones tizosas bajo el efecto de dosis de fertilización con N-0-K₂O y N-P₂O₅-K₂O en un sistema intensivo de cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el Valle Jequetepeque, 2014.

En general los resultados anteriores nos indican que la fertilización con fósforo mejora ligeramente la calidad molinera del arroz, porque cuando se usa este nutriente aumenta el rendimiento de molinería y disminuye el porcentaje de granos quebrados e índice de formaciones tizosas

4.6.2. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES EN LA CALIDAD MOLINERA

4.6.2.1. PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DE MOLINERÍA BAJO EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES.

Mediante la prueba t de diferencia de medias del porcentaje de rendimiento de molinería (Tabla 4.14) se obtuvieron los siguientes resultados:

Para el caso de los tratamientos con micronutrientes sin fósforo no se encontró diferencia significativa.

Para el caso de los tratamientos con micronutrientes más fósforo se encontró diferencia significativa para el tratamiento Ap (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-B) versus Cp (N- P₂O₅-K₂O-Cu-0-B) y Dp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-0) la diferencia de medias del tratamiento Ap con respecto a Cp y Dp fue de -1.1 y -1.2 respectivamente.

Para el caso de los tratamientos con micronutrientes sin fósforo y con fósforo se encontró diferencia significativa únicamente para el tratamiento E (N-0-K₂O-0-0-0) versus Dp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-0) con una diferencia de media de -0.8.

En la Figura 4.15 se observa que el mayor porcentaje de rendimiento de molinería se encontró en el tratamiento que tiene Cu y Zn más fósforo (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-0) seguido por el tratamiento que tiene Cu y B más fósforo (N- P₂O₅-K₂O-Cu-0-B) con 71.4% y 71.3% respectivamente. El más bajo se encontró en el tratamiento que tiene los tres micronutrientes más fósforo (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-B) con 70.2 % de rendimiento de molinería. Encontrándose diferencia estadística entre el tratamiento de mayor y menor porcentaje de rendimiento de molinería.

Los tratamientos con fósforo presentaron los mejores rendimientos de molinería, a excepción del tratamiento Ap, que tiene los tres micronutrientes más fósforo. Esto quiere decir la interacción del fósforo con la aplicación conjunta del Cu, Zn y B no es positiva.

Tabla 4.14: Prueba t del porcentaje de rendimiento de molinería bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ i vs. μ ii)	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ ii)	Estimado de la diferencia (μ i- μ ii)	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	70.7	70.8	-0.1	n.s.
A vs. C	70.7	71	-0.3	n.s.
A vs. D	70.7	71	-0.3	n.s.
A vs. E	70.7	70.6	0.1	n.s.
B vs. C	70.8	71	-0.2	n.s.
B vs. D	70.8	71	-0.2	n.s.
B vs. E	70.8	70.6	0.2	n.s.
C vs. D	71	71	0	n.s.
C vs. E	71	70.6	0.4	n.s.
D vs. E	71	70.6	0.4	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	70.2	71	-0.8	n.s.
Ap vs. Cp	70.2	71.3	-1.1	*
Ap vs. Dp	70.2	71.4	-1.2	*
Ap vs. Ep	70.2	71	-0.8	n.s.
Bp vs. Cp	71	71.3	-0.3	n.s.
Bp vs. Dp	71	71.4	-0.4	n.s.
Bp vs. Ep	71	71	0	n.s.
Cp vs. Dp	71.3	71.4	-0.1	n.s.
Cp vs. Ep	71.3	71	0.3	n.s.
Dp vs. Ep	71.4	71	0.4	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	70.7	70.2	0.5	n.s.
A vs. Bp	70.7	71	-0.3	n.s.
A vs. Cp	70.7	71.3	-0.6	n.s.
A vs. Dp	70.7	71.4	-0.7	n.s.
A vs. Ep	70.7	71	-0.3	n.s.
B vs. Ap	70.8	70.2	0.6	n.s.
B vs. Bp	70.8	71	-0.2	n.s.
B vs. Cp	70.8	71.3	-0.5	n.s.
B vs. Dp	70.8	71.4	-0.6	n.s.
B vs. Ep	70.8	71	-0.2	n.s.
C vs. Ap	71	70.2	0.8	n.s.
C vs. Bp	71	71	0	n.s.
C vs. Cp	71	71.3	-0.3	n.s.
C vs. Dp	71	71.4	-0.4	n.s.
C vs. Ep	71	71	0	n.s.
D vs. Ap	71	70.2	0.8	n.s.
D vs. Bp	71	71	0	n.s.
D vs. Cp	71	71.3	-0.3	n.s.
D vs. Dp	71	71.4	-0.4	n.s.
D vs. Ep	71	71	0	n.s.
E vs. Ap	70.6	70.2	0.4	n.s.
E vs. Bp	70.6	71	-0.4	n.s.
E vs. Cp	70.6	71.3	-0.7	n.s.
E vs. Dp	70.6	71.4	-0.8	*
E vs. Ep	70.6	71	-0.4	n.s.

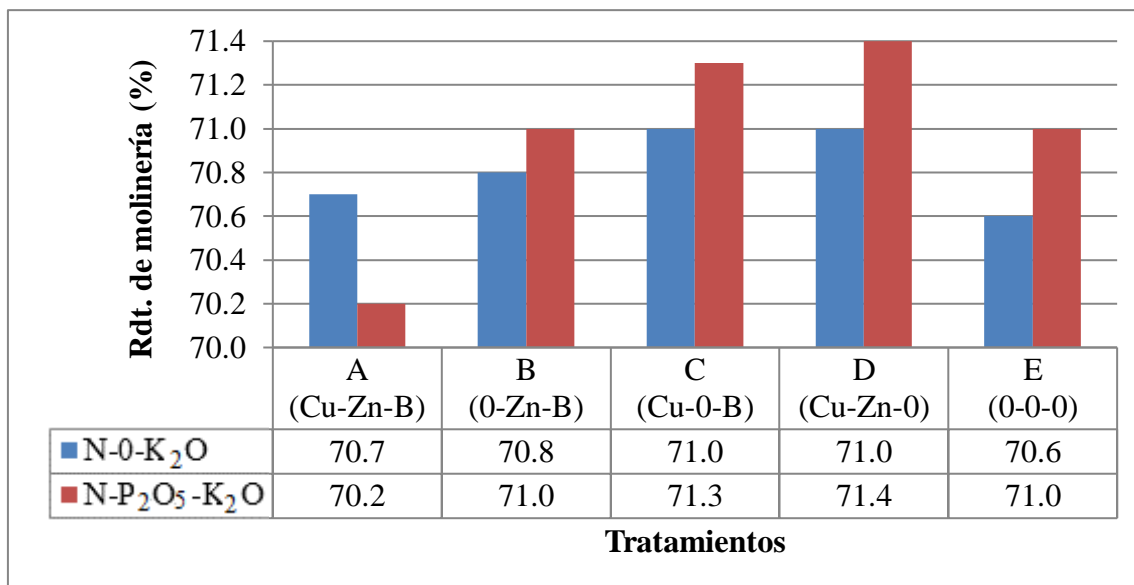


Figura 4.15: Porcentaje de rendimiento de molinería bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

4.6.2.2. PORCENTAJE DE GRANOS QUEBRADOS BAJO EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES.

Mediante la prueba t de diferencia de medias del porcentaje de granos quebrados (Tabla 4.15) se obtuvieron los siguientes resultados:

Para el caso de los tratamientos con micronutrientes sin fósforo se encontró diferencia significativa únicamente para el tratamiento D (N-0-K₂O-Cu-Zn-0) versus E (N-0-K₂O-0-0-0) con una diferencia de media de 0.6.

Para el caso de los tratamientos con micronutrientes más fósforo no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.

Para el caso de los tratamientos con micronutrientes sin y con fósforo se encontró diferencia significativa para los tratamientos: B (N-0-K₂O-0-Zn-B) versus Ap (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-B) y Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) con una diferencia de medias de 1 y 0.8 % de granos quebrados respectivamente; el tratamiento C (N-0-K₂O-Cu-0-B) supera significativamente a los tratamientos que tienen micronutrientes más fósforo (Ap, Bp, Cp, Dp y Ep) con excepción

del testigo con fósforo Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0); el tratamiento D (N-0-K₂O-Cu-Zn-0) también superó significativamente a todos los tratamientos que tienen micronutrientes más fósforo; y finalmente la diferencia de medias del testigo que no tiene micronutrientes ni fósforo con el tratamiento que contiene micronutrientes más fósforo resulto significativo (E vs Ap).

En la Figura 4.16 se observa que el más bajo porcentajes de granos quebrados se encontró en el tratamiento que tiene los tres micronutrientes más fósforo (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-B) con 2.8 % de granos quebrados. Y los más altos se encontraron en los tratamientos C (N-0-K₂O-Cu-0-B) y D (N-0-K₂O-Cu-Zn-0) con 4.1 % de granos quebrados.

Los resultados del grafico indican menor porcentaje de granos quebrados para los tratamientos que tienen fósforo.

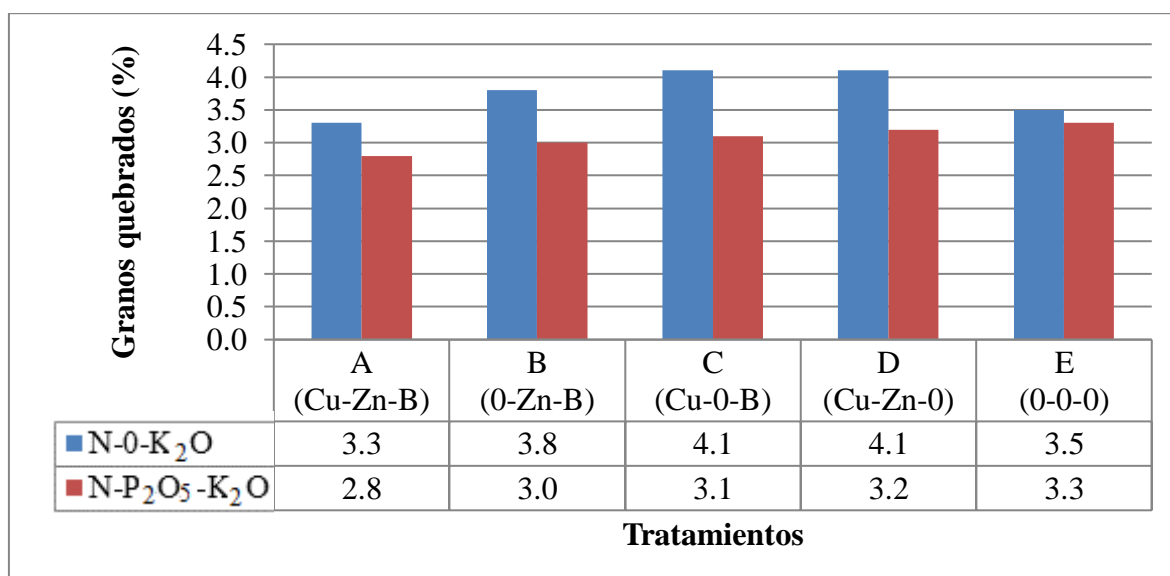


Figura 4.16: Porcentaje de granos quebrados bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tabla 4.15: Prueba t del porcentaje de granos quebrados bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ i vs. μ ii)	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ ii)	Estimado de la diferencia (μ i- μ ii)	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	3.3	3.8	-0.5	n.s.
A vs. C	3.3	4.1	-0.8	n.s.
A vs. D	3.3	4.1	-0.8	n.s.
A vs. E	3.3	3.5	-0.2	n.s.
B vs. C	3.8	4.1	-0.3	n.s.
B vs. D	3.8	4.1	-0.3	n.s.
B vs. E	3.8	3.5	0.3	n.s.
C vs. D	4.1	4.1	0.0	n.s.
C vs. E	4.1	3.5	0.6	n.s.
D vs. E	4.1	3.5	0.6	*
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	2.8	3.0	-0.2	n.s.
Ap vs. Cp	2.8	3.1	-0.3	n.s.
Ap vs. Dp	2.8	3.2	-0.4	n.s.
Ap vs. Ep	2.8	3.3	-0.5	n.s.
Bp vs. Cp	3.0	3.1	-0.1	n.s.
Bp vs. Dp	3.0	3.2	-0.2	n.s.
Bp vs. Ep	3.0	3.3	-0.3	n.s.
Cp vs. Dp	3.1	3.2	-0.1	n.s.
Cp vs. Ep	3.1	3.3	-0.2	n.s.
Dp vs. Ep	3.2	3.3	-0.1	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	3.3	2.8	0.5	n.s.
A vs. Bp	3.3	3.0	0.3	n.s.
A vs. Cp	3.3	3.1	0.2	n.s.
A vs. Dp	3.3	3.2	0.1	n.s.
A vs. Ep	3.3	3.3	0.0	n.s.
B vs. Ap	3.8	2.8	1.0	*
B vs. Bp	3.8	3.0	0.8	*
B vs. Cp	3.8	3.1	0.7	n.s.
B vs. Dp	3.8	3.2	0.6	n.s.
B vs. Ep	3.8	3.3	0.5	n.s.
C vs. Ap	4.1	2.8	1.3	*
C vs. Bp	4.1	3.0	1.1	*
C vs. Cp	4.1	3.1	1.0	*
C vs. Dp	4.1	3.2	0.9	*
C vs. Ep	4.1	3.3	0.8	n.s.
D vs. Ap	4.1	2.8	1.3	*
D vs. Bp	4.1	3.0	1.1	*
D vs. Cp	4.1	3.1	1.0	*
D vs. Dp	4.1	3.2	0.9	*
D vs. Ep	4.1	3.3	0.8	*
E vs. Ap	3.5	2.8	0.7	*
E vs. Bp	3.5	3.0	0.5	n.s.
E vs. Cp	3.5	3.1	0.4	n.s.
E vs. Dp	3.5	3.2	0.3	n.s.
E vs. Ep	3.5	3.3	0.2	n.s.

4.6.2.3. PORCENTAJE DE GRANOS ENTEROS BAJO EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES.

Mediante la prueba t de diferencia de medias del porcentaje de granos enteros (Tabla 4.16) se encontraron los siguientes resultados:

Para el caso de tratamientos con micronutrientes sin fósforo y para el caso de tratamientos con micronutrientes con fósforo no se encontraron diferencias significativas.

Para el caso de tratamientos con micronutrientes sin fósforo y con fósforo se encontraron diferencias significativas en los tratamientos B, C, D y E versus los tratamientos Bp, Cp y Dp.

En la Figura 4.17 se observa que el mayor porcentaje de granos enteros se encontró en el tratamiento Cp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-0-B) y Dp (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-0) con 68.2 % de granos enteros, seguido por el tratamiento Bp, con 68 % de granos. El más bajo se encontró en el tratamiento C (N-0-K₂O-Cu-0-B) y D (N-0-K₂O-Cu-Zn-0) con 66.9 % seguido por el tratamiento B (N-0-K₂O-0-Zn-B) con 67 % de granos enteros. Estos resultados muestran claramente que la fertilización fosfatada aumenta el porcentaje de granos enteros.

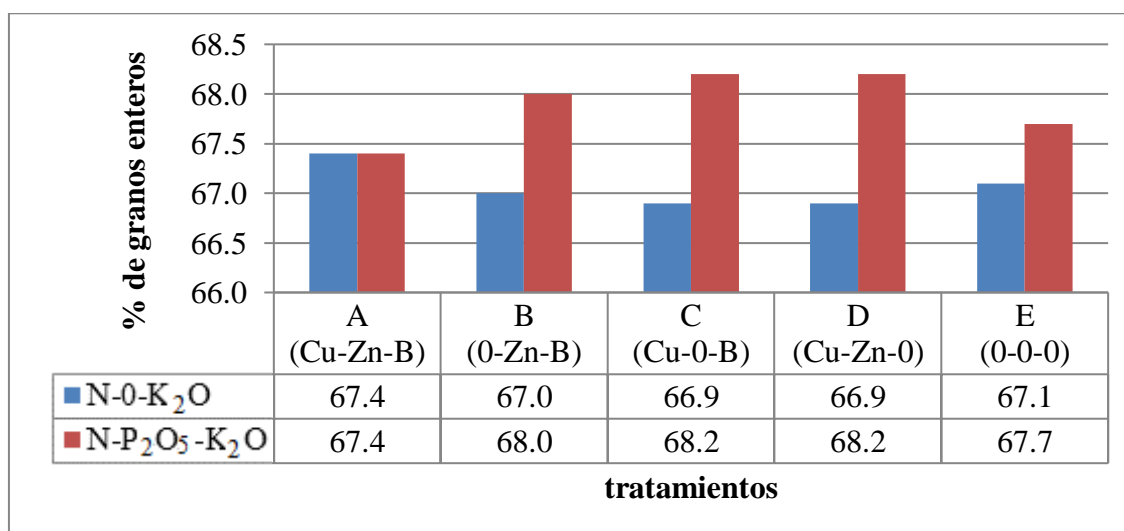


Figura 4.17: Porcentaje de granos enteros bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tabla 4.16: Prueba t del porcentaje de granos enteros bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{ii})	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ_i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ_{ii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{ii}$)	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	67.4	67.0	0.4	n.s.
A vs. C	67.4	66.9	0.5	n.s.
A vs. D	67.4	66.9	0.5	n.s.
A vs. E	67.4	67.1	0.3	n.s.
B vs. C	67.0	66.9	0.1	n.s.
B vs. D	67.0	66.9	0.1	n.s.
B vs. E	67.0	67.1	-0.1	n.s.
C vs. D	66.9	66.9	0.0	n.s.
C vs. E	66.9	67.1	-0.2	n.s.
D vs. E	66.9	67.1	-0.2	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	67.4	68.0	-0.6	n.s.
Ap vs. Cp	67.4	68.2	-0.8	n.s.
Ap vs. Dp	67.4	68.2	-0.8	n.s.
Ap vs. Ep	67.4	67.7	-0.3	n.s.
Bp vs. Cp	68.0	68.2	-0.2	n.s.
Bp vs. Dp	68.0	68.2	-0.2	n.s.
Bp vs. Ep	68.0	67.7	0.3	n.s.
Cp vs. Dp	68.2	68.2	0.0	n.s.
Cp vs. Ep	68.2	67.7	0.5	n.s.
Dp vs. Ep	68.2	67.7	0.5	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	67.4	67.4	0.0	n.s.
A vs. Bp	67.4	68.0	-0.6	n.s.
A vs. Cp	67.4	68.2	-0.8	n.s.
A vs. Dp	67.4	68.2	-0.8	n.s.
A vs. Ep	67.4	67.7	-0.3	n.s.
B vs. Ap	67.0	67.4	-0.4	n.s.
B vs. Bp	67.0	68.0	-1.0	*
B vs. Cp	67.0	68.2	-1.2	*
B vs. Dp	67.0	68.2	-1.2	*
B vs. Ep	67.0	67.7	-0.7	n.s.
C vs. Ap	66.9	67.4	-0.5	n.s.
C vs. Bp	66.9	68.0	-1.1	*
C vs. Cp	66.9	68.2	-1.3	*
C vs. Dp	66.9	68.2	-1.3	*
C vs. Ep	66.9	67.7	-0.8	n.s.
D vs. Ap	66.9	67.4	-0.5	n.s.
D vs. Bp	66.9	68.0	-1.1	*
D vs. Cp	66.9	68.2	-1.3	*
D vs. Dp	66.9	68.2	-1.3	*
D vs. Ep	66.9	67.7	-0.8	n.s.
E vs. Ap	67.1	67.4	-0.3	n.s.
E vs. Bp	67.1	68.0	-0.9	*
E vs. Cp	67.1	68.2	-1.1	*
E vs. Dp	67.1	68.2	-1.1	*
E vs. Ep	67.1	67.7	-0.6	n.s.

4.6.2.4. ÍNDICE DE FORMACIONES TIZOSAS BAJO EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO Y MICRONUTRIENTES

Mediante la prueba t de diferencia de medias del índice de formaciones tizosas (Tabla 4.17) se obtuvo los siguientes resultados:

Para el caso de los tratamientos con micronutrientes sin fósforo se encontró diferencia significativa en los tratamientos: A (N-0-K₂O-Cu-Zn-B) versus C (N-0-K₂O-Cu-0-B), D (N-0-K₂O-Cu-Zn-0) y E (N-0-K₂O-0-0-0) la diferencia de medias del tratamiento A con respecto a los tratamientos C, D y E fue de -0.15, -0.175 y -0.345 respectivamente; C (N-0-K₂O-Cu-0-B) versus E (N-0-K₂O-0-0-0) mostro una diferencia de media de -0.195.

Para el caso de los tratamientos con micronutrientes más fósforo se encontró diferencia significativa únicamente para el tratamiento Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) versus Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0) con una diferencia de medias de -0.145 a favor del tratamiento Ep, quien mostro mayor índice de formaciones tizosas .

Para el caso de los tratamientos con micronutrientes sin fósforo y con fósforo se encontró diferencia significativa para los tratamientos: A (N-0-K₂O-Cu-Zn-B) versus Cp (N- P₂O₅-K₂O-Cu-0-B) y Ep (N-P₂O₅-K₂O-0-0-0) con una diferencia de medias de -0.152 y -0.23 respectivamente; E (N-0-K₂O-0-0-0) versus Ap (N-P₂O₅-K₂O-Cu-Zn-B), Bp (N-P₂O₅-K₂O-0-Zn-B) y Cp (N- P₂O₅-K₂O-Cu-0-B) esto indica que la diferencia de media del tratamiento E con respecto a los tratamientos Ap, Bp y Cp es 0.23, 0.26 y 0.193 respectivamente.

En la Figura 4.18 se observa que el mayor índice de formaciones tizosas, se encontró en el testigo E que no tiene micronutrientes ni fósforo (N-0-K₂O-0-0-0) seguido por el otro testigo Ep que no tiene micronutrientes pero si fósforo, con 0.525 y 0.41 respectivamente. El más bajo se encontró en el tratamiento A que tiene los tres micronutrientes pero sin fósforo (N-0-K₂O-Cu-Zn-B) con 0.18 de índice de formaciones tizosas. Encontrándose diferencias significativas entre el tratamiento A vesus E.

En el tratamiento A que tienen los tres micronutrientes, la interacción del fósforo con los micronutrientes afecta negativamente a las formaciones tizosas del grano de arroz, pues es suficiente solo la aplicación de micronutrientes sin fósforo. De la misma manera el testigo

con fósforo presentó menor índice de formaciones tizosas con respecto al otro testigo que no tiene fósforo esto quiere decir nuevamente que es suficiente solo la aplicación de fósforo para obtener un mejor índice de formaciones tizosas.

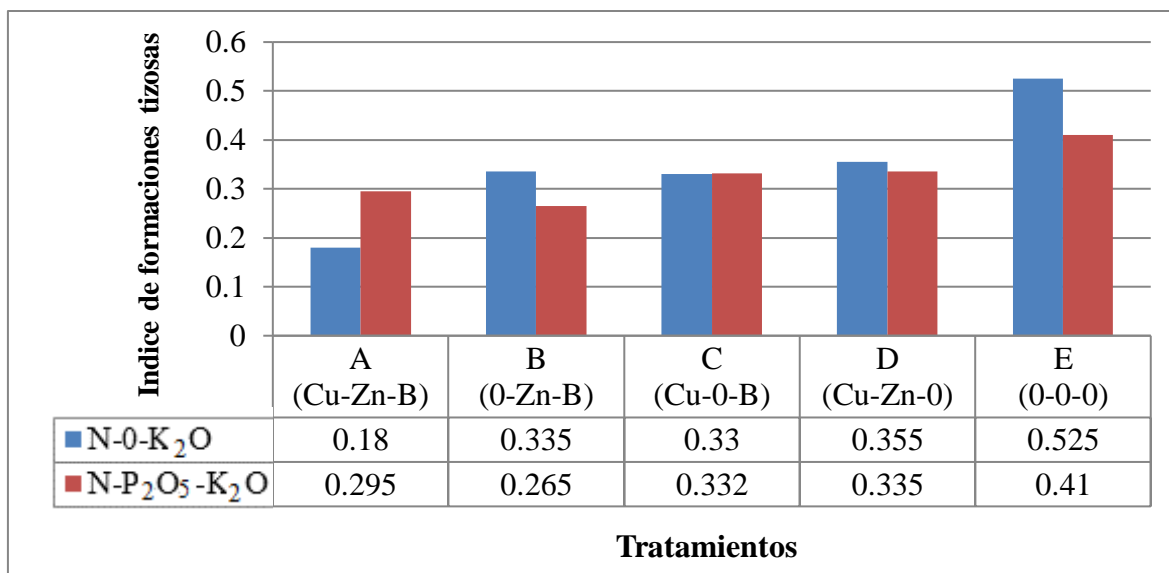


Figura 4.18: Índice de formaciones tizosas bajo el efecto de la interacción del fósforo con los micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

En la Figura 4.19 se muestran la imagen de los granos de arroz entero, de los 10 tratamientos estudiados. En el extremo derecho con aplicación de fósforo y en el extremo izquierdo sin fósforo, sin embargo visualmente no se puede apreciar las diferencias entre ellos, pero se puede observar en general una buena calidad molinera.

Tabla 4.17: Prueba t del índice de formaciones tizosas bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{ii})	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ_i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ_{ii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{ii}$)	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	0.18	0.335	-0.155	n.s.
A vs. C	0.18	0.33	-0.15	*
A vs. D	0.18	0.355	-0.175	*
A vs. E	0.18	0.525	-0.345	*
B vs. C	0.335	0.33	0.005	n.s.
B vs. D	0.335	0.355	-0.02	n.s.
B vs. E	0.335	0.525	-0.19	n.s.
C vs. D	0.33	0.355	-0.025	n.s.
C vs. E	0.33	0.525	-0.195	*
D vs. E	0.355	0.525	-0.17	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	0.295	0.265	0.03	n.s.
Ap vs. Cp	0.295	0.332	-0.037	n.s.
Ap vs. Dp	0.295	0.335	-0.04	n.s.
Ap vs. Ep	0.295	0.41	-0.115	n.s.
Bp vs. Cp	0.265	0.332	-0.067	n.s.
Bp vs. Dp	0.265	0.335	-0.07	n.s.
Bp vs. Ep	0.265	0.41	-0.145	*
Cp vs. Dp	0.332	0.335	-0.003	n.s.
Cp vs. Ep	0.332	0.41	-0.078	n.s.
Dp vs. Ep	0.335	0.41	-0.075	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	0.18	0.295	-0.115	n.s.
A vs. Bp	0.18	0.265	-0.085	n.s.
A vs. Cp	0.18	0.332	-0.152	*
A vs. Dp	0.18	0.335	-0.155	n.s.
A vs. Ep	0.18	0.41	-0.23	*
B vs. Ap	0.335	0.295	0.04	n.s.
B vs. Bp	0.335	0.265	0.07	n.s.
B vs. Cp	0.335	0.332	0.003	n.s.
B vs. Dp	0.335	0.335	0	n.s.
B vs. Ep	0.335	0.41	-0.075	n.s.
C vs. Ap	0.33	0.295	0.035	n.s.
C vs. Bp	0.33	0.265	0.065	n.s.
C vs. Cp	0.33	0.332	-0.002	n.s.
C vs. Dp	0.33	0.335	-0.005	n.s.
C vs. Ep	0.33	0.41	-0.08	n.s.
D vs. Ap	0.355	0.295	0.06	n.s.
D vs. Bp	0.355	0.265	0.09	n.s.
D vs. Cp	0.355	0.332	0.023	n.s.
D vs. Dp	0.355	0.335	0.02	n.s.
D vs. Ep	0.355	0.41	-0.055	n.s.
E vs. Ap	0.525	0.295	0.23	*
E vs. Bp	0.525	0.265	0.26	*
E vs. Cp	0.525	0.332	0.193	*
E vs. Dp	0.525	0.335	0.19	n.s.
E vs. Ep	0.525	0.41	0.115	n.s.

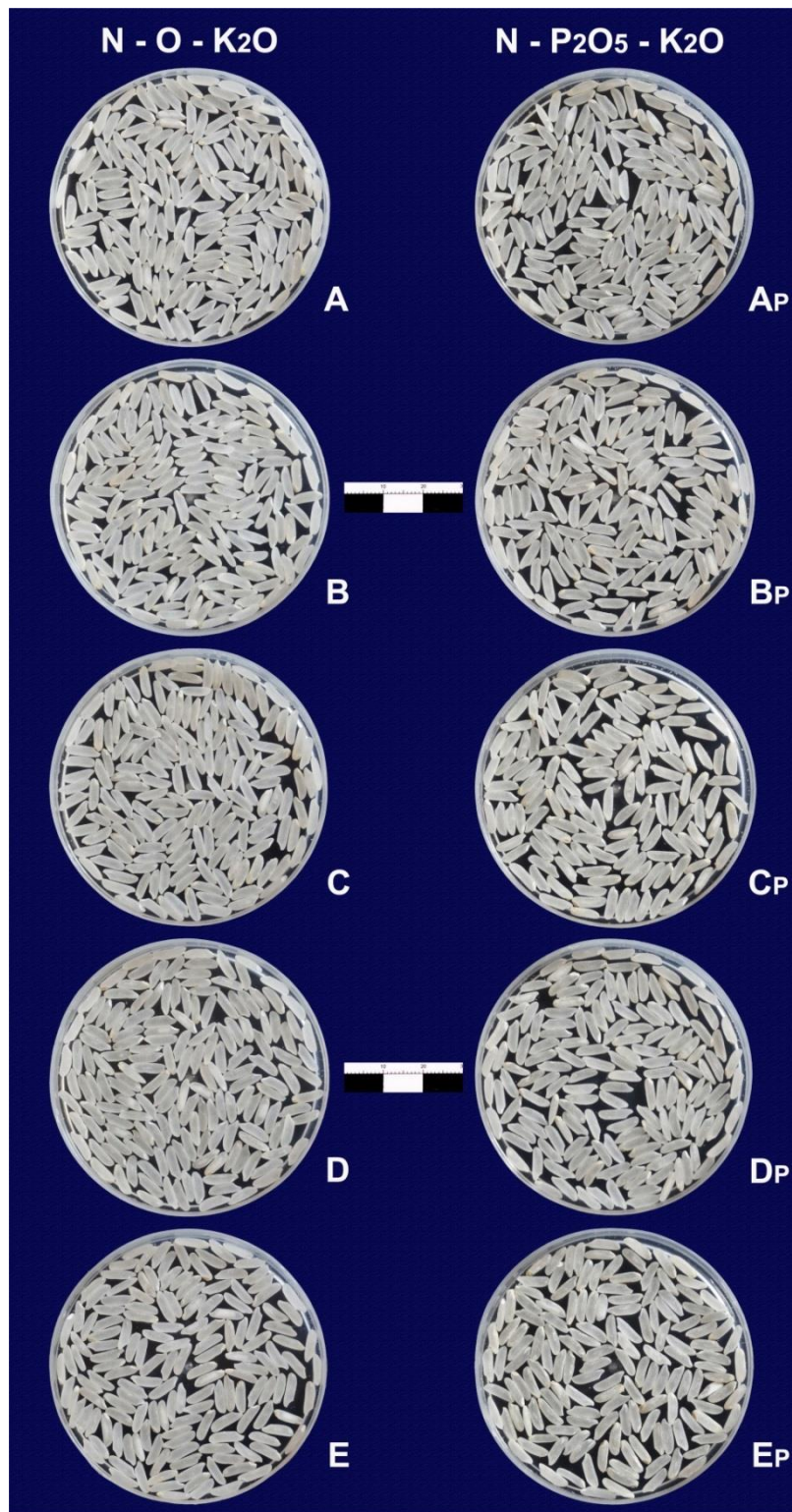


Figura 4.19: Granos de arroz entero bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes (B, Cu y Zn) en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeue, 2014.

V. CONCLUSIONES

1. Bajo las condiciones climáticas, edáficas del valle Jequetepeque y mediante el sistema intensivo del cultivo de arroz cultivar Tinajones. se alcanzó niveles aceptables de rendimiento y calidad molinera con 10.346 t/ha de arroz cáscara, 70.9 % de rendimiento de molinería y 3.4 % de granos quebrados.
2. No existen diferencias estadísticas entre los promedios de rendimiento de arroz cáscara a la fertilización fosfatada.
3. No se encontraron diferencias estadísticas significativas en la interacción del fósforo con los micronutrientes en el rendimiento de arroz cáscara.
4. La fertilización fosfatada tuvo un efecto significativo para el porcentaje de granos quebrados y porcentaje de granos enteros. En las variables porcentaje de rendimiento de molinería e índice de formaciones tizosas no se encontraron diferencias significativas.
5. Las interacciones del Cu y fósforo presentaron un efecto positivo en el porcentaje de rendimiento de molinería, siendo significativo con el testigo y con el tratamiento que tienen Cu, Zn y B más fósforo.
6. En la interacción del Cu, Zn y B más fósforo se encontraron los menores porcentajes de granos quebrados.
7. La interacción del Cu, Zn y B sin fósforo presentó menor índice de formaciones tizosas con respecto al testigo.

8. La fertilización fosfatada no tuvo un efecto significativo para los componentes de rendimiento mediante la prueba t. Sin embargo se observa que hay mayor número de panículas y mayor porcentaje de granos vanos sin la aplicación de fósforo y mayor número de granos llenos con la aplicación de fósforo.
9. Bajo el efecto de la fertilización con fósforo el componente que contribuye más al rendimiento de arroz cáscara fue número de panículas por metro cuadrado y para el caso de los tratamientos que no contienen fósforo el componente que contribuyó más fue el porcentaje de granos vanos y peso de mil granos llenos.
10. Bajo el efecto de fertilización con fósforo y micronutrientes en altura de planta y número de macollos. El testigo sin fósforo presentó mayor altura de planta con respecto a los demás tratamientos siendo significativo con el tratamiento que tiene Cu, Zn y B sin fósforo. El tratamiento que tiene Cu, Zn y B más fósforo, junto con el tratamiento que tiene Cu y B sin fósforo presentaron mayor número de macollos.
11. El índice de cosecha más alto se encontró sin la aplicación de fósforo y en el tratamiento que tiene Cu, Zn y B, siendo significativo con el testigo que tiene fósforo sin micronutrientes.

VI. RECOMENDACIONES

1. Es necesario realizar más experimentos en el cultivo de arroz en diferentes suelos donde los rendimientos sean bajos, empleando todos los micronutrientes y niveles de fertilización con nitrógeno y fósforo.
2. Se debe realizar más ensayos sobre el momento de aplicación y diferentes dosis de micronutrientes para ver el efecto en la calidad molinera del arroz.
3. Debido a las condiciones en que se conduce el cultivo de arroz, la aplicación del fósforo se debe realizar al momento de preparación del terreno o como abono de fondo.
4. El Sistema Intensivo del Cultivo de Arroz es recomendable emplearlo en áreas pequeñas de producción.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acero Chávez, Arturo. (2000). Efecto de la fertilización NPK en base a la técnica del elemento faltante, con y sin micronutrientes en el rendimiento del pallar (*Phaseolus lunatus* L.) Cultgrupo Sieva. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú. UNALM. 74p.
2. Amador Mc Culloch, Juan; Bernal Chacón, Iván. (2012). Curva de absorción de nutrientes en arroz (*Oryza sativa* L.) variedad Venezuela 21, en un suelo vertisol bajo condiciones del valle de Sébaco, Nicaragua. Tesis Lic. Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 20p.
3. Avalos Laos, Diego. (2014). Fertilizacion foliar a base de calcio y boro en el cultivo de ají escabeche (*capsicum bacatum* var. *Pendulum*) en el valle de Cañete. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú. UNALM. 46p.
4. Barceló, Nicolas, Sabater y Sanches.(2001). Fisiología Vegetal. Madrid, España. Ediciones Pirámide. 566 p.
5. Bingham, F. T. (1963). Relation between phosphorus and micronutrients in plants. (en línea) Sociedad de Ciencias del Suelo de América. 7 (4). 389-391. Consultado 23 marzo. 2015. Disponible en <https://dl.sciencesocieties.org/publications/sssaj/abstracts/27/4/SS0270040389>
6. Bonilla, C. R., García, A., Castillo, L.E., Salazar, F.E. (1994). Boro y zinc, dos elementos limitantes en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Palmira. 50p.

7. Bowen, J.C. (1969). Absorption of copper, zinc and manganese by sugar cane tissue. *Plant Physiol.* 44:255-261.
8. Cadahia, Carlos. (2005). *Fertirrigación: cultivo Hortícolas, Frutales y Ornamentales* tercera edición, España. Ediciones mundi prensa. 681p.
9. Castro P. (1983). Efecto de la aplicación foliar en cultivares de frijol. *Anaisda Escola Superior de Agricultura Louis de Queiroz. Volumem11.*
10. Chaudhary, R., Nanda, J. y Tran, D. (2003). *Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz.* Comisión Internacional del Arroz. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
11. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). (2010). *Producción Eco-Eficiente del Arroz en América Latina.* Boletín Técnico. Cali, Colombia. 336p.
12. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). (1989). *Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz.* Guía de estudio. Cali, Colombia. 3ra. Edición. Serie 04SR-07.01. 73p.
13. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). (1982). *Fertilización nitrogenada del arroz.* Cali, Colombia. CIAT. 40p. Serie 04SR-09.02.
14. Clavijo-Porras, J. (1994). *Metabolismo de nutrientes en las plantas: Fertilidad de suelos, diagnóstico y control.* Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogota, Colombia. pp.13-28
15. Colegio de Ingenieros del Perú (2001). *Innovadoras prácticas culturales del arroz está triunfando en Madagascar.* 68p.
16. Cruz Bernaola, Iván. (2000). *Efecto de la fertilización con y sin micronutrientes en el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Cv. Canario 2000 bajo R.L.A.F: Goteo.* Tesis Ing. Agr. Lima, Perú, 81p.

17. Daniel, Wayne. (2004). Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de salud. 4ta edición.
18. Dawn Berkelaar. (2001). Innovador Sistema Intensivo de Cultivo de Arroz. Colegio de Ingenieros de Perú.
19. De Datta, S.K. (1989). Producción de arroz. Editorial Limusa.
20. Dekock, P.C., Cheshire, M.V. & Hall. A. (1971). Comparison of the effect of phosphorus and nitrogen on Cu deficient and suffering oats. *J Sei. Food Agric.* 22, 431-440.
21. Dobermann, A. y Fairhurst, T. (2000). Desórdenes Nutricionales y Manejo de Nutrientes. Traducido por José Espinosa. 1ª ed. España. 214p.
22. Domínguez Vivancos, Alonso. (1997). Tratado de fertilización. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 613p.
23. Falla, A. (1973). Efecto de la época de siembra y fertilización nitrogenada en la calidad molinera de 3 cultivares de arroz (*Oryza Sativa* L). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú. 73p.
24. Gavidia Cillóniz, Angélica. (2003). Efecto de la densidad de siembra, dosis y fraccionamiento de nitrógeno y edad de trasplante en arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar IR 43 Lambayeque. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú. UNALM. 85p.
25. Gil Martínez, F. (1995). Elementos de Fisiología vegetal. Edt. Mundi- Prensa, Mexico. Pag. 1-1047.
26. Girón Echeverry, Ernesto y CONDESAN. (2003). Cuenca del río Jequetepeque. Proyecto Cuencas Andinas. (En línea). Consultado 10 de abril. 2015. Disponible en <http://www.condesan.org/cuencasandinas/jequetepeque.htm>

27. Girón, G. A. (1970). Procesamiento y comercialización del arroz del valle Camaná. Programa nacional de arroz. Ministerio de Agricultura. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú. Informe N° 38. 15p
28. Gonzáles B., Hugo (1982). Calidad Molinera. Curso de adiestramiento en producción de arroz. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agraria. Seg. Edic. Estación Experimental Vista Florida. Chiclayo-Perú. 545p.
29. Grist, D.H. (1975). Arroz. Traducido por Antonio Marino. Ed. Longman Group Limited. 689p.
30. Heros Aguilar, Elizabeth. (2012). Manual Técnico del Manejo Integrado del Arroz. Universidad Nacional Agraria La Molina. 1° edic. Perú. 62p.
31. Higaonna Oshiro, Rosa. (1972). Diferentes niveles de fertilización e intervalos de corte y su influencia en la producción de materia seca del pasto pangola (*Digitaria decumbens Stent*). Tesis en Ing. Agr. Lima, Perú. UNALM. 63p.
32. IDAL (Instituto de Desarrollo Agrario de Lambayeque). (200b). Principales características de la variedad de arroz que se siembra en el departamento de Lambayeque. Estación experimental Vista Florida. Lambayeque-Perú. 1p.
33. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria, PE). (2007). Arroz INIA 508-Tinajones. (en línea). Chiclayo, Perú. Consultado 05 de Nov. 2014. Disponible en http://www.inia.gob.pe/images/ProductosServicios/publicacion/Tripticos/TRIPTICOS_PDF_2007/19%20ARROZ%20%20INIA%20508%20-%20TINAJONES.pdf
34. INPOFOS. (1997). Manual Internacional de Fertilidad del Suelo. Instituto del Fósforo y Potasio. U.S.A.
35. Isla Chee, Julio. (1972). Fertilizacion N-P-K sobre el rendimiento de arroz cáscara en la Hacienda “El Molino” del Valle Jequetepeque (La Libertad). Tesis Ing. Agr. Lima, Perú. UNALM. 43p.

36. Leon Chang, David. (2007). Efecto de la interacción boro-fosforo en la producción de materia seca de *Asparagus officinales* L. en un Aridisols de Jayanca bajo condiciones de invernadero. Tesis en Mg.Sc. Lima, Perú. UNALM. 180p.
37. Loue. A. (1988). Los micronutrientes en la agricultura. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 354p.
38. Maqueira, L.A., Torres, W., Díaz, G. & Torres, K. (2007). Efectos del sistema intensivo del cultivo arrocero (SICA) sobre algunas variables del crecimiento y el rendimiento en una variedad de ciclo cortó. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba, vol. 28, núm. 2, pp 59-61.
39. Martin, Y., Soto, F., Rodríguez, Y., & Morejón, R. (2010). El sistema intensivo de cultivo de arroz disminuye la cantidad de semilla para la siembra, aumenta los rendimientos agrícola y ahora el agua de riego. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Cuba. Vol.31, num.1, pp. 70-73
40. Mejía, Sara y Menjívar, Juan Carlos (2010). Nutrición mineral del arroz. Producción Eco-Eficiente del arroz en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Tomo I. pp.306-333.
41. Mengel K. y Kirkby E. (1987). Principios de Nutrición Vegetal. Traducido por Ricardo Melgar y Mercedes Ruiz. Argentina. 4ª ed. 607 p.
42. Ministerio Nacional de Agricultura y Riego- Región la Libertad. (2014). Estadística agropecuaria campaña 2013-2014. Consultado 8 de abril del 2015. Disponible en <http://www.agrolalibertad.gob.pe/?q=node/572>
43. Norman Uphoff. (2008). Como ayudar a las plantas de arroz a crecer mejor y producir más. Cultivo de Arroz Sistema Intensificado SICA-SRI. Ecuador. Admicorporación. Consultado 02 dic. 2015. Disponible en <http://sri.ciifad.cornell.edu/countries/ecuador/EcuGilLibroCultivodiArroz08.pdf>

44. OEEE – MINAG (2010). Serie histórica de producción agrícola-compendio estadístico. Recuperada el 25 de agosto del 2014. Del sitio Web del Ministerio de Agricultura y Riego. <http://www.minag.gob.pe/portal/>
45. Perdomo, M.A., González, J., Galvis, Y.C, García, E., & Arregocés, O. (1985). Los macronutrientes en la nutrición de la planta de arroz. In: Tascón, E., García, E (eds.). Arroz investigación y producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y programa de las naciones unidas para el desarrollo (PNUD), Cali, Colombia. pp103-132
46. Potash & Phosphate Institute. (1988). Fertilidad de los Suelos. Fósforo, Los micronutrientes. Traducido por Foundation for Agronomic Research (FAR) y el Programa de Diversificación Occidental (Canadá). 85p.
47. Primo, E. Carrasco, J.M. (1981). Química Agrícola. Tomo I. Suelos y Fertilizantes. Ed. Alambra S.A. Madrid, España.
48. Rivadeneyra Palomino, Víctor. (1994). Efecto de niveles de fertilización NPK y de micronutrientes en el rendimiento y calidad del cultivo de brócoli, híbrido Lancelot. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú. UNALM. 123p.
49. Rodríguez, O. (1985). Absorción y distribución de los macronutrientes en la planta de arroz. El Arrocero. Nicaragua 3(7):3-10
50. Roper, T. y Combos, S. 1995. Mineral Nutrition of Crops. Wisconsin, US. University of Wisconsin-Madison. 132p.
51. Sabry Mohamed Ragab. (1980). Phosphorus effects on zinc translocation in maize. (en línea). Comunicaciones en la Ciencia del Suelo y Análisis de Plantas 11(11). Consultado 24 de Marzo del 2015. Disponible en <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00103628009367108#preview>

52. Sánchez, P.A. (1971). Técnicas agronómicas para aprovechar el potencial de producción de nuevas variedades enanas de arroz en Latinoamérica. Revista Arroz. Perú. N° 29. 24-36pp.
53. SENAMHI. 2014. Estación Talla, Guadalupe, La Libertad. Consultado 10 de ene. 2015. Disponible en http://www.senamhi.gob.pe/main_mapa.php?t=dHi
54. Shukla U.C. ; Narendra Singh. (1979). Phosphorus-copper relationship in wheat (en línea). Plant and Soil 53 (3). 399-402. Consultado 24 marzo de 2015. Disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007%2F02277874>
55. SIEA (Sistema Integrado de Estadística Agraria)- MINAGRI. (2014). Producción Agrícola. Consultado 22 de Marzo del 2016. Disponible en <http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=noticias/anuarios-produccion-agricola-2014-y-produccion-pecuaria-y-avicola-2014>
56. Tanaka, I. (1976). Climatic influence on photosynthesis and respiration of rice. Climate and rice (En línea). Páginas 223–247 in International Rice Research Institute. Los Baños, Philippines. Consultado 10 noviembre. 2015. disponible en http://books.irri.org/9711040344_content.pdf
57. Thompson Louis, M. y Troeh Frederick, R. (1988). Los Suelos y su Fertilidad. 4 ed. Sevilla. España. Ediciones Reverté S.A 694 p.
58. Tisdale, Samuel y Nelson, Werner. (1988). Fertilidad de los suelos y fertilizantes. México. 1ª ed. Limusa,S.A. 760p.
59. Torres, E., Jennings, P., Duque, M., Kuri, V., Corredor, E. y Sierra, J. (2002). Análisis de estabilidad para centro blanco en arroz (*Oryza sativa* L.). Foro arrocero Latinoamericano. Vol. 8 N° 1. Ejemplar 15 Cali, Palmira- Colombia. 26p.
60. Valencia Ramos, Manuel. (1978). Eficiencia de la aplicación de fósforo en presencia y ausencia de cal y zinc en tres suelos ácidos de selva. Tesis Mg. Sc. Lima, Perú. UNALM. 113p.

61. Vargas Salazar, Marvin. (2002). Fertilización con cuatro niveles de nitrógeno, fósforo y potasio y curva de absorción de la variedad Fedearroz 50, en condiciones de secano. Consultado 9 de abril del 2015. Disponible en <http://www.conarroz.com/pdf/Proyecto%20de%20ensayo%20de%20niveles%20de%20fertilizacion.pdf>
62. Vera Luna, Carlos. (1969). Ensayo de abonamiento de arroz de la variedad Minabir 2, a 4 niveles de nitrógeno, 3 niveles de fósforo y dos niveles de potasio en la hacienda Molino Del valle Jequetepeque (La Libertad). Tesis Ing. Agr. Lima, Perú. UNALM. 64p.
63. Warnock, R. E. (1970). Micronutrient Uptake and Mobility Within Corn Plants (*Zea mays* L.) in Relation to Phosphorus-induced Zinc Deficiency. (En línea) Sociedad de Ciencias del Suelo de América. 34(5). 765-769. Consultado el 24 de Marzo del 2015. Disponible en <http://dl.sciencesocieties.org/publications/sssaj/abstracts/34/5/SS0340050765>
64. Yadav, Antil, Kumar y Singh. (2007). Efecto del fosfato de zinc y aplicación en el rendimiento de materia seca y la absorción de nutrientes en caupí (*Vigna unguiculata* L.) Walp. (En línea). Plant nutrition and soil science. 148(3). 233-240. Consultado 24 Mzo.2015. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jpln.19851480303/abstract;jsessionid=62BFF01646F367E0CE8236C8E80385B2.f02t02>
65. Yoshida, Shouichi. (1981). Mineral Nutrition of Rice. Fundamentals of rice crop science (En línea). International Rice Research Inst. Los Baños, Laguna (Philippines). 269p. Consultado 14 Oct. 2014. Disponible en <http://irri.org/component/itpgooglesearch/search?q=panamperuman>

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ CÁSCARA

1.1. Efecto de la fertilización con fósforo en rendimiento del cultivo de arroz

1.1.1. Normalidad de errores del rendimiento de arroz cáscara bajo el efecto de la fertilización con fósforo en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos	Estadístico de prueba	Nivel de significación (α)	P-valor	Distribución
N-0-K ₂ O	Anderson Darlin	0.05	0.306	Normal
N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Anderson Darlin	0.05	0.683	Normal

1.1.2. Homogeneidad de varianza del rendimiento de arroz cáscara bajo el efecto de la fertilización con fósforo en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados	Estadístico de prueba F	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
(N-0-K ₂ O) vs (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	1.9	0.05	0.026	*

1.1.3. Prueba t del rendimiento de arroz cáscara (t/ha) bajo el efecto de la fertilización con fósforo en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{ii})	Promedio de N-0-K ₂ O (μ_i)	Promedio de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (μ_{ii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{ii}$)	Grados de Libertad	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
(N-0-K ₂ O) vs (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	10.564	10.128	0.437	89	0.05	0.073	n.s.

1.2. Rendimiento de arroz cáscara bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar tinajones en el valle Jequetepeque. 2014

Tratamientos	N-0-K ₂ O					N-P ₂ O ₅ -K ₂ O				
	A (Cu-Zn-B)	B (0-Zn-B)	C (Cu-0-B)	D (Cu-Zn-0)	E (0-0-0)	Ap (Cu-Zn-B)	Bp (0-Zn-B)	Cp (Cu-0-B)	Dp (Cu-Zn-0)	Ep (0-0-0)
Número de repeticiones	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Promedio	10.373	10.673	10.357	10.677	10.741	10.235	10.098	10.217	10.124	9.964
Varianza	2.191	1.425	1.740	2.106	1.671	0.937	0.828	0.951	0.785	1.323
Desviación Estándar	1.480	1.194	1.319	1.451	1.293	0.968	0.910	0.975	0.886	1.150
Coefficiente de Variación	14.269	11.183	12.736	13.593	12.035	9.456	9.011	9.546	8.749	11.545

1.2.1. Normalidad de errores del rendimiento de arroz cáscara (t/ha) bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos	Estadístico de prueba	Nivel de significación (α)	P-valor	Distribución
A	Anderson Darling	0.05	0.848	Normal
B	Anderson Darling	0.05	0.739	Normal
C	Anderson Darling	0.05	0.597	Normal
D	Anderson Darling	0.05	0.174	Normal
E	Anderson Darling	0.05	0.774	Normal
Ap	Anderson Darling	0.05	0.496	Normal
Bp	Anderson Darling	0.05	0.244	Normal
Cp	Anderson Darling	0.05	0.383	Normal
Dp	Anderson Darling	0.05	0.422	Normal
Ep	Anderson Darling	0.05	0.278	Normal

1.2.2. Homogeneidad de varianza del rendimiento de arroz cáscara (t/ha) bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados	Estadístico de prueba F	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	1.54	0.05	0.532	n.s.
A vs. C	1.26	0.05	0.737	n.s.
A vs. D	1.04	0.05	0.954	n.s.
A vs. E	1.31	0.05	0.693	n.s.
B vs. C	0.82	0.05	0.771	n.s.
B vs. D	0.68	0.05	0.569	n.s.
B vs. E	0.85	0.05	0.816	n.s.
C vs. D	0.83	0.05	0.78	n.s.
C vs. E	1.04	0.05	0.953	n.s.
D vs. E	1.26	0.05	0.736	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	1.13	0.05	0.857	n.s.
Ap vs. Cp	0.98	0.05	0.982	n.s.
Ap vs. Dp	1.19	0.05	0.796	n.s.
Ap vs. Ep	0.71	0.05	0.615	n.s.
Bp vs. Cp	0.87	0.05	0.839	n.s.
Bp vs. Dp	1.06	0.05	0.937	n.s.
Bp vs. Ep	0.63	0.05	0.496	n.s.
Cp vs. Dp	1.21	0.05	0.779	n.s.
Cp vs. Ep	0.72	0.05	0.631	n.s.
Dp vs. Ep	0.59	0.05	0.448	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	2.34	0.05	0.222	n.s.
A vs. Bp	2.65	0.05	0.163	n.s.
A vs. Cp	2.3	0.05	0.23	n.s.
A vs. Dp	2.79	0.05	0.142	n.s.
A vs. Ep	1.66	0.05	0.464	n.s.
B vs. Ap	1.52	0.05	0.542	n.s.
B vs. Bp	1.72	0.05	0.431	n.s.
B vs. Cp	1.5	0.05	0.557	n.s.
B vs. Dp	1.82	0.05	0.387	n.s.
B vs. Ep	1.08	0.05	0.914	n.s.
C vs. Ap	1.86	0.05	0.37	n.s.
C vs. Bp	2.1	0.05	0.284	n.s.
C vs. Cp	1.83	0.05	0.382	n.s.
C vs. Dp	2.22	0.05	0.251	n.s.
C vs. Ep	1.31	0.05	0.69	n.s.
D vs. Ap	2.25	0.05	0.243	n.s.
D vs. Bp	2.54	0.05	0.18	n.s.
D vs. Cp	2.21	0.05	0.252	n.s.
D vs. Dp	2.68	0.05	0.157	n.s.
D vs. Ep	1.59	0.05	0.499	n.s.
E vs. Ap	1.78	0.05	0.402	n.s.
E vs. Bp	2.02	0.05	0.31	n.s.
E vs. Cp	1.76	0.05	0.414	n.s.
E vs. Dp	2.13	0.05	0.275	n.s.
E vs. Ep	1.26	0.05	0.734	n.s.

(n.s.) : P-valor $\geq \alpha$: los varianzas son iguales

(*) : P-valor $< \alpha$: existe diferencia significativa entre las varianzas

1.2.3. Prueba t del rendimiento de arroz cáscara (t/ha) bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ i vs. μ iii)	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ iii)	Estimado de la diferencia (μ i- μ iii)	Grados de Libertad	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo							
A vs. B	10.373	10.673	-0.300	18	0.05	0.642	n.s.
A vs. C	10.373	10.357	0.016	18	0.05	0.981	n.s.
A vs. D	10.373	10.677	-0.305	18	0.05	0.664	n.s.
A vs. E	10.373	10.741	-0.368	18	0.05	0.581	n.s.
B vs. C	10.673	10.357	0.316	18	0.05	0.601	n.s.
B vs. D	10.673	10.677	-0.005	18	0.05	0.994	n.s.
B vs. E	10.673	10.741	-0.068	18	0.05	0.909	n.s.
C vs. D	10.357	10.677	-0.320	18	0.05	0.63	n.s.
C vs. E	10.357	10.741	-0.384	18	0.05	0.54	n.s.
D vs. E	10.677	10.741	-0.064	18	0.05	0.923	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo							
Ap vs. Bp	10.235	10.098	0.138	18	0.05	0.759	n.s.
Ap vs. Cp	10.235	10.217	0.018	18	0.05	0.969	n.s.
Ap vs. Dp	10.235	10.124	0.112	18	0.05	0.801	n.s.
Ap vs. Ep	10.235	9.964	0.271	18	0.05	0.595	n.s.
Bp vs. Cp	10.098	10.217	-0.120	18	0.05	0.791	n.s.
Bp vs. Dp	10.098	10.124	-0.026	18	0.05	0.952	n.s.
Bp vs. Ep	10.098	9.964	0.134	18	0.05	0.788	n.s.
Cp vs. Dp	10.217	10.124	0.094	18	0.05	0.834	n.s.
Cp vs. Ep	10.217	9.964	0.253	18	0.05	0.621	n.s.
Dp vs. Ep	10.124	9.964	0.160	18	0.05	0.745	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo							
A vs. Ap	10.373	10.235	0.137	18	0.05	0.819	n.s.
A vs. Bp	10.373	10.098	0.275	18	0.05	0.641	n.s.
A vs. Cp	10.373	10.217	0.155	18	0.05	0.795	n.s.
A vs. Dp	10.373	10.124	0.249	18	0.05	0.67	n.s.
A vs. Ep	10.373	9.964	0.409	18	0.05	0.521	n.s.
B vs. Ap	10.673	10.235	0.437	18	0.05	0.405	n.s.
B vs. Bp	10.673	10.098	0.575	18	0.05	0.265	n.s.
B vs. Cp	10.673	10.217	0.455	18	0.05	0.387	n.s.
B vs. Dp	10.673	10.124	0.549	18	0.05	0.282	n.s.
B vs. Ep	10.673	9.964	0.709	18	0.05	0.216	n.s.
C vs. Ap	10.357	10.235	0.121	18	0.05	0.827	n.s.
C vs. Bp	10.357	10.098	0.259	18	0.05	0.634	n.s.
C vs. Cp	10.357	10.217	0.139	18	0.05	0.802	n.s.
C vs. Dp	10.357	10.124	0.233	18	0.05	0.665	n.s.
C vs. Ep	10.357	9.964	0.393	18	0.05	0.509	n.s.
D vs. Ap	10.677	10.235	0.442	18	0.05	0.457	n.s.
D vs. Bp	10.677	10.098	0.580	18	0.05	0.323	n.s.
D vs. Cp	10.677	10.217	0.460	18	0.05	0.44	n.s.
D vs. Dp	10.677	10.124	0.554	18	0.05	0.341	n.s.
D vs. Ep	10.677	9.964	0.713	18	0.05	0.263	n.s.
E vs. Ap	10.741	10.235	0.506	18	0.05	0.36	n.s.
E vs. Bp	10.741	10.098	0.643	18	0.05	0.238	n.s.
E vs. Cp	10.741	10.217	0.524	18	0.05	0.345	n.s.
E vs. Dp	10.741	10.124	0.617	18	0.05	0.253	n.s.
E vs. Ep	10.741	9.964	0.777	18	0.05	0.195	n.s.

ANEXO 2: COMPONENTES DE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ

2.1. Número de panículas por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar tinajones en el valle Jequetepeque. 2014

Tratamientos	N-0-K ₂ O					N-P ₂ O ₅ -K ₂ O				
	A (Cu-Zn-B)	B (0-Zn-B)	C (Cu-0-B)	D (Cu-Zn-0)	E (0-0-0)	Ap (Cu-Zn-B)	Bp (0-Zn-B)	Cp (Cu-0-B)	Dp (Cu-Zn-0)	Ep (0-0-0)
Número de repeticiones	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Promedio	367.4	350.8	359.3	351.7	351.5	377.2	351.1	346.6	344.4	334.9
Varianza	2565.84	1825.56	2984.81	1815.21	3362.25	1404.36	919.49	609.84	742.44	810.09
Desviación Estándar	50.654	42.727	54.633	42.605	57.985	37.475	30.323	24.695	27.248	28.462
Coefficiente de Variación	13.787	12.180	15.206	12.114	16.496	9.935	8.637	7.125	7.912	8.499

2.1.1. Normalidad de errores del número de panículas por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos	Estadístico de prueba	Nivel de significación (α)	P-valor	Distribución
A	Anderson Darling	0.05	0.874	Normal
B	Anderson Darling	0.05	0.533	Normal
C	Anderson Darling	0.05	0.475	Normal
D	Anderson Darling	0.05	0.666	Normal
E	Anderson Darling	0.05	0.834	Normal
Ap	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.01	0.01	Normal
Bp	Anderson Darling	0.05	0.185	Normal
Cp	Anderson Darling	0.05	0.417	Normal
Dp	Anderson Darling	0.05	0.607	Normal
Ep	Anderson Darling	0.05	0.799	Normal

2.1.2. Homogeneidad de varianza de número de panículas por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados	Estadístico de prueba F	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	1.41	0.05	0.62	n.s.
A vs. C	0.86	0.05	0.825	n.s.
A vs. D	1.41	0.05	0.614	n.s.
A vs. E	0.76	0.05	0.694	n.s.
B vs. C	0.61	0.05	0.475	n.s.
B vs. D	1.01	0.05	0.993	n.s.
B vs. E	0.54	0.05	0.376	n.s.
C vs. D	1.64	0.05	0.47	n.s.
C vs. E	0.89	0.05	0.862	n.s.
D vs. E	0.54	0.05	0.372	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	1.53	0.05	0.538	n.s.
Ap vs. Cp	2.3	0.05	0.23	n.s.
Ap vs. Dp	1.89	0.05	0.356	n.s.
Ap vs. Ep	1.73	0.05	0.425	n.s.
Bp vs. Cp	1.51	0.05	0.55	n.s.
Bp vs. Dp	1.24	0.05	0.755	n.s.
Bp vs. Ep	1.14	0.05	0.853	n.s.
Cp vs. Dp	0.82	0.05	0.774	n.s.
Cp vs. Ep	0.75	0.05	0.679	n.s.
Dp vs. Ep	0.92	0.05	0.899	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	1.83	0.05	0.383	n.s.
A vs. Bp	2.79	0.05	0.142	n.s.
A vs. Cp	4.21	0.05	0.044	*
A vs. Dp	3.46	0.05	0.079	n.s.
A vs. Ep	3.17	0.05	0.101	n.s.
B vs. Ap	1.3	0.05	0.702	n.s.
B vs. Bp	1.99	0.05	0.322	n.s.
B vs. Cp	2.99	0.05	0.118	n.s.
B vs. Dp	2.46	0.05	0.196	n.s.
B vs. Ep	2.25	0.05	0.242	n.s.
C vs. Ap	2.13	0.05	0.277	n.s.
C vs. Bp	3.25	0.05	0.094	n.s.
C vs. Cp	4.89	0.05	0.027	*
C vs. Dp	4.02	0.05	0.05	n.s.
C vs. Ep	3.68	0.05	0.065	n.s.
D vs. Ap	1.29	0.05	0.708	n.s.
D vs. Bp	1.97	0.05	0.325	n.s.
D vs. Cp	2.98	0.05	0.12	n.s.
D vs. Dp	2.44	0.05	0.199	n.s.
D vs. Ep	2.24	0.05	0.245	n.s.
E vs. Ap	2.39	0.05	0.21	n.s.
E vs. Bp	3.66	0.05	0.067	n.s.
E vs. Cp	5.51	0.05	0.018	*
E vs. Dp	4.53	0.05	0.035	*
E vs. Ep	4.15	0.05	0.046	*

(n.s.) : P-valor $\geq \alpha$: los varianzas son iguales

(*) : P-valor $< \alpha$: existe diferencia significativa entre las varianzas

2.1.3. Prueba t de número de panículas por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ i vs. μ iii)	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ iii)	Estimado de la diferencia (μ i- μ iii)	Grados de Libertad	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo							
A vs. B	367	351	16	18	0.05	0.462	n.s.
A vs. C	367	359	8	18	0.05	0.748	n.s.
A vs. D	367	352	15	18	0.05	0.486	n.s.
A vs. E	367	352	15	18	0.05	0.543	n.s.
B vs. C	351	359	-8	18	0.05	0.717	n.s.
B vs. D	351	352	-1	18	0.05	0.965	n.s.
B vs. E	351	352	-1	18	0.05	0.977	n.s.
C vs. D	359	352	7	18	0.05	0.746	n.s.
C vs. E	359	352	7	18	0.05	0.772	n.s.
D vs. E	352	352	0	18	0.05	0.993	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo							
Ap vs. Bp	377	351	26	18	0.05	0.122	n.s.
Ap vs. Cp	377	347	30	18	0.05	0.056	n.s.
Ap vs. Dp	377	344	33	18	0.05	0.048	*
Ap vs. Ep	377	335	42	18	0.05	0.015	*
Bp vs. Cp	351	347	4	18	0.05	0.734	n.s.
Bp vs. Dp	351	344	7	18	0.05	0.628	n.s.
Bp vs. Ep	351	335	16	18	0.05	0.258	n.s.
Cp vs. Dp	347	344	3	18	0.05	0.86	n.s.
Cp vs. Ep	347	335	12	18	0.05	0.364	n.s.
Dp vs. Ep	344	335	9	18	0.05	0.479	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo							
A vs. Ap	367	377	-10	18	0.05	0.646	n.s.
A vs. Bp	367	351	16	18	0.05	0.418	n.s.
A vs. Cp	367	347	20	13	0.05	0.288	n.s.
A vs. Dp	367	344	23	18	0.05	0.246	n.s.
A vs. Ep	367	335	32	18	0.05	0.111	n.s.
B vs. Ap	351	377	-26	18	0.05	0.18	n.s.
B vs. Bp	351	351	0	18	0.05	0.986	n.s.
B vs. Cp	351	347	4	18	0.05	0.801	n.s.
B vs. Dp	351	344	7	18	0.05	0.709	n.s.
B vs. Ep	351	335	16	18	0.05	0.365	n.s.
C vs. Ap	359	377	-18	18	0.05	0.428	n.s.
C vs. Bp	359	351	8	18	0.05	0.698	n.s.
C vs. Cp	359	347	12	12	0.05	0.537	n.s.
C vs. Dp	359	344	15	18	0.05	0.473	n.s.
C vs. Ep	359	335	24	18	0.05	0.25	n.s.
D vs. Ap	352	377	-25	18	0.05	0.194	n.s.
D vs. Bp	352	351	1	18	0.05	0.973	n.s.
D vs. Cp	352	347	5	18	0.05	0.76	n.s.
D vs. Dp	352	344	8	18	0.05	0.67	n.s.
D vs. Ep	352	335	17	18	0.05	0.338	n.s.
E vs. Ap	352	377	-25	18	0.05	0.279	n.s.
E vs. Bp	352	351	1	18	0.05	0.986	n.s.
E vs. Cp	352	347	5	12	0.05	0.82	n.s.
E vs. Dp	352	344	8	12	0.05	0.745	n.s.
E vs. Ep	352	335	17	13	0.05	0.455	n.s.

2.2. Número de granos llenos por panícula bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar tinajones en el valle Jequetepeque. 2014.

Tratamientos	N-0-K ₂ O					N-P ₂ O ₅ -K ₂ O				
	A (Cu-Zn-B)	B (0-Zn-B)	C (Cu-0-B)	D (Cu-Zn-0)	E (0-0-0)	Ap (Cu-Zn-B)	Bp (0-Zn-B)	Cp (Cu-0-B)	Dp (Cu-Zn-0)	Ep (0-0-0)
Número de repeticiones	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Promedio	129.7	116.8	131.4	129.8	133.7	137.2	133.7	130.7	132.8	136
Varianza	604.61	573.96	244.64	219.16	1585.81	672.76	443.41	311.61	202.36	167.4
Desviación Estándar	24.589	23.957	15.641	14.804	39.822	25.938	21.057	17.652	14.225	12.938
Coefficiente de Variación	18.958	20.512	11.903	11.405	29.785	18.905	15.750	13.506	10.712	9.513

2.2.1. Normalidad de errores del número de granos llenos por panícula bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos	Estadístico de prueba	Nivel de significación (α)	P-valor	Distribución
A	Anderson Darling	0.05	0.969	Normal
B	Anderson Darling	0.05	0.898	Normal
C	Anderson Darling	0.05	0.265	Normal
D	Anderson Darling	0.05	0.613	Normal
E	Anderson Darling	0.05	0.344	Normal
Ap	Anderson Darling	0.05	0.061	Normal
Bp	Anderson Darling	0.05	0.219	Normal
Cp	Anderson Darling	0.05	0.687	Normal
Dp	Anderson Darling	0.05	0.863	Normal
Ep	Anderson Darling	0.05	0.515	Normal

2.2.2. Homogeneidad de varianza del número de granos llenos por panícula bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el Valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados	Estadístico de prueba F	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	1.05	0.05	0.94	n.s.
A vs. C	2.47	0.05	0.194	n.s.
A vs. D	2.76	0.05	0.147	n.s.
A vs. E	0.38	0.05	0.167	n.s.
B vs. C	2.35	0.05	0.22	n.s.
B vs. D	2.62	0.05	0.168	n.s.
B vs. E	0.36	0.05	0.146	n.s.
C vs. D	1.12	0.05	0.873	n.s.
C vs. E	0.15	0.05	0.01	*
D vs. E	0.14	0.05	0.007	*
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	1.52	0.05	0.544	n.s.
Ap vs. Cp	2.16	0.05	0.267	n.s.
Ap vs. Dp	3.32	0.05	0.088	n.s.
Ap vs. Ep	4.02	0.05	0.05	n.s.
Bp vs. Cp	1.42	0.05	0.608	n.s.
Bp vs. Dp	2.19	0.05	0.258	n.s.
Bp vs. Ep	2.65	0.05	0.163	n.s.
Cp vs. Dp	1.54	0.05	0.53	n.s.
Cp vs. Ep	1.86	0.05	0.368	n.s.
Dp vs. Ep	1.21	0.05	0.782	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	0.9	0.05	0.876	n.s.
A vs. Bp	1.36	0.05	0.652	n.s.
A vs. Cp	1.94	0.05	0.338	n.s.
A vs. Dp	2.99	0.05	0.119	n.s.
A vs. Ep	3.61	0.05	0.069	n.s.
B vs. Ap	0.85	0.05	0.817	n.s.
B vs. Bp	1.29	0.05	0.707	n.s.
B vs. Cp	1.84	0.05	0.376	n.s.
B vs. Dp	2.84	0.05	0.136	n.s.
B vs. Ep	3.43	0.05	0.081	n.s.
C vs. Ap	0.36	0.05	0.148	n.s.
C vs. Bp	0.55	0.05	0.389	n.s.
C vs. Cp	0.79	0.05	0.724	n.s.
C vs. Dp	1.21	0.05	0.782	n.s.
C vs. Ep	1.46	0.05	0.581	n.s.
D vs. Ap	0.33	0.05	0.11	n.s.
D vs. Bp	0.49	0.05	0.309	n.s.
D vs. Cp	0.7	0.05	0.609	n.s.
D vs. Dp	1.08	0.05	0.907	n.s.
D vs. Ep	1.31	0.05	0.695	n.s.
E vs. Ap	2.36	0.05	0.218	n.s.
E vs. Bp	3.58	0.05	0.071	n.s.
E vs. Cp	5.09	0.05	0.024	*
E vs. Dp	7.84	0.05	0.005	*
E vs. Ep	9.47	0.05	0.003	*

(n.s.) : P-valor $\geq \alpha$: los varianzas son iguales

(*) : P-valor $< \alpha$: existe diferencia significativa entre las varianzas

2.2.3. Prueba t de número de granos llenos por panícula bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{ii})	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ_i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ_{ii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{ii}$)	Grados de Libertad	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo							
A vs. B	130	117	13	18	0.05	0.274	n.s.
A vs. C	130	131	-1	18	0.05	0.863	n.s.
A vs. D	130	130	0	18	0.05	0.992	n.s.
A vs. E	130	134	-4	18	0.05	0.801	n.s.
B vs. C	117	131	-14	18	0.05	0.143	n.s.
B vs. D	117	130	-13	18	0.05	0.183	n.s.
B vs. E	117	134	-17	18	0.05	0.29	n.s.
C vs. D	131	130	1	18	0.05	0.826	n.s.
C vs. E	131	134	-3	11	0.05	0.875	n.s.
D vs. E	130	134	-4	11	0.05	0.788	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo							
Ap vs. Bp	137	134	3	18	0.05	0.757	n.s.
Ap vs. Cp	137	131	6	18	0.05	0.542	n.s.
Ap vs. Dp	137	133	4	18	0.05	0.661	n.s.
Ap vs. Ep	137	136	1	18	0.05	0.903	n.s.
Bp vs. Cp	134	131	3	18	0.05	0.747	n.s.
Bp vs. Dp	134	133	1	18	0.05	0.917	n.s.
Bp vs. Ep	134	136	-2	18	0.05	0.783	n.s.
Cp vs. Dp	131	133	-2	18	0.05	0.784	n.s.
Cp vs. Ep	131	136	-5	18	0.05	0.477	n.s.
Dp vs. Ep	133	136	-3	18	0.05	0.624	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo							
A vs. Ap	130	137	-7	18	0.05	0.537	n.s.
A vs. Bp	130	134	-4	18	0.05	0.715	n.s.
A vs. Cp	130	131	-1	18	0.05	0.922	n.s.
A vs. Dp	130	133	-3	18	0.05	0.747	n.s.
A vs. Ep	130	136	-6	18	0.05	0.505	n.s.
B vs. Ap	117	137	-20	18	0.05	0.1	n.s.
B vs. Bp	117	134	-17	18	0.05	0.129	n.s.
B vs. Cp	117	131	-14	18	0.05	0.178	n.s.
B vs. Dp	117	133	-16	18	0.05	0.102	n.s.
B vs. Ep	117	136	-19	18	0.05	0.049	*
C vs. Ap	131	137	-6	18	0.05	0.573	n.s.
C vs. Bp	131	134	-3	18	0.05	0.795	n.s.
C vs. Cp	131	131	0	18	0.05	0.93	n.s.
C vs. Dp	131	133	-2	18	0.05	0.845	n.s.
C vs. Ep	131	136	-5	18	0.05	0.505	n.s.
D vs. Ap	130	137	-7	18	0.05	0.467	n.s.
D vs. Bp	130	134	-4	18	0.05	0.655	n.s.
D vs. Cp	130	131	-1	18	0.05	0.908	n.s.
D vs. Dp	130	133	-3	18	0.05	0.666	n.s.
D vs. Ep	130	136	-6	18	0.05	0.357	n.s.
E vs. Ap	134	137	-3	18	0.05	0.828	n.s.
E vs. Bp	134	134	0	18	0.05	1	n.s.
E vs. Cp	134	131	3	12	0.05	0.84	n.s.
E vs. Dp	134	133	1	11	0.05	0.95	n.s.
E vs. Ep	134	136	-2	10	0.05	0.872	n.s.

2.3. Porcentaje de granos vanos por panícula bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar tinajones en el valle Jequetepeque. 2014.

Tratamientos	N-0-K ₂ O					N-P ₂ O ₅ -K ₂ O				
	A (Cu-Zn-B)	B (0-Zn-B)	C (Cu-0-B)	D (Cu-Zn-0)	E (0-0-0)	Ap (Cu-Zn-B)	Bp (0-Zn-B)	Cp (Cu-0-B)	Dp (Cu-Zn-0)	Ep (0-0-0)
Número de repeticiones	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Promedio (%)	6.0	6.0	5.4	7.4	6.8	5.4	6.9	4.0	4.7	4.9
Varianza	3.969	3.989	3.286	3.868	9.174	3.159	4.185	3.493	3.620	3.000
Desviación Estándar	1.99	2.00	1.81	1.97	3.03	1.78	2.05	1.87	1.90	1.73
Coefficiente de Variación	33.47	33.01	33.34	26.59	44.81	33.02	29.59	46.21	40.56	35.71

2.3.1. Normalidad de errores del porcentaje de granos vanos por panícula bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos	Estadístico de prueba	Nivel de significación (α)	P-valor	Distribución
A	Anderson Darling	0.05	0.814	Normal
B	Anderson Darling	0.05	0.052	Normal
C	Anderson Darling	0.05	0.728	Normal
D	Anderson Darling	0.05	0.52	Normal
E	Anderson Darling	0.05	0.733	Normal
Ap	Anderson Darling	0.05	0.386	Normal
Bp	Anderson Darling	0.05	0.731	Normal
Cp	Anderson Darling	0.05	0.268	Normal
Dp	Anderson Darling	0.05	0.187	Normal
Ep	Anderson Darling	0.05	0.818	Normal

2.3.2. Homogeneidad de varianza del porcentaje de granos vanos por panícula bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados	Estadístico de prueba F	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	0.99	0.05	0.994	n.s.
A vs. C	1.21	0.05	0.783	n.s.
A vs. D	1.03	0.05	0.97	n.s.
A vs. E	0.43	0.05	0.228	n.s.
B vs. C	1.21	0.05	0.777	n.s.
B vs. D	1.03	0.05	0.964	n.s.
B vs. E	0.43	0.05	0.231	n.s.
C vs. D	0.85	0.05	0.812	n.s.
C vs. E	0.36	0.05	0.142	n.s.
D vs. E	0.42	0.05	0.214	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	0.75	0.05	0.682	n.s.
Ap vs. Cp	0.9	0.05	0.884	n.s.
Ap vs. Dp	0.87	0.05	0.843	n.s.
Ap vs. Ep	1.05	0.05	0.94	n.s.
Bp vs. Cp	1.2	0.05	0.792	n.s.
Bp vs. Dp	1.16	0.05	0.833	n.s.
Bp vs. Ep	1.39	0.05	0.628	n.s.
Cp vs. Dp	0.96	0.05	0.958	n.s.
Cp vs. Ep	1.16	0.05	0.824	n.s.
Dp vs. Ep	1.21	0.05	0.784	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	1.26	0.05	0.739	n.s.
A vs. Bp	0.95	0.05	0.938	n.s.
A vs. Cp	1.14	0.05	0.852	n.s.
A vs. Dp	1.1	0.05	0.893	n.s.
A vs. Ep	1.32	0.05	0.683	n.s.
B vs. Ap	1.26	0.05	0.734	n.s.
B vs. Bp	0.95	0.05	0.944	n.s.
B vs. Cp	1.14	0.05	0.846	n.s.
B vs. Dp	1.1	0.05	0.887	n.s.
B vs. Ep	1.33	0.05	0.678	n.s.
C vs. Ap	1.04	0.05	0.954	n.s.
C vs. Bp	0.79	0.05	0.725	n.s.
C vs. Cp	0.94	0.05	0.929	n.s.
C vs. Dp	0.91	0.05	0.888	n.s.
C vs. Ep	1.1	0.05	0.894	n.s.
D vs. Ap	1.22	0.05	0.768	n.s.
D vs. Bp	0.92	0.05	0.909	n.s.
D vs. Cp	1.11	0.05	0.882	n.s.
D vs. Dp	1.07	0.05	0.923	n.s.
D vs. Ep	1.29	0.05	0.711	n.s.
E vs. Ap	2.9	0.05	0.128	n.s.
E vs. Bp	2.19	0.05	0.258	n.s.
E vs. Cp	2.63	0.05	0.166	n.s.
E vs. Dp	2.53	0.05	0.182	n.s.
E vs. Ep	3.06	0.05	0.111	n.s.

(n.s.) : P-valor $\geq \alpha$: los varianzas son iguales

(*) : P-valor $< \alpha$: existe diferencia significativa entre las varianzas

2.3.3. Prueba t del porcentaje de granos vanos por panícula bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{ii})	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ_i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ_{ii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{ii}$)	Grados de Libertad	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo							
A vs. B	6	6	0	18	0.05	0.919	n.s.
A vs. C	6	5.4	0.6	18	0.05	0.573	n.s.
A vs. D	6	7.4	-1.4	18	0.05	0.139	n.s.
A vs. E	6	6.8	-0.8	18	0.05	0.513	n.s.
B vs. C	6	5.4	0.6	18	0.05	0.505	n.s.
B vs. D	6	7.4	-1.4	18	0.05	0.167	n.s.
B vs. E	6	6.8	-0.8	18	0.05	0.565	n.s.
C vs. D	5.4	7.4	-2	18	0.05	0.041	*
C vs. E	5.4	6.8	-1.4	18	0.05	0.276	n.s.
D vs. E	7.4	6.8	0.6	18	0.05	0.604	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo							
Ap vs. Bp	5.4	6.9	-1.5	18	0.05	0.108	n.s.
Ap vs. Cp	5.4	4	1.4	18	0.05	0.137	n.s.
Ap vs. Dp	5.4	4.7	0.7	18	0.05	0.436	n.s.
Ap vs. Ep	5.4	4.9	0.5	18	0.05	0.528	n.s.
Bp vs. Cp	6.9	4	2.9	18	0.05	0.006	*
Bp vs. Dp	6.9	4.7	2.2	18	0.05	0.028	*
Bp vs. Ep	6.9	4.9	2	18	0.05	0.033	*
Cp vs. Dp	4	4.7	-0.7	18	0.05	0.476	n.s.
Cp vs. Ep	4	4.9	-0.9	18	0.05	0.356	n.s.
Dp vs. Ep	4.7	4.9	-0.2	18	0.05	0.855	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo							
A vs. Ap	6	5.4	0.6	18	0.05	0.529	n.s.
A vs. Bp	6	6.9	-0.9	18	0.05	0.327	n.s.
A vs. Cp	6	4	2	18	0.05	0.051	n.s.
A vs. Dp	6	4.7	1.3	18	0.05	0.186	n.s.
A vs. Ep	6	4.9	1.1	18	0.05	0.226	n.s.
B vs. Ap	6	5.4	0.6	18	0.05	0.463	n.s.
B vs. Bp	6	6.9	-0.9	18	0.05	0.378	n.s.
B vs. Cp	6	4	2	18	0.05	0.041	*
B vs. Dp	6	4.7	1.3	18	0.05	0.157	n.s.
B vs. Ep	6	4.9	1.1	18	0.05	0.19	n.s.
C vs. Ap	5.4	5.4	0	18	0.05	0.948	n.s.
C vs. Bp	5.4	6.9	-1.5	18	0.05	0.123	n.s.
C vs. Cp	5.4	4	1.4	18	0.05	0.126	n.s.
C vs. Dp	5.4	4.7	0.7	18	0.05	0.405	n.s.
C vs. Ep	5.4	4.9	0.5	18	0.05	0.491	n.s.
D vs. Ap	7.4	5.4	2	18	0.05	0.035	*
D vs. Bp	7.4	6.9	0.5	18	0.05	0.615	n.s.
D vs. Cp	7.4	4	3.4	18	0.05	0.002	*
D vs. Dp	7.4	4.7	2.7	18	0.05	0.008	*
D vs. Ep	7.4	4.9	2.5	18	0.05	0.009	*
E vs. Ap	6.8	5.4	1.4	18	0.05	0.255	n.s.
E vs. Bp	6.8	6.9	-0.1	18	0.05	0.902	n.s.
E vs. Cp	6.8	4	2.8	18	0.05	0.034	*
E vs. Dp	6.8	4.7	2.1	18	0.05	0.1	n.s.
E vs. Ep	6.8	4.9	1.9	18	0.05	0.118	n.s.

2.4. Peso de mil granos llenos bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar tinajones en el valle Jequetepeque. 2014.

Tratamientos	N-0-K ₂ O					N-P ₂ O ₅ -K ₂ O				
	A (Cu-Zn-B)	B (0-Zn-B)	C (Cu-0-B)	D (Cu-Zn-0)	E (0-0-0)	Ap (Cu-Zn-B)	Bp (0-Zn-B)	Cp (Cu-0-B)	Dp (Cu-Zn-0)	Ep (0-0-0)
Número de repeticiones	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Promedio (g)	27.288	28.153	27.864	27.850	28.036	27.721	27.556	27.818	28.007	27.814
Varianza	0.113	0.195	0.090	0.143	0.170	0.116	0.058	0.117	0.103	0.093
Desviación Estándar	0.336	0.442	0.300	0.378	0.413	0.341	0.241	0.342	0.321	0.305
Coefficiente de Variación	1.233	1.570	1.077	1.357	1.473	1.231	0.875	1.230	1.145	1.097

2.4.1. Normalidad de errores del peso de mil granos llenos bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos	Estadístico de prueba	Nivel de significación (α)	P-valor	Distribución
A	Anderson Darling	0.05	0.323	Normal
B	Anderson Darling	0.05	0.784	Normal
C	Anderson Darling	0.05	0.635	Normal
D	Anderson Darling	0.05	0.54	Normal
E	Anderson Darling	0.05	0.158	Normal
Ap	Anderson Darling	0.05	0.194	Normal
Bp	Anderson Darling	0.05	0.374	Normal
Cp	Anderson Darling	0.05	0.632	Normal
Dp	Anderson Darling	0.05	0.149	Normal
Ep	Anderson Darling	0.05	0.285	Normal

2.4.2. Homogeneidad de varianza del peso de mil granos llenos bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados	Estadístico de prueba F	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	0.58	0.05	0.428	n.s.
A vs. C	1.26	0.05	0.74	n.s.
A vs. D	0.79	0.05	0.734	n.s.
A vs. E	0.66	0.05	0.551	n.s.
B vs. C	2.17	0.05	0.264	n.s.
B vs. D	1.37	0.05	0.648	n.s.
B vs. E	1.15	0.05	0.842	n.s.
C vs. D	0.63	0.05	0.504	n.s.
C vs. E	0.53	0.05	0.356	n.s.
D vs. E	0.84	0.05	0.796	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	2	0.05	0.315	n.s.
Ap vs. Cp	1	0.05	0.995	n.s.
Ap vs. Dp	1.13	0.05	0.857	n.s.
Ap vs. Ep	1.25	0.05	0.745	n.s.
Bp vs. Cp	0.5	0.05	0.312	n.s.
Bp vs. Dp	0.56	0.05	0.408	n.s.
Bp vs. Ep	0.62	0.05	0.493	n.s.
Cp vs. Dp	1.14	0.05	0.851	n.s.
Cp vs. Ep	1.26	0.05	0.74	n.s.
Dp vs. Ep	1.1	0.05	0.885	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	0.97	0.05	0.966	n.s.
A vs. Bp	1.95	0.05	0.335	n.s.
A vs. Cp	0.97	0.05	0.961	n.s.
A vs. Dp	1.1	0.05	0.89	n.s.
A vs. Ep	1.21	0.05	0.777	n.s.
B vs. Ap	1.68	0.05	0.453	n.s.
B vs. Bp	3.36	0.05	0.085	n.s.
B vs. Cp	1.67	0.05	0.457	n.s.
B vs. Dp	1.9	0.05	0.353	n.s.
B vs. Ep	2.1	0.05	0.285	n.s.
C vs. Ap	0.77	0.05	0.709	n.s.
C vs. Bp	1.55	0.05	0.524	n.s.
C vs. Cp	0.77	0.05	0.703	n.s.
C vs. Dp	0.88	0.05	0.847	n.s.
C vs. Ep	0.97	0.05	0.961	n.s.
D vs. Ap	1.23	0.05	0.766	n.s.
D vs. Bp	2.46	0.05	0.197	n.s.
D vs. Cp	1.22	0.05	0.771	n.s.
D vs. Dp	1.39	0.05	0.633	n.s.
D vs. Ep	1.53	0.05	0.535	n.s.
E vs. Ap	1.46	0.05	0.579	n.s.
E vs. Bp	2.93	0.05	0.125	n.s.
E vs. Cp	1.46	0.05	0.584	n.s.
E vs. Dp	1.66	0.05	0.464	n.s.
E vs. Ep	1.83	0.05	0.381	n.s.

(n.s.) : P-valor $\geq \alpha$: los varianzas son iguales

(*) : P-valor $< \alpha$: existe diferencia significativa entre las varianzas

2.4.3. Prueba t de peso de mil granos llenos (g) bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{iii})	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ_i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ_{iii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{iii}$)	Grados de Libertad	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo							
A vs. B	27.288	28.153	-0.865	18	0.05	0	*
A vs. C	27.288	27.864	-0.576	18	0.05	0.001	*
A vs. D	27.288	27.850	-0.562	18	0.05	0.004	*
A vs. E	27.288	28.036	-0.748	18	0.05	0.001	*
B vs. C	28.153	27.864	0.289	18	0.05	0.122	n.s.
B vs. D	28.153	27.850	0.303	18	0.05	0.135	n.s.
B vs. E	28.153	28.036	0.117	18	0.05	0.569	n.s.
C vs. D	27.864	27.850	0.014	18	0.05	0.931	n.s.
C vs. E	27.864	28.036	-0.172	18	0.05	0.324	n.s.
D vs. E	27.850	28.036	-0.187	18	0.05	0.331	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes con Fósforo							
Ap vs. Bp	27.721	27.556	0.165	18	0.05	0.253	n.s.
Ap vs. Cp	27.721	27.818	-0.097	18	0.05	0.554	n.s.
Ap vs. Dp	27.721	28.007	-0.286	18	0.05	0.084	n.s.
Ap vs. Ep	27.721	27.814	-0.093	18	0.05	0.551	n.s.
Bp vs. Cp	27.556	27.818	-0.262	18	0.05	0.077	n.s.
Bp vs. Dp	27.556	28.007	-0.450	18	0.05	0.003	*
Bp vs. Ep	27.556	27.814	-0.257	18	0.05	0.062	n.s.
Cp vs. Dp	27.818	28.007	-0.188	18	0.05	0.244	n.s.
Cp vs. Ep	27.818	27.814	0.004	18	0.05	0.978	n.s.
Dp vs. Ep	28.007	27.814	0.193	18	0.05	0.208	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo							
A vs. Ap	27.288	27.721	-0.433	18	0.05	0.014	*
A vs. Bp	27.288	27.556	-0.268	18	0.05	0.067	n.s.
A vs. Cp	27.288	27.818	-0.530	18	0.05	0.004	*
A vs. Dp	27.288	28.007	-0.719	18	0.05	0	*
A vs. Ep	27.288	27.814	-0.526	18	0.05	0.003	*
B vs. Ap	28.153	27.721	0.432	18	0.05	0.032	*
B vs. Bp	28.153	27.556	0.597	18	0.05	0.002	*
B vs. Cp	28.153	27.818	0.335	18	0.05	0.089	n.s.
B vs. Dp	28.153	28.007	0.147	18	0.05	0.431	n.s.
B vs. Ep	28.153	27.814	0.339	18	0.05	0.074	n.s.
C vs. Ap	27.864	27.721	0.143	18	0.05	0.358	n.s.
C vs. Bp	27.864	27.556	0.308	18	0.05	0.028	*
C vs. Cp	27.864	27.818	0.046	18	0.05	0.766	n.s.
C vs. Dp	27.864	28.007	-0.143	18	0.05	0.343	n.s.
C vs. Ep	27.864	27.814	0.050	18	0.05	0.73	n.s.
D vs. Ap	27.850	27.721	0.129	18	0.05	0.458	n.s.
D vs. Bp	27.850	27.556	0.293	18	0.05	0.065	n.s.
D vs. Cp	27.850	27.818	0.032	18	0.05	0.855	n.s.
D vs. Dp	27.850	28.007	-0.157	18	0.05	0.355	n.s.
D vs. Ep	27.850	27.814	0.036	18	0.05	0.827	n.s.
E vs. Ap	28.036	27.721	0.315	18	0.05	0.094	n.s.
E vs. Bp	28.036	27.556	0.480	18	0.05	0.007	*
E vs. Cp	28.036	27.818	0.218	18	0.05	0.238	n.s.
E vs. Dp	28.036	28.007	0.030	18	0.05	0.867	n.s.
E vs. Ep	28.036	27.814	0.222	18	0.05	0.21	n.s.

ANEXO 3: VARIABLES DE CRECIMIENTO

3.1. Altura de planta bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar tinajones en el valle Jequetepeque. 2014.

Tratamientos	N-0-K ₂ O					N-P ₂ O ₅ -K ₂ O				
	A (Cu-Zn-B)	B (0-Zn-B)	C (Cu-0-B)	D (Cu-Zn-0)	E (0-0-0)	Ap (Cu-Zn-B)	Bp (0-Zn-B)	Cp (Cu-0-B)	Dp (Cu-Zn-0)	Ep (0-0-0)
Número de repeticiones	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Promedio (cm)	71.667	73.400	73.783	70.133	77.750	72.250	74.350	73.917	74.167	75.033
Varianza	8.150	9.307	10.828	21.971	9.046	5.174	2.286	20.796	16.767	10.621
Desviación Estándar	2.855	3.051	3.291	4.687	3.008	2.275	1.512	4.560	4.095	3.259
Coefficiente de Variación	3.983	4.156	4.460	6.683	3.868	3.148	2.033	6.169	5.521	4.343

3.1.1. Normalidad de errores de altura de planta bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos	Estadístico de prueba	Nivel de significación (α)	P-valor	Distribución
A	Anderson Darling	0.05	0.693	Normal
B	Anderson Darling	0.05	0.74	Normal
C	Anderson Darling	0.05	0.423	Normal
D	Anderson Darling	0.05	0.253	Normal
E	Anderson Darling	0.05	0.905	Normal
Ap	Anderson Darling	0.05	0.103	Normal
Bp	Anderson Darling	0.05	0.828	Normal
Cp	Anderson Darling	0.05	0.351	Normal
Dp	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.858	Normal
Ep	Anderson Darling	0.05	0.736	Normal

3.1.2. Homogeneidad de varianza de altura de planta bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados	Estadístico de prueba F	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	0.88	0.05	0.847	n.s.
A vs. C	0.75	0.05	0.679	n.s.
A vs. D	0.37	0.05	0.156	n.s.
A vs. E	0.9	0.05	0.879	n.s.
B vs. C	0.86	0.05	0.825	n.s.
B vs. D	0.42	0.05	0.217	n.s.
B vs. E	1.03	0.05	0.967	n.s.
C vs. D	0.49	0.05	0.307	n.s.
C vs. E	1.2	0.05	0.793	n.s.
D vs. E	2.43	0.05	0.202	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	2.26	0.05	0.239	n.s.
Ap vs. Cp	0.25	0.05	0.05	n.s.
Ap vs. Dp	0.31	0.05	0.095	n.s.
Apvs. Ep	0.49	0.05	0.299	n.s.
Bp vs. Cp	0.11	0.05	0.003	*
Bp vs. Dp	0.14	0.05	0.007	*
Bp vs. Ep	0.22	0.05	0.032	*
Cp vs. Dp	1.24	0.05	0.754	n.s.
Cp vs. Ep	1.96	0.05	0.331	n.s.
Dp vs. Ep	1.58	0.05	0.507	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	1.58	0.05	0.509	n.s.
A vs. Bp	3.57	0.05	0.072	n.s.
A vs. Cp	0.39	0.05	0.179	n.s.
A vs. Dp	0.49	0.05	0.298	n.s.
A vs. Ep	0.77	0.05	0.7	n.s.
B vs. Ap	1.8	0.05	0.395	n.s.
B vs. Bp	4.07	0.05	0.048	*
B vs. Cp	0.45	0.05	0.247	n.s.
B vs. Dp	0.56	0.05	0.394	n.s.
B vs. Ep	0.88	0.05	0.847	n.s.
C vs. Ap	2.09	0.05	0.286	n.s.
C vs. Bp	4.74	0.05	0.03	*
C vs. Cp	0.52	0.05	0.345	n.s.
C vs. Dp	0.65	0.05	0.525	n.s.
C vs. Ep	1.02	0.05	0.978	n.s.
D vs. Ap	4.25	0.05	0.042	*
D vs. Bp	9.61	0.05	0.002	*
D vs. Cp	1.06	0.05	0.936	n.s.
D vs. Dp	1.31	0.05	0.694	n.s.
D vs. Ep	2.07	0.05	0.294	n.s.
E vs. Ap	1.75	0.05	0.418	n.s.
E vs. Bp	3.96	0.05	0.053	n.s.
E vs. Cp	0.43	0.05	0.231	n.s.
E vs. Dp	0.54	0.05	0.372	n.s.
E vs. Ep	0.85	0.05	0.815	n.s.

(n.s.) : P-valor $\geq \alpha$: los varianzas son iguales

(*) : P-valor $< \alpha$: existe diferencia significativa entre las varianzas

3.1.3. Prueba t de altura de planta bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{ii})	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ_i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ_{ii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{ii}$)	Grados de Libertad	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo							
A vs. B	71.67	73.40	-1.73	18	0.05	0.229	n.s.
A vs. C	71.67	73.78	-2.12	18	0.05	0.162	n.s.
A vs. D	71.67	70.13	1.53	18	0.05	0.413	n.s.
A vs. E	71.67	77.75	-6.08	18	0.05	0	*
B vs. C	73.40	73.78	-0.38	18	0.05	0.801	n.s.
B vs. D	73.40	70.13	3.27	18	0.05	0.097	n.s.
B vs. E	73.40	77.75	-4.35	18	0.05	0.007	*
C vs. D	73.78	70.13	3.65	18	0.05	0.072	n.s.
C vs. E	73.78	77.75	-3.97	18	0.05	0.016	*
D vs. E	70.13	77.75	-7.62	18	0.05	0.001	*
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo							
Ap vs. Bp	72.25	74.35	-2.10	18	0.05	0.033	*
Ap vs. Cp	72.25	73.92	-1.67	18	0.05	0.344	n.s.
Ap vs. Dp	72.25	74.17	-1.92	18	0.05	0.235	n.s.
Ap vs. Ep	72.25	75.03	-2.78	18	0.05	0.05	n.s.
Bp vs. Cp	74.35	73.92	0.43	10	0.05	0.792	n.s.
Bp vs. Dp	74.35	74.17	0.18	11	0.05	0.902	n.s.
Bp vs. Ep	74.35	75.03	-0.68	12	0.05	0.579	n.s.
Cp vs. Dp	73.92	74.17	-0.25	18	0.05	0.904	n.s.
Cp vs. Ep	73.92	75.03	-1.12	18	0.05	0.558	n.s.
Dp vs. Ep	74.17	75.03	-0.87	18	0.05	0.625	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo							
A vs. Ap	71.67	72.25	-0.58	18	0.05	0.637	n.s.
A vs. Bp	71.67	74.35	-2.68	18	0.05	0.023	*
A vs. Cp	71.67	73.92	-2.25	18	0.05	0.226	n.s.
A vs. Dp	71.67	74.17	-2.50	18	0.05	0.15	n.s.
A vs. Ep	71.67	75.03	-3.37	18	0.05	0.032	*
B vs. Ap	73.40	72.25	1.15	18	0.05	0.377	n.s.
B vs. Bp	73.40	74.35	-0.95	13	0.05	0.418	n.s.
B vs. Cp	73.40	73.92	-0.52	18	0.05	0.781	n.s.
B vs. Dp	73.40	74.17	-0.77	18	0.05	0.658	n.s.
B vs. Ep	73.40	75.03	-1.63	18	0.05	0.287	n.s.
C vs. Ap	73.78	72.25	1.53	18	0.05	0.265	n.s.
C vs. Bp	73.78	74.35	-0.57	12	0.05	0.647	n.s.
C vs. Cp	73.78	73.92	-0.13	18	0.05	0.944	n.s.
C vs. Dp	73.78	74.17	-0.38	18	0.05	0.829	n.s.
C vs. Ep	73.78	75.03	-1.25	18	0.05	0.429	n.s.
D vs. Ap	70.13	72.25	-2.12	13	0.05	0.245	n.s.
D vs. Bp	70.13	74.35	-4.22	10	0.05	0.028	*
D vs. Cp	70.13	73.92	-3.78	18	0.05	0.1	n.s.
D vs. Dp	70.13	74.17	-4.03	18	0.05	0.068	n.s.
D vs. Ep	70.13	75.03	-4.90	18	0.05	0.019	*
E vs. Ap	77.75	72.25	5.50	18	0.05	0	*
E vs. Bp	77.75	74.35	3.40	18	0.05	0.007	*
E vs. Cp	77.75	73.92	3.83	18	0.05	0.05	n.s.
E vs. Dp	77.75	74.17	3.58	18	0.05	0.049	*
E vs. Ep	77.75	75.03	2.72	18	0.05	0.083	n.s.

3.2. Número de macollos por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar tinajones en el valle Jequetepeque. 2014.

Tratamientos	N-0-K ₂ O					N-P ₂ O ₅ -K ₂ O				
	A (Cu-Zn-B)	B (0-Zn-B)	C (Cu-0-B)	D (Cu-Zn-0)	E (0-0-0)	Ap (Cu-Zn-B)	Bp (0-Zn-B)	Cp (Cu-0-B)	Dp (Cu-Zn-0)	Ep (0-0-0)
Número de repeticiones	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Promedio	387.000	351.000	404.400	354.000	364.200	403.800	354.000	366.900	362.700	369.600
Varianza	2138.400	3675.600	2141.640	1252.800	2313.360	961.560	2187.000	2494.890	683.010	2496.240
Desviación Estándar	46.243	60.627	46.278	35.395	48.097	31.009	46.765	49.949	26.134	49.962
Coefficiente de Variación	11.949	17.273	11.444	9.999	13.206	7.679	13.211	13.614	7.206	13.518

3.2.1. Normalidad de errores del número de macollos por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos	Estadístico de prueba	Nivel de significación (α)	P-valor	Distribución
A	Anderson Darling	0.05	0.686	Normal
B	Anderson Darling	0.05	0.252	Normal
C	Anderson Darling	0.05	0.059	Normal
D	Anderson Darling	0.05	0.198	Normal
E	Anderson Darling	0.05	0.839	Normal
Ap	Anderson Darling	0.05	0.229	Normal
Bp	Anderson Darling	0.05	0.798	Normal
Cp	Anderson Darling	0.05	0.699	Normal
Dp	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
Ep	Anderson Darling	0.05	0.549	Normal

3.2.2. Homogeneidad de varianza del número de macollos por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados	Estadístico de prueba F	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	0.58	0.05	0.432	n.s.
A vs. C	1	0.05	0.998	n.s.
A vs. D	1.71	0.05	0.438	n.s.
A vs. E	0.92	0.05	0.909	n.s.
B vs. C	1.72	0.05	0.433	n.s.
B vs. D	2.93	0.05	0.125	n.s.
B vs. E	1.59	0.05	0.501	n.s.
C vs. D	1.71	0.05	0.437	n.s.
C vs. E	0.93	0.05	0.91	n.s.
D vs. E	0.54	0.05	0.374	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	0.44	0.05	0.237	n.s.
Ap vs. Cp	0.39	0.05	0.172	n.s.
Ap vs. Dp	1.41	0.05	0.619	n.s.
Apvs. Ep	0.39	0.05	0.171	n.s.
Bp vs. Cp	0.88	0.05	0.848	n.s.
Bp vs. Dp	3.2	0.05	0.098	n.s.
Bp vs. Ep	0.88	0.05	0.847	n.s.
Cp vs. Dp	3.65	0.05	0.067	n.s.
Cp vs. Ep	1	0.05	0.999	n.s.
Dp vs. Ep	0.27	0.05	0.067	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	2.22	0.05	0.25	n.s.
A vs. Bp	0.98	0.05	0.974	n.s.
A vs. Cp	0.86	0.05	0.822	n.s.
A vs. Dp	3.13	0.05	0.104	n.s.
A vs. Ep	0.86	0.05	0.821	n.s.
B vs. Ap	3.82	0.05	0.059	n.s.
B vs. Bp	1.68	0.05	0.451	n.s.
B vs. Cp	1.47	0.05	0.573	n.s.
B vs. Dp	5.38	0.05	0.02	*
B vs. Ep	1.47	0.05	0.574	n.s.
C vs. Ap	2.23	0.05	0.249	n.s.
C vs. Bp	0.98	0.05	0.976	n.s.
C vs. Cp	0.86	0.05	0.824	n.s.
C vs. Dp	3.14	0.05	0.104	n.s.
C vs. Ep	0.86	0.05	0.823	n.s.
D vs. Ap	1.3	0.05	0.7	n.s.
D vs. Bp	0.57	0.05	0.419	n.s.
D vs. Cp	0.5	0.05	0.319	n.s.
D vs. Dp	1.83	0.05	0.38	n.s.
D vs. Ep	0.5	0.05	0.319	n.s.
E vs. Ap	2.41	0.05	0.207	n.s.
E vs. Bp	1.06	0.05	0.935	n.s.
E vs. Cp	0.93	0.05	0.912	n.s.
E vs. Dp	3.39	0.05	0.084	n.s.
E vs. Ep	0.93	0.05	0.912	n.s.

(n.s.) : P-valor $\geq \alpha$: los varianzas son iguales

(*) : P-valor $< \alpha$: existe diferencia significativa entre las varianzas

3.2.3. Prueba t del número de macollos por metro cuadrado bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{ii})	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ_i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ_{ii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{ii}$)	Grados de Libertad	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo							
A vs. B	387	351	36	18	0.05	0.174	n.s.
A vs. C	387	404	-17	18	0.05	0.435	n.s.
A vs. D	387	354	33	18	0.05	0.106	n.s.
A vs. E	387	364	23	18	0.05	0.319	n.s.
B vs. C	351	404	-53	18	0.05	0.05	n.s.
B vs. D	351	354	-3	18	0.05	0.899	n.s.
B vs. E	351	364	-13	18	0.05	0.615	n.s.
C vs. D	404	354	50	18	0.05	0.018	*
C vs. E	404	364	40	18	0.05	0.088	n.s.
D vs. E	354	364	-10	18	0.05	0.615	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo							
Ap vs. Bp	404	354	50	18	0.05	0.016	*
Ap vs. Cp	404	367	37	18	0.05	0.076	n.s.
Ap vs. Dp	404	363	41	18	0.05	0.007	*
Ap vs. Ep	404	370	34	18	0.05	0.098	n.s.
Bp vs. Cp	354	367	-13	18	0.05	0.579	n.s.
Bp vs. Dp	354	363	-9	18	0.05	0.632	n.s.
Bp vs. Ep	354	370	-16	18	0.05	0.503	n.s.
Cp vs. Dp	367	363	4	18	0.05	0.826	n.s.
Cp vs. Ep	367	370	-3	18	0.05	0.91	n.s.
Dp vs. Ep	363	370	-7	18	0.05	0.718	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo							
A vs. Ap	387	404	-17	18	0.05	0.377	n.s.
A vs. Bp	387	354	33	18	0.05	0.15	n.s.
A vs. Cp	387	367	20	18	0.05	0.387	n.s.
A vs. Dp	387	363	24	18	0.05	0.187	n.s.
A vs. Ep	387	370	17	18	0.05	0.453	n.s.
B vs. Ap	351	404	-53	18	0.05	0.032	*
B vs. Bp	351	354	-3	18	0.05	0.908	n.s.
B vs. Cp	351	367	-16	18	0.05	0.551	n.s.
B vs. Dp	351	363	-12	12	0.05	0.605	n.s.
B vs. Ep	351	370	-19	18	0.05	0.487	n.s.
C vs. Ap	404	404	0	18	0.05	0.975	n.s.
C vs. Bp	404	354	50	18	0.05	0.034	*
C vs. Cp	404	367	37	18	0.05	0.116	n.s.
C vs. Dp	404	363	41	18	0.05	0.03	*
C vs. Ep	404	370	34	18	0.05	0.143	n.s.
D vs. Ap	354	404	-50	18	0.05	0.005	*
D vs. Bp	354	354	0	18	0.05	1	n.s.
D vs. Cp	354	367	-13	18	0.05	0.535	n.s.
D vs. Dp	354	363	-9	18	0.05	0.56	n.s.
D vs. Ep	354	370	-16	18	0.05	0.455	n.s.
E vs. Ap	364	404	-40	18	0.05	0.053	n.s.
E vs. Bp	364	354	10	18	0.05	0.654	n.s.
E vs. Cp	364	367	-3	18	0.05	0.908	n.s.
E vs. Dp	364	363	1	18	0.05	0.935	n.s.
E vs. Ep	364	370	-6	18	0.05	0.818	n.s.

ANEXO 4: índices de cosecha bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar tinajones en el valle Jequetepeque. 2014.

Tratamientos	N-0-K ₂ O					N-P ₂ O ₅ -K ₂ O				
	A (Cu-Zn-B)	B (0-Zn-B)	C (Cu-0-B)	D (Cu-Zn-0)	E (0-0-0)	Ap (Cu-Zn-B)	Bp (0-Zn-B)	Cp (Cu-0-B)	Dp (Cu-Zn-0)	Ep (0-0-0)
Número de repeticiones	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Promedio	0.648	0.620	0.642	0.622	0.605	0.614	0.571	0.608	0.580	0.546
Varianza	0.003	0.002	0.001	0.003	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002
Desviación Estándar	0.053	0.046	0.030	0.052	0.034	0.030	0.042	0.043	0.038	0.041
Coefficiente de Variación	8.101	7.394	4.621	8.314	5.659	4.914	7.437	7.135	6.549	7.557

4.1. Normalidad de errores del índice de cosecha bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos	Estadístico de prueba	Nivel de significación (α)	P-valor	Distribución
A	Anderson Darling	0.05	0.866	Normal
B	Anderson Darling	0.05	0.851	Normal
C	Anderson Darling	0.05	0.335	Normal
D	Anderson Darling	0.05	0.712	Normal
E	Anderson Darling	0.05	0.644	Normal
Ap	Anderson Darling	0.05	0.994	Normal
Bp	Anderson Darling	0.05	0.293	Normal
Cp	Anderson Darling	0.05	0.169	Normal
Dp	Anderson Darling	0.05	0.466	Normal
Ep	Anderson Darling	0.05	0.255	Normal

4.2. Homogeneidad de varianza de índice de cosecha bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados	Estadístico de prueba F	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	1.31	0.05	0.692	n.s.
A vs. C	3.13	0.05	0.104	n.s.
A vs. D	1.03	0.05	0.966	n.s.
A vs. E	2.35	0.05	0.218	n.s.
B vs. C	2.39	0.05	0.211	n.s.
B vs. D	0.79	0.05	0.724	n.s.
B vs. E	1.79	0.05	0.397	n.s.
C vs. D	0.33	0.05	0.113	n.s.
C vs. E	0.75	0.05	0.678	n.s.
D vs. E	2.29	0.05	0.234	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	0.5	0.05	0.323	n.s.
Ap vs. Cp	0.48	0.05	0.294	n.s.
Ap vs. Dp	0.63	0.05	0.504	n.s.
Ap vs. Ep	0.53	0.05	0.363	n.s.
Bp vs. Cp	0.96	0.05	0.95	n.s.
Bp vs. Dp	1.25	0.05	0.744	n.s.
Bp vs. Ep	1.06	0.05	0.935	n.s.
Cp vs. Dp	1.31	0.05	0.697	n.s.
Cp vs. Ep	1.1	0.05	0.886	n.s.
Dp vs. Ep	0.84	0.05	0.806	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo vs. con Fósforo				
A vs. Ap	3.03	0.05	1.114	n.s.
A vs. Bp	1.53	0.05	0.537	n.s.
A vs. Cp	1.46	0.05	0.579	n.s.
A vs. Dp	1.91	0.05	0.348	n.s.
A vs. Ep	1.62	0.05	0.486	n.s.
B vs. Ap	2.31	0.05	0.229	n.s.
B vs. Bp	1.17	0.05	0.824	n.s.
B vs. Cp	1.12	0.05	0.873	n.s.
B vs. Dp	1.46	0.05	0.583	n.s.
B vs. Ep	1.23	0.05	0.761	n.s.
C vs. Ap	0.97	0.05	0.962	n.s.
C vs. Bp	0.49	0.05	0.301	n.s.
C vs. Cp	0.47	0.05	0.273	n.s.
C vs. Dp	0.61	0.05	0.475	n.s.
C vs. Ep	0.52	0.05	0.339	n.s.
D vs. Ap	2.94	0.05	0.124	n.s.
D vs. Bp	1.48	0.05	0.566	n.s.
D vs. Cp	1.42	0.05	0.608	n.s.
D vs. Dp	1.86	0.05	0.37	n.s.
D vs. Ep	1.57	0.05	0.513	n.s.
E vs. Ap	1.29	0.05	0.713	n.s.
E vs. Bp	0.65	0.05	0.53	n.s.
E vs. Cp	0.62	0.05	0.491	n.s.
E vs. Dp	0.81	0.05	0.762	n.s.
E vs. Ep	0.69	0.05	0.584	n.s.

(n.s.) : P-valor $\geq \alpha$: los varianzas son iguales

(*) : P-valor $< \alpha$: existe diferencia significativa entre las varianzas

4.3. Prueba t del índice de cosecha bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{ii})	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ_i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ_{ii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{ii}$)	Grados de Libertad	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo							
A vs. B	0.6481	0.6200	0.0282	18	0.05	0.241	n.s.
A vs. C	0.6481	0.6423	0.0058	18	0.05	0.775	n.s.
A vs. D	0.6481	0.6223	0.0259	18	0.05	0.307	n.s.
A vs. E	0.6481	0.6047	0.0434	18	0.05	0.052	n.s.
B vs. C	0.6200	0.6423	-0.0223	18	0.05	0.236	n.s.
B vs. D	0.6200	0.6223	-0.0023	18	0.05	0.921	n.s.
B vs. E	0.6200	0.6047	0.0152	18	0.05	0.435	n.s.
C vs. D	0.6423	0.6223	0.0200	18	0.05	0.327	n.s.
C vs. E	0.6423	0.6047	0.0376	18	0.05	0.023	*
D vs. E	0.6223	0.6047	0.0175	18	0.05	0.408	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo							
Ap vs. Bp	0.6140	0.5711	0.0429	18	0.05	0.024	*
Ap vs. Cp	0.6140	0.6081	0.0059	18	0.05	0.741	n.s.
Ap vs. Dp	0.6140	0.5796	0.0344	18	0.05	0.047	*
Ap vs. Ep	0.6140	0.5465	0.0675	18	0.05	0.001	*
Bp vs. Cp	0.5711	0.6081	-0.0370	18	0.05	0.084	n.s.
Bp vs. Dp	0.5711	0.5796	-0.0086	18	0.05	0.657	n.s.
Bp vs. Ep	0.5711	0.5465	0.0246	18	0.05	0.229	n.s.
Cp vs. Dp	0.6081	0.5796	0.0285	18	0.05	0.156	n.s.
Cp vs. Ep	0.6081	0.5465	0.0616	18	0.05	0.006	*
Dp vs. Ep	0.5796	0.5465	0.0331	18	0.05	0.093	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo							
A vs. Ap	0.6481	0.6140	0.0341	18	0.05	0.108	n.s.
A vs. Bp	0.6481	0.5711	0.0771	18	0.05	0.003	*
A vs. Cp	0.6481	0.6081	0.0400	18	0.05	0.095	n.s.
A vs. Dp	0.6481	0.5796	0.0685	18	0.05	0.005	*
A vs. Ep	0.6481	0.5465	0.1016	18	0.05	0	*
B vs. Ap	0.6200	0.6140	0.0059	18	0.05	0.749	n.s.
B vs. Bp	0.6200	0.5711	0.0489	18	0.05	0.031	*
B vs. Cp	0.6200	0.6081	0.0119	18	0.05	0.58	n.s.
B vs. Dp	0.6200	0.5796	0.0403	18	0.05	0.057	n.s.
B vs. Ep	0.6200	0.5465	0.0735	18	0.05	0.002	*
C vs. Ap	0.6423	0.6140	0.0283	18	0.05	0.06	n.s.
C vs. Bp	0.6423	0.5711	0.0712	18	0.05	0.001	*
C vs. Cp	0.6423	0.6081	0.0342	18	0.05	0.067	n.s.
C vs. Dp	0.6423	0.5796	0.0627	18	0.05	0.001	*
C vs. Ep	0.6423	0.5465	0.0958	18	0.05	0	*
D vs. Ap	0.6223	0.6140	0.0083	18	0.05	0.684	n.s.
D vs. Bp	0.6223	0.5711	0.0512	18	0.05	0.034	*
D vs. Cp	0.6223	0.6081	0.0142	18	0.05	0.537	n.s.
D vs. Dp	0.6223	0.5796	0.0426	18	0.05	0.062	n.s.
D vs. Ep	0.6223	0.5465	0.0758	18	0.05	0.003	*
E vs. Ap	0.6047	0.6140	-0.0093	18	0.05	0.55	n.s.
E vs. Bp	0.6047	0.5711	0.0337	18	0.05	0.08	n.s.
E vs. Cp	0.6047	0.6081	-0.0034	18	0.05	0.858	n.s.
E vs. Dp	0.6047	0.5796	0.0251	18	0.05	0.158	n.s.
E vs. Ep	0.6047	0.5465	0.0582	18	0.05	0.004	*

ANEXO 5: CALIDAD MOLINERA

5.1. Efecto de la fertilización con fósforo en la calidad molinera

5.1.1. Normalidad de errores de la calidad molinera bajo el efecto de la fertilización con fósforo en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Variable	Tratamientos	Estadístico de prueba	Nivel de significación (α)	P-valor	Distribución
Porcentaje de rendimiento de molinería	N-0-K ₂ O	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
Porcentaje de granos quebrados	N-0-K ₂ O	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
Porcentaje de granos enteros	N-0-K ₂ O	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
Índice de formaciones tizas	N-0-K ₂ O	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.01	0.047	Normal
	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Anderson Darlin	0.01	0.284	Normal

5.1.2. Homogeneidad de varianza de la calidad molinera bajo el efecto de la fertilización con fósforo en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Variable	Tratamientos comparados	Estadístico de prueba F	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Porcentaje de rendimiento de molinería	(N-0-K ₂ O) vs (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	0.91	0.05	0.736	n.s
Porcentaje de granos quebrados	(N-0-K ₂ O) vs (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	1.37	0.05	0.277	n.s.
Porcentaje de granos enteros	(N-0-K ₂ O) vs (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	1.24	0.05	0.448	n.s.
Índice de formaciones tizas	(N-0-K ₂ O) vs (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	1.83	0.05	0.037	*

5.1.3. Prueba t de la calidad molinera bajo el efecto de la fertilización con fósforo en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Varibles	Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{ii})	Promedio de N-0-K ₂ O (μ_i)	Promedio de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (μ_{ii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{ii}$)	Grados de libertad	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Porcentaje de rendimiento de molinería	(N-0-K ₂ O) vs (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	70.8	71.0	-0.2	98	0.05	0.361	n.s.
Porcentaje de granos quebrados	(N-0-K ₂ O) vs (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	3.8	3.1	0.7	98	0.05	0	*
Porcentaje de granos enteros	(N-0-K ₂ O) vs (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	67	67.9	-0.9	98	0.05	0	*
Índice de formaciones tizosas	(N-0-K ₂ O) vs (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	0.345	0.327	0.018	90	0.05	0.633	n.s.

5.2. Efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en la calidad molinera.

5.2.1. Porcentaje de Rendimiento de molinería bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar tinajones en el valle Jequetepeque. 2014.

Tratamientos	N-0-K ₂ O					N-P ₂ O ₅ -K ₂ O				
	A (Cu-Zn-B)	B (0-Zn-B)	C (Cu-0-B)	D (Cu-Zn-0)	E (0-0-0)	Ap (Cu-Zn-B)	Bp (0-Zn-B)	Cp (Cu-0-B)	Dp (Cu-Zn-0)	Ep (0-0-0)
Número de repeticiones	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Promedio (%)	70.7	70.8	71.0	71.0	70.6	70.2	71.0	71.3	71.4	71.0
Varianza	0.8	0.4	0.6	1.0	0.6	1.6	0.2	0.4	0.4	0.4
Desviación Estándar	0.9	0.6	0.8	1.0	0.8	1.2	0.4	0.6	0.7	0.6
Coefficiente de Variación	1.3	0.8	1.1	1.4	1.1	1.8	0.6	0.9	0.9	0.9

5.2.1.1. Normalidad de errores del porcentaje de rendimiento de molinería bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos	Estadístico de prueba	Nivel de significación (α)	P-valor	Distribución
A	Anderson Darling	0.05	0.177	Nomal
B	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Nomal
C	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Nomal
D	Anderson Darling	0.05	0.082	Nomal
E	Anderson Darling	0.05	0.051	Nomal
Ap	Anderson Darling	0.05	0.536	Nomal
Bp	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Nomal
Cp	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Nomal
Dp	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Nomal
Ep	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Nomal

5.2.1.2. Homogeneidad de varianza del porcentaje de rendimiento de molinería bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados	Estadístico de prueba F	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	2.25	0.05	0.243	n.s.
A vs. C	1.35	0.05	0.662	n.s.
A vs. D	0.81	0.05	0.759	n.s.
A vs. E	1.27	0.05	0.731	n.s.
B vs. C	0.6	0.05	0.458	n.s.
B vs. D	0.36	0.05	0.144	n.s.
B vs. E	0.56	0.05	0.404	n.s.
C vs. D	0.6	0.05	0.458	n.s.
C vs. E	0.94	0.05	0.925	n.s.
D vs. E	1.56	0.05	0.517	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	7.8	0.05	0.005	n.s.
Ap vs. Cp	3.8	0.05	0.059	n.s.
Ap vs. Dp	3.55	0.05	0.073	n.s.
Ap vs. Ep	3.9	0.05	0.055	n.s.
Bp vs. Cp	0.49	0.05	0.3	n.s.
Bp vs. Dp	0.45	0.05	0.256	n.s.
Bp vs. Ep	0.5	0.05	0.316	n.s.
Cp vs. Dp	0.93	0.05	0.918	n.s.
Cp vs. Ep	1.02	0.05	0.971	n.s.
Dp vs. Ep	1.1	0.05	0.889	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	0.52	0.05	0.343	n.s.
A vs. Bp	4.05	0.05	0.049	*
A vs. Cp	1.98	0.05	0.325	n.s.
A vs. Dp	1.84	0.05	0.377	n.s.
A vs. Ep	2.02	0.05	0.308	n.s.
B vs. Ap	0.23	0.05	0.04	*
B vs. Bp	1.8	0.05	0.394	n.s.
B vs. Cp	0.88	0.05	0.85	n.s.
B vs. Dp	0.82	0.05	0.77	n.s.
B vs. Ep	0.9	0.05	0.878	n.s.
C vs. Ap	0.38	0.05	0.171	n.s.
C vs. Bp	3	0.05	0.117	n.s.
C vs. Cp	1.46	0.05	0.58	n.s.
C vs. Dp	1.36	0.05	0.652	n.s.
C vs. Ep	1.5	0.05	0.555	n.s.
D vs. Ap	0.64	0.05	0.518	n.s.
D vs. Bp	5	0.05	0.025	*
D vs. Cp	2.44	0.05	0.2	n.s.
D vs. Dp	2.27	0.05	0.237	n.s.
D vs. Ep	2.5	0.05	0.188	n.s.
E vs. Ap	0.41	0.05	0.201	n.s.
E vs. Bp	3.2	0.05	0.098	n.s.
E vs. Cp	1.56	0.05	0.518	n.s.
E vs. Dp	1.45	0.05	0.586	n.s.
E vs. Ep	1.6	0.05	0.495	n.s.

(n.s.) : P-valor $\geq \alpha$: los varianzas son iguales

(*) : P-valor $< \alpha$: existe diferencia significativa entre las varianzas

5.2.1.3. Prueba t del porcentaje de rendimiento de molinería bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{ii})	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ_i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ_{ii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{ii}$)	Grados de Libertad	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo							
A vs. B	70.7	70.8	-0.1	18	0.05	0.785	n.s.
A vs. C	70.7	71	-0.3	18	0.05	0.458	n.s.
A vs. D	70.7	71	-0.3	18	0.05	0.512	n.s.
A vs. E	70.7	70.6	0.1	18	0.05	0.806	n.s.
B vs. C	70.8	71	-0.2	18	0.05	0.548	n.s.
B vs. D	70.8	71	-0.2	18	0.05	0.613	n.s.
B vs. E	70.8	70.6	0.2	18	0.05	0.556	n.s.
C vs. D	71	71	0	18	0.05	1	n.s.
C vs. E	71	70.6	0.4	18	0.05	0.295	n.s.
D vs. E	71	70.6	0.4	18	0.05	0.361	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo							
Ap vs. Bp	70.2	71	-0.8	11	0.05	0.098	n.s.
Ap vs. Cp	70.2	71.3	-1.1	18	0.05	0.03	*
Ap vs. Dp	70.2	71.4	-1.2	18	0.05	0.02	*
Ap vs. Ep	70.2	71	-0.8	18	0.05	0.104	n.s.
Bp vs. Cp	71	71.3	-0.3	18	0.05	0.264	n.s.
Bp vs. Dp	71	71.4	-0.4	18	0.05	0.151	n.s.
Bp vs. Ep	71	71	0	18	0.05	1	n.s.
Cp vs. Dp	71.3	71.4	-0.1	18	0.05	0.749	n.s.
Cp vs. Ep	71.3	71	0.3	18	0.05	0.331	n.s.
Dp vs. Ep	71.4	71	0.4	18	0.05	0.207	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo							
A vs. Ap	70.7	70.2	0.5	18	0.05	0.343	n.s.
A vs. Bp	70.7	71	-0.3	13	0.05	0.387	n.s.
A vs. Cp	70.7	71.3	-0.6	18	0.05	0.121	n.s.
A vs. Dp	70.7	71.4	-0.7	18	0.05	0.077	n.s.
A vs. Ep	70.7	71	-0.3	18	0.05	0.424	n.s.
B vs. Ap	70.8	70.2	0.6	12	0.05	0.218	n.s.
B vs. Bp	70.8	71	-0.2	18	0.05	0.433	n.s.
B vs. Cp	70.8	71.3	-0.5	18	0.05	0.105	n.s.
B vs. Dp	70.8	71.4	-0.6	18	0.05	0.059	n.s.
B vs. Ep	70.8	71	-0.2	18	0.05	0.5	n.s.
C vs. Ap	71	70.2	0.8	18	0.05	0.12	n.s.
C vs. Bp	71	71	0	18	0.05	1	n.s.
C vs. Cp	71	71.3	-0.3	18	0.05	0.382	n.s.
C vs. Dp	71	71.4	-0.4	18	0.05	0.255	n.s.
C vs. Ep	71	71	0	18	0.05	1	n.s.
D vs. Ap	71	70.2	0.8	18	0.05	0.151	n.s.
D vs. Bp	71	71	0	12	0.05	1	n.s.
D vs. Cp	71	71.3	-0.3	18	0.05	0.458	n.s.
D vs. Dp	71	71.4	-0.4	18	0.05	0.331	n.s.
D vs. Ep	71	71	0	18	0.05	1	n.s.
E vs. Ap	70.6	70.2	0.4	18	0.05	0.429	n.s.
E vs. Bp	70.6	71	-0.4	18	0.05	0.207	n.s.
E vs. Cp	70.6	71.3	-0.7	18	0.05	0.055	n.s.
E vs. Dp	70.6	71.4	-0.8	18	0.05	0.033	*
E vs. Ep	70.6	71	-0.4	18	0.05	0.255	n.s.

5.2.2. Porcentaje de granos quebrados bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar tinajones en el valle Jequetepeque. 2014.

Tratamientos	N-0-K ₂ O					N-P ₂ O ₅ -K ₂ O				
	A (Cu-Zn-B)	B (0-Zn-B)	C (Cu-0-B)	D (Cu-Zn-0)	E (0-0-0)	Ap (Cu-Zn-B)	Bp (0-Zn-B)	Cp (Cu-0-B)	Dp (Cu-Zn-0)	Ep (0-0-0)
Número de repeticiones	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Promedio (%)	3.3	3.8	4.1	4.1	3.5	2.8	3.0	3.1	3.2	3.3
Varianza	1.0	0.6	0.9	0.3	0.3	0.6	0.4	0.5	0.6	0.4
Desviación Estándar	1.0	0.7	0.9	0.5	0.5	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6
Coefficiente de Variación	30.5	19.7	23.0	13.1	14.3	26.7	21.1	22.6	23.4	19.4

5.2.2.1. Normalidad de errores del porcentaje de granos quebrados bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos	Estadístico de prueba	Nivel de significación (α)	P-valor	Distribución
A	Anderson Darling	0.05	0.085	Normal
B	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
C	Anderson Darling	0.05	0.13	Normal
D	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
E	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
Ap	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
Bp	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
Cp	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
Dp	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
Ep	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal

5.2.2.2. Homogeneidad de varianza del porcentaje de granos quebrados bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados	Estadístico de prueba F	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	1.8	0.05	0.393	n.s.
A vs. C	1.13	0.05	0.854	n.s.
A vs. D	3.48	0.05	0.077	n.s.
A vs. E	4.04	0.05	0.05	n.s.
B vs. C	0.63	0.05	0.501	n.s.
B vs. D	1.93	0.05	0.341	n.s.
B vs. E	2.24	0.05	0.245	n.s.
C vs. D	3.07	0.05	0.11	n.s.
C vs. E	3.56	0.05	0.072	n.s.
D vs. E	1.16	0.05	0.829	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	1.4	0.05	0.624	n.s.
Ap vs. Cp	1.14	0.05	0.846	n.s.
Ap vs. Dp	1	0.05	1	n.s.
Apvs. Ep	1.37	0.05	0.65	n.s.
Bp vs. Cp	0.82	0.05	0.767	n.s.
Bp vs. Dp	0.71	0.05	0.624	n.s.
Bp vs. Ep	0.98	0.05	0.971	n.s.
Cp vs. Dp	0.87	0.05	0.846	n.s.
Cp vs. Ep	1.2	0.05	0.795	n.s.
Dp vs. Ep	1.37	0.05	0.65	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	1.8	0.05	0.393	n.s.
A vs. Bp	2.53	0.05	0.184	n.s.
A vs. Cp	2.06	0.05	0.296	n.s.
A vs. Dp	1.8	0.05	0.393	n.s.
A vs. Ep	2.46	0.05	0.195	n.s.
B vs. Ap	1	0.05	1	n.s.
B vs. Bp	1.4	0.05	0.624	n.s.
B vs. Cp	1.14	0.05	0.846	n.s.
B vs. Dp	1	0.05	1	n.s.
B vs. Ep	1.37	0.05	0.65	n.s.
C vs. Ap	1.59	0.05	0.501	n.s.
C vs. Bp	2.22	0.05	0.249	n.s.
C vs. Cp	1.82	0.05	0.387	n.s.
C vs. Dp	1.59	0.05	0.501	n.s.
C vs. Ep	2.17	0.05	0.264	n.s.
D vs. Ap	0.52	0.05	0.341	n.s.
D vs. Bp	0.72	0.05	0.64	n.s.
D vs. Cp	0.59	0.05	0.447	n.s.
D vs. Dp	0.52	0.05	0.341	n.s.
D vs. Ep	0.71	0.05	0.614	n.s.
E vs. Ap	0.45	0.05	0.245	n.s.
E vs. Bp	0.63	0.05	0.495	n.s.
E vs. Cp	0.51	0.05	0.331	n.s.
E vs. Dp	0.45	0.05	0.245	n.s.
E vs. Ep	0.61	0.05	0.473	n.s.

(n.s.) : P-valor $\geq \alpha$: los varianzas son iguales

(*) : P-valor $< \alpha$: existe diferencia significativa entre las varianzas

5.2.2.3. Prueba t del porcentaje de granos quebrados bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{ii})	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ_i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ_{ii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{ii}$)	Grados de Libertad	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo							
A vs. B	3.3	3.8	-0.5	18	0.05	0.247	n.s.
A vs. C	3.3	4.1	-0.8	18	0.05	0.099	n.s.
Avs.D	3.3	4.1	-0.8	18	0.05	0.05	n.s.
A vs.E	3.3	3.5	-0.2	18	0.05	0.6	n.s.
B vs. C	3.8	4.1	-0.3	18	0.05	0.464	n.s.
B vs. D	3.8	4.1	-0.3	18	0.05	0.342	n.s.
B vs. E	3.8	3.5	0.3	18	0.05	0.331	n.s.
C vs. D	4.1	4.1	0.0	18	0.05	1	n.s.
C vs. E	4.1	3.5	0.6	18	0.05	0.109	n.s.
D vs. E	4.1	3.5	0.6	18	0.05	0.025	*
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo							
Ap vs. Bp	2.8	3.0	-0.2	18	0.05	0.548	n.s.
Ap vs. Cp	2.8	3.1	-0.3	18	0.05	0.391	n.s.
Ap vs.Dp	2.8	3.2	-0.4	18	0.05	0.272	n.s.
Apvs. Ep	2.8	3.3	-0.5	18	0.05	0.145	n.s.
Bp vs. Cp	3.0	3.1	-0.1	18	0.05	0.754	n.s.
Bp vs. Dp	3.0	3.2	-0.2	18	0.05	0.548	n.s.
Bp vs. Ep	3.0	3.3	-0.3	18	0.05	0.331	n.s.
Cp vs. Dp	3.1	3.2	-0.1	18	0.05	0.773	n.s.
Cp vs. Ep	3.1	3.3	-0.2	18	0.05	0.535	n.s.
Dp vs. Ep	3.2	3.3	-0.1	18	0.05	0.764	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo							
A vs. Ap	3.3	2.8	0.5	18	0.05	0.247	n.s.
A vs. Bp	3.3	3.0	0.3	18	0.05	0.458	n.s.
A vs. Cp	3.3	3.1	0.2	18	0.05	0.63	n.s.
A vs. Dp	3.3	3.2	0.1	18	0.05	0.813	n.s.
A vs. Ep	3.3	3.3	0.0	18	0.05	1	n.s.
B vs. Ap	3.8	2.8	1.0	18	0.05	0.011	*
B vs. Bp	3.8	3.0	0.8	18	0.05	0.025	*
B vs. Cp	3.8	3.1	0.7	18	0.05	0.055	n.s.
B vs. Dp	3.8	3.2	0.6	18	0.05	0.106	n.s.
B vs. Ep	3.8	3.3	0.5	18	0.05	0.145	n.s.
C vs. Ap	4.1	2.8	1.3	18	0.05	0.005	*
C vs. Bp	4.1	3.0	1.1	18	0.05	0.009	*
C vs. Cp	4.1	3.1	1.0	18	0.05	0.02	*
C vs. Dp	4.1	3.2	0.9	18	0.05	0.038	*
C vs. Ep	4.1	3.3	0.8	18	0.05	0.05	n.s.
D vs. Ap	4.1	2.8	1.3	18	0.05	0.001	*
D vs. Bp	4.1	3.0	1.1	18	0.05	0.001	*
D vs. Cp	4.1	3.1	1.0	18	0.05	0.003	*
D vs. Dp	4.1	3.2	0.9	18	0.05	0.009	*
D vs. Ep	4.1	3.3	0.8	18	0.05	0.01	*
E vs. Ap	3.5	2.8	0.7	18	0.05	0.031	*
E vs. Bp	3.5	3.0	0.5	18	0.05	0.079	n.s.
E vs. Cp	3.5	3.1	0.4	18	0.05	0.18	n.s.
E vs. Dp	3.5	3.2	0.3	18	0.05	0.331	n.s.
E vs. Ep	3.5	3.3	0.2	18	0.05	0.47	n.s.

5.2.3. Porcentaje de granos enteros bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos	N-0-K ₂ O					N-P ₂ O ₅ -K ₂ O				
	A (Cu-Zn-B)	B (0-Zn-B)	C (Cu-0-B)	D (Cu-Zn-0)	E (0-0-0)	Ap (Cu-Zn-B)	Bp (0-Zn-B)	Cp (Cu-0-B)	Dp (Cu-Zn-0)	Ep (0-0-0)
Número de repeticiones	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Promedio (%)	67.4	67.0	66.9	66.9	67.1	67.4	68.0	68.2	68.2	67.7
Varianza	1.8	0.8	1.5	1.1	0.9	1.4	0.4	1.0	0.8	1.0
Desviación Estándar	1.4	0.9	1.2	1.0	0.9	1.2	0.6	1.0	0.9	1.0
Coefficiente de Variación	2.0	1.3	1.8	1.6	1.4	1.8	0.9	1.4	1.3	1.5

5.2.3.1. Normalidad de errores del porcentaje de granos enteros bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos	Estadístico de prueba	Nivel de significación (α)	P-valor	Distribución
A	Anderson Darling	0.05	0.424	Normal
B	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
C	Anderson Darling	0.05	0.277	Normal
D	Anderson Darling	0.05	0.12	Normal
E	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
Ap	Anderson Darling	0.05	0.394	Normal
Bp	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
Cp	Anderson Darling	0.05	0.176	Normal
Dp	Anderson Darling	0.05	0.072	Normal
Ep	Anderson Darling	0.05	0.085	Normal

5.2.3.2. Homogeneidad de varianza del porcentaje de granos enteros bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados	Estadístico de prueba F	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	2.3	0.05	0.231	n.s.
A vs. C	1.23	0.05	0.758	n.s.
A vs. D	1.69	0.05	0.447	n.s.
A vs. E	2.07	0.05	0.294	n.s.
B vs. C	0.54	0.05	0.368	n.s.
B vs. D	0.73	0.05	0.652	n.s.
B vs. E	0.9	0.05	0.876	n.s.
C vs. D	1.37	0.05	0.649	n.s.
C vs. E	1.67	0.05	0.455	n.s.
D vs. E	1.22	0.05	0.768	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	3.6	0.05	0.07	n.s.
Ap vs. Cp	1.5	0.05	0.555	n.s.
Ap vs. Dp	1.89	0.05	0.355	n.s.
Apvs. Ep	1.43	0.05	0.606	n.s.
Bp vs. Cp	0.42	0.05	0.208	n.s.
Bp vs. Dp	0.53	0.05	0.353	n.s.
Bp vs. Ep	0.4	0.05	0.184	n.s.
Cp vs. Dp	1.26	0.05	0.734	n.s.
Cp vs. Ep	0.95	0.05	0.941	n.s.
Dp vs. Ep	0.75	0.05	0.679	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	1.28	0.05	0.721	n.s.
A vs. Bp	4.6	0.05	0.033	*
A vs. Cp	1.92	0.05	0.347	n.s.
A vs. Dp	2.42	0.05	0.204	n.s.
A vs. Ep	1.82	0.05	0.385	n.s.
B vs. Ap	0.56	0.05	0.394	n.s.
B vs. Bp	2	0.05	0.316	n.s.
B vs. Cp	0.82	0.05	0.79	n.s.
B vs. Dp	1.05	0.05	0.94	n.s.
B vs. Ep	0.79	0.05	0.734	n.s.
C vs. Ap	1.03	0.05	0.96	n.s.
C vs. Bp	3.72	0.05	0.063	n.s.
C vs. Cp	1.55	0.05	0.523	n.s.
C vs. Dp	1.96	0.05	0.33	n.s.
C vs. Ep	1.48	0.05	0.572	n.s.
D vs. Ap	0.76	0.05	0.685	n.s.
D vs. Bp	2.72	0.05	0.151	n.s.
D vs. Cp	1.14	0.05	0.853	n.s.
D vs. Dp	1.43	0.05	0.6	n.s.
D vs. Ep	1.08	0.05	0.911	n.s.
E vs. Ap	0.62	0.05	0.485	n.s.
E vs. Bp	2.22	0.05	0.249	n.s.
E vs. Cp	0.93	0.05	0.912	n.s.
E vs. Dp	1.17	0.05	0.818	n.s.
E vs. Ep	0.88	0.05	0.854	n.s.

(n.s.) : P-valor $\geq \alpha$: los varianzas son iguales

(*) : P-valor $< \alpha$: existe diferencia significativa entre las varianzas

5.2.3.3. Prueba t del porcentaje de granos enteros bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ i vs. μ iii)	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ ii)	Estimado de la diferencia (μ i- μ iii)	Grados de Libertad	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo							
A vs. B	67.4	67.0	0.4	18	0.05	0.47	n.s.
A vs. C	67.4	66.9	0.5	18	0.05	0.422	n.s.
A vs. D	67.4	66.9	0.5	18	0.05	0.392	n.s.
A vs. E	67.4	67.1	0.3	18	0.05	0.593	n.s.
B vs. C	67.0	66.9	0.1	18	0.05	0.845	n.s.
B vs. D	67.0	66.9	0.1	18	0.05	0.83	n.s.
B vs. E	67.0	67.1	-0.1	18	0.05	0.82	n.s.
C vs. D	66.9	66.9	0.0	18	0.05	1	n.s.
C vs. E	66.9	67.1	-0.2	18	0.05	0.702	n.s.
D vs. E	66.9	67.1	-0.2	18	0.05	0.675	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo							
Ap vs. Bp	67.4	68.0	-0.6	18	0.05	0.201	n.s.
Ap vs. Cp	67.4	68.2	-0.8	18	0.05	0.139	n.s.
Ap vs. Dp	67.4	68.2	-0.8	18	0.05	0.123	n.s.
Ap vs. Ep	67.4	67.7	-0.3	18	0.05	0.572	n.s.
Bp vs. Cp	68.0	68.2	-0.2	18	0.05	0.613	n.s.
Bp vs. Dp	68.0	68.2	-0.2	18	0.05	0.584	n.s.
Bp vs. Ep	68.0	67.7	0.3	18	0.05	0.458	n.s.
Cp vs. Dp	68.2	68.2	0.0	18	0.05	1	n.s.
Cp vs. Ep	68.2	67.7	0.5	18	0.05	0.299	n.s.
Dp vs. Ep	68.2	67.7	0.5	18	0.05	0.274	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo							
A vs. Ap	67.4	67.4	0.0	18	0.05	1	n.s.
A vs. Bp	67.4	68.0	-0.6	12	0.05	0.252	n.s.
A vs. Cp	67.4	68.2	-0.8	18	0.05	0.169	n.s.
A vs. Dp	67.4	68.2	-0.8	18	0.05	0.154	n.s.
A vs. Ep	67.4	67.7	-0.3	18	0.05	0.6	n.s.
B vs. Ap	67.0	67.4	-0.4	18	0.05	0.433	n.s.
B vs. Bp	67.0	68.0	-1.0	18	0.05	0.013	*
B vs. Cp	67.0	68.2	-1.2	18	0.05	0.014	*
B vs. Dp	67.0	68.2	-1.2	18	0.05	0.01	*
B vs. Ep	67.0	67.7	-0.7	18	0.05	0.136	n.s.
C vs. Ap	66.9	67.4	-0.5	18	0.05	0.392	n.s.
C vs. Bp	66.9	68.0	-1.1	18	0.05	0.027	*
C vs. Cp	66.9	68.2	-1.3	18	0.05	0.023	*
C vs. Dp	66.9	68.2	-1.3	18	0.05	0.018	*
C vs. Ep	66.9	67.7	-0.8	18	0.05	0.146	n.s.
D vs. Ap	66.9	67.4	-0.5	18	0.05	0.358	n.s.
D vs. Bp	66.9	68.0	-1.1	18	0.05	0.015	*
D vs. Cp	66.9	68.2	-1.3	18	0.05	0.014	*
D vs. Dp	66.9	68.2	-1.3	18	0.05	0.01	*
D vs. Ep	66.9	67.7	-0.8	18	0.05	0.115	n.s.
E vs. Ap	67.1	67.4	-0.3	18	0.05	0.563	n.s.
E vs. Bp	67.1	68.0	-0.9	18	0.05	0.029	*
E vs. Cp	67.1	68.2	-1.1	18	0.05	0.026	*
E vs. Dp	67.1	68.2	-1.1	18	0.05	0.019	*
E vs. Ep	67.1	67.7	-0.6	18	0.05	0.208	n.s.

5.2.4. Índice de formaciones tizosas bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos	N-0-K ₂ O					N-P ₂ O ₅ -K ₂ O				
	A (Cu-Zn-B)	B (0-Zn-B)	C (Cu-0-B)	D (Cu-Zn-0)	E (0-0-0)	Ap (Cu-Zn-B)	Bp (0-Zn-B)	Cp (Cu-0-B)	Dp (Cu-Zn-0)	Ep (0-0-0)
Número de repeticiones	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Promedio	0.180	0.335	0.330	0.355	0.525	0.295	0.265	0.332	0.335	0.410
Varianza	0.020	0.051	0.014	0.023	0.047	0.024	0.007	0.013	0.036	0.027
Desviación Estándar	0.142	0.226	0.117	0.151	0.216	0.154	0.081	0.113	0.188	0.164
Coefficiente de Variación	78.764	67.429	35.339	42.464	41.129	52.213	30.482	33.965	56.263	40.003

5.2.4.1. Normalidad de errores del índice de formaciones tizosas bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos	Estadístico de prueba	Nivel de significación (α)	P-valor	Distribución
A	Anderson Darling	0.05	0.074	Normal
B	Anderson Darling	0.05	0.172	Normal
C	Anderson Darling	0.05	0.566	Normal
D	Anderson Darling	0.05	0.068	Normal
E	Anderson Darling	0.05	0.218	Normal
Ap	Anderson Darling	0.05	0.109	Normal
Bp	Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk)	0.05	0.1	Normal
Cp	Anderson Darling	0.05	0.161	Normal
Dp	Anderson Darling	0.05	0.82	Normal
Ep	Anderson Darling	0.05	0.126	Normal

5.2.4.2. Homogeneidad de varianza del índice de formaciones tizosas bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados	Estadístico de prueba F	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo				
A vs. B	0.39	0.05	0.181	n.s.
A vs. C	1.48	0.05	0.57	n.s.
A vs. D	0.88	0.05	0.858	n.s.
A vs. E	0.43	0.05	0.226	n.s.
B vs. C	3.75	0.05	0.062	n.s.
B vs. D	2.25	0.05	0.244	n.s.
B vs. E	1.09	0.05	0.895	n.s.
C vs. D	0.6	0.05	0.456	n.s.
C vs. E	0.29	0.05	0.081	n.s.
D vs. E	0.49	0.05	0.299	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo				
Ap vs. Bp	3.64	0.05	0.068	n.s.
Ap vs. Cp	1.87	0.05	0.367	n.s.
Ap vs. Dp	0.67	0.05	0.557	n.s.
Ap vs. Ep	0.88	0.05	0.855	n.s.
Bp vs. Cp	0.51	0.05	0.335	n.s.
Bp vs. Dp	0.18	0.05	0.019	*
Bp vs. Ep	0.24	0.05	0.046	*
Cp vs. Dp	0.36	0.05	0.142	n.s.
Cp vs. Ep	0.47	0.05	0.28	n.s.
Dp vs. Ep	1.32	0.05	0.685	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo y con Fósforo				
A vs. Ap	0.85	0.05	0.809	n.s.
A vs. Bp	3.08	0.05	0.109	n.s.
A vs. Cp	1.58	0.05	0.506	n.s.
A vs. Dp	0.57	0.05	0.409	n.s.
A vs. Ep	0.75	0.05	0.671	n.s.
B vs. Ap	2.15	0.05	0.269	n.s.
B vs. Bp	7.82	0.05	0.005	*
B vs. Cp	4.01	0.05	0.051	n.s.
B vs. Dp	1.44	0.05	0.598	n.s.
B vs. Ep	1.9	0.05	0.354	n.s.
C vs. Ap	0.57	0.05	0.42	n.s.
C vs. Bp	2.08	0.05	0.289	n.s.
C vs. Cp	1.07	0.05	0.922	n.s.
C vs. Dp	0.38	0.05	0.169	n.s.
C vs. Ep	0.51	0.05	0.324	n.s.
D vs. Ap	0.96	0.05	0.95	n.s.
D vs. Bp	3.48	0.05	0.077	n.s.
D vs. Cp	1.79	0.05	0.4	n.s.
D vs. Dp	0.64	0.05	0.516	n.s.
D vs. Ep	0.84	0.05	0.806	n.s.
E vs. Ap	1.97	0.05	0.329	n.s.
E vs. Bp	7.15	0.05	0.007	*
E vs. Cp	3.67	0.05	0.066	n.s.
E vs. Dp	1.31	0.05	0.692	n.s.
E vs. Ep	1.73	0.05	0.425	n.s.

(n.s.) : P-valor $\geq \alpha$: los varianzas son iguales

(*) : P-valor $< \alpha$: existe diferencia significativa entre las varianzas

5.2.4.3. Prueba t del índice de formaciones tizosas bajo el efecto de la fertilización con fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Tinajones en el valle Jequetepeque, 2014.

Tratamientos comparados (μ_i vs. μ_{ii})	Promedio del primer tratamiento a comparar (μ_i)	Promedio del segundo tratamiento a comparar (μ_{ii})	Estimado de la diferencia ($\mu_i - \mu_{ii}$)	Grados de Libertad	Nivel de significación (α)	P-valor	Significancia
Tratamientos con Micronutrientes sin Fósforo							
A vs. B	0.18	0.335	-0.155	18	0.05	0.098	n.s.
A vs. C	0.18	0.33	-0.15	18	0.05	0.025	*
A vs. D	0.18	0.355	-0.175	18	0.05	0.021	*
A vs. E	0.18	0.525	-0.345	18	0.05	0.001	*
B vs. C	0.335	0.33	0.005	18	0.05	0.954	n.s.
B vs. D	0.335	0.355	-0.02	18	0.05	0.828	n.s.
B vs. E	0.335	0.525	-0.19	18	0.05	0.085	n.s.
C vs. D	0.33	0.355	-0.025	18	0.05	0.699	n.s.
C vs. E	0.33	0.525	-0.195	18	0.05	0.028	*
D vs. E	0.355	0.525	-0.17	18	0.05	0.069	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes más Fósforo							
Ap vs. Bp	0.295	0.265	0.03	18	0.05	0.611	n.s.
Ap vs. Cp	0.295	0.332	-0.037	18	0.05	0.568	n.s.
Ap vs. Dp	0.295	0.335	-0.04	18	0.05	0.628	n.s.
Ap vs. Ep	0.295	0.41	-0.115	18	0.05	0.143	n.s.
Bp vs. Cp	0.265	0.332	-0.067	18	0.05	0.165	n.s.
Bp vs. Dp	0.265	0.335	-0.07	12	0.05	0.326	n.s.
Bp vs. Ep	0.265	0.41	-0.145	13	0.05	0.033	*
Cp vs. Dp	0.332	0.335	-0.003	18	0.05	0.968	n.s.
Cp vs. Ep	0.332	0.41	-0.078	18	0.05	0.255	n.s.
Dp vs. Ep	0.335	0.41	-0.075	18	0.05	0.38	n.s.
Tratamientos con Micronutrientes: sin Fósforo y con Fósforo							
A vs. Ap	0.18	0.295	-0.115	18	0.05	0.117	n.s.
A vs. Bp	0.18	0.265	-0.085	18	0.05	0.136	n.s.
A vs. Cp	0.18	0.332	-0.152	18	0.05	0.022	*
A vs. Dp	0.18	0.335	-0.155	18	0.05	0.064	n.s.
A vs. Ep	0.18	0.41	-0.23	18	0.05	0.005	*
B vs. Ap	0.335	0.295	0.04	18	0.05	0.666	n.s.
B vs. Bp	0.335	0.265	0.07	11	0.05	0.4	n.s.
B vs. Cp	0.335	0.332	0.003	18	0.05	0.972	n.s.
B vs. Dp	0.335	0.335	0	18	0.05	1	n.s.
B vs. Ep	0.335	0.41	-0.075	18	0.05	0.431	n.s.
C vs. Ap	0.33	0.295	0.035	18	0.05	0.593	n.s.
C vs. Bp	0.33	0.265	0.065	18	0.05	0.186	n.s.
C vs. Cp	0.33	0.332	-0.002	18	0.05	0.971	n.s.
C vs. Dp	0.33	0.335	-0.005	18	0.05	0.947	n.s.
C vs. Ep	0.33	0.41	-0.08	18	0.05	0.249	n.s.
D vs. Ap	0.355	0.295	0.06	18	0.05	0.415	n.s.
D vs. Bp	0.355	0.265	0.09	18	0.05	0.132	n.s.
D vs. Cp	0.355	0.332	0.023	18	0.05	0.718	n.s.
D vs. Dp	0.355	0.335	0.02	18	0.05	0.806	n.s.
D vs. Ep	0.355	0.41	-0.055	18	0.05	0.468	n.s.
E vs. Ap	0.525	0.295	0.23	18	0.05	0.018	*
E vs. Bp	0.525	0.265	0.26	11	0.05	0.006	*
E vs. Cp	0.525	0.332	0.193	18	0.05	0.029	*
E vs. Dp	0.525	0.335	0.19	18	0.05	0.062	n.s.
E vs. Ep	0.525	0.41	0.115	18	0.05	0.219	n.s.