



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE AGRONOMIA

TITULO

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DOSIS DE SILICIO
(SILICIS – PERÚ) EN TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN
EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE *Oryza sativa* L.
(ARROZ) EN TUMBES”**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR

Br. JOHANN HARRINSON MORALES PANTA

**TUMBES, PERÚ
2018**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



ESCUELA DE AGRONOMIA

TITULO

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DOSIS DE SILICIO
(SILICIS – PERÚ) EN TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN
EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE *Oryza sativa* L.
(ARROZ) EN TUMBES”**

RESPONSABLES

Br. JOHANN HARRINSON MORALES PANTA

EJECUTOR

Ing. VICTOR MANUEL SAAVEDRA CHAVEZ

ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMIA



TITULO

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS DOSIS DE SILICIO
(SILICIS – PERÚ) EN TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN
EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE *Oryza sativa* L.
(ARROZ) EN TUMBES”**

JURADO CALIFICADOR

Mg. FAUSTINO SANJINEZ SALAZAR

PRESIDENTE

Mg. ALEXIS ENRIQUE CLAVIJO ZARATE

SECRETARIO

Mg. JALMER FIDEL CAMPAÑA OLAYA

VOCAL

INDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA	4
2.1 <i>Antecedentes</i>	4
2.2 <i>Bases teóricas Científicas</i>	6
2.2.1 Origen	6
2.2.2 Taxonomía del Arroz y descripción botánica.	6
2.2.3 Morfología de la planta de Arroz.	7
2.2.4. Requerimientos edafoclimaticos	11
2.2.5 Fenología del Arroz	13
2.2.6 Descripción de la variedad en estudio:	16
2.2.7 Nutrición y Fertilización	17
2.2.8 Características generales del abono Silicio:	18
2.3. <i>Definición de términos básicos</i>	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 <i>Localidad y periodo de la ejecución.</i>	21
3.1.1 Lugar de ejecución del proyecto	21
3.1.2 Periodo de ejecución.	21
3.2 <i>Tipo y diseño de investigación</i>	22
3.2.1 Tipo de estudio	22
3.2.2 Factores y niveles en estudio	22
3.2.3 Tratamientos en estudio	23
3.2.4 Diseño de investigación	23
3.2.5 Características del campo experimental:	24
3.3 <i>Población y muestra</i>	24
3.4 <i>Material y método</i>	25
3.4.1 Materiales, herramientas, equipos e insumo	25
3.4.2 Metodología	25
3.4.3 Plan de ejecución	26
3.4.3.1 Muestreo de Suelo	26
3.4.3.2 Limpieza del campo	26
3.4.3.3 Preparación del terreno	26
3.4.3.4 Demarcación del área de almacigo	27
3.4.3.5 Instalación del almacigo	27
3.4.3.6 Parcelación y aleatorización del campo	28
3.4.3.7 Riego	28
3.4.3.8 Fangueo del campo	28
3.4.3.9 Trasplante	28
3.4.3.10 Fertilización	29
3.4.3.11 control fitosanitario	29
3.4.3.12 Control de malezas	30

3.4.3.13 Cosecha	30
3.4.4 Observaciones experimentales	31
3.4.5 Observaciones complementarias.	33
4. RESULTADOS	35
4.1 <i>Resultados experimentales</i>	35
4.1.1 Vigor	35
4.1.2 Número de golpes por m ²	35
4.1.3 Número de macollos por golpe	36
4.1.3.1 Numero de macollos a los 30 días después del trasplante	36
4.1.3.2 Número de macollos a los 65 días después del trasplante	38
4.1.4 Altura de planta en la etapa de macollamiento y punto de algodón.	39
4.1.4.1 Altura de la planta en la etapa de macollamiento (30 días después del trasplante)	39
4.1.4.1 Altura de la planta en la etapa de punto de algodón (65 días después del trasplante)	41
4.1.5 Días al 50% de floración	43
4.1.6 Número de panículas por golpe.	44
4.1.7 Longitud de panículas	46
4.1.8 Número de granos llenos por panícula.	48
4.1.9 Porcentaje de granos vanos por panícula	49
4.1.10 Rendimiento de grano cáscara	51
4.1.11 Análisis de molinería	53
4.1.12 Peso de mil granos	54
4.2 <i>Observaciones complementarias.</i>	56
4.2.1 Análisis de suelo	56
4.2.2 Datos meteorológicos.	57
4.2.2.1 Temperatura	57
4.2.2.2 Humedad relativa	57
4.2.2.3 Precipitación pluvial	58
4.2.2.4 Velocidad del viento	58
4 DISCUSIÓN	60
5 CONCLUSIONES	63
6 RECOMENDACIONES	64
7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	65
ANEXOS	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factores y niveles en estudio.....	22
Tabla 2 Número de tratamientos en estudio.....	23
Tabla 3 Vigor a los 15 días después del trasplante	35
Tabla 4 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (Oryza sativa L.) Variedad esperanza sobre el número de macollos por golpe a los 30 días después del trasplante – Prueba de Tukey.....	37
Tabla 5 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (Oryza sativa L.) Variedad esperanza sobre el número de macollos por golpe a los 65 días después del trasplante – Prueba de Tukey.....	38
Tabla 6 Efectos dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (Oryza sativa L.) Variedad esperanza sobre la altura de la planta en la etapa de macollamiento a los 30 días – Prueba de Tukey.....	40
Tabla 7 Efectos dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (Oryza sativa L.) Variedad esperanza sobre la altura de la planta en la etapa de punto de algodón a los 65 días – Prueba de Tukey	42
Tabla 8 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (Oryza sativa L.) Variedad esperanza sobre el número de días al 50% de floración – Prueba de Tukey.....	43
Tabla 9 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (Oryza sativa L.) Variedad esperanza sobre el número de panículas por golpe previos a la cosecha – Prueba de Tukey.....	45
Tabla 10 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (Oryza sativa L.) Variedad esperanza sobre la longitud de la panícula – Prueba de Tukey.....	47
Tabla 11 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (Oryza sativa L.) Variedad esperanza sobre el número de granos llenos por panícula – Prueba de Tuckey.....	48
Tabla 12 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (Oryza sativa L.) Variedad esperanza sobre el porcentaje de granos vanos por panícula – Prueba de Tukey.....	50

Tabla 13 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (Oryza sativa L.) Variedad esperanza sobre Rendimiento de grano en cascara – Prueba de Tukey.	52
Tabla 14 Análisis de molinería en cada uno de los tratamientos en estudio.....	53
Tabla 15 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (Oryza sativa L.) Variedad esperanza sobre el Peso de mil granos – Prueba de Tukey	55
Tabla 16 Resultado del análisis físico – químico del suelo en el “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de Oryza sativa L. (arroz) en tumbes”	56
Tabla 17 Datos meteorológicos registrados durante el desarrollo del proyecto “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de Oryza sativa L. (arroz) en tumbes”	59
Tabla 18 Cronograma de actividades que se realizaron en la presente tesis.....	69
Tabla 19 Presupuesto analítico utilizado en el presente proyecto de investigación.....	70
Tabla 20 Análisis de varianza (ANVA) para número macollos a los 30 días “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de Oryza sativa L. (arroz) en Tumbes”	72
Tabla 21 promedio por bloques en número de macollos a los 30 días.....	72
Tabla 22 Análisis de varianza (ANVA) para número macollos a los 65 días “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de Oryza sativa L. (arroz) en Tumbes”	72
Tabla 23 promedio por bloques en número de macollos a los 65 días.....	72
Tabla 24 Análisis de varianza (ANVA) para altura de la planta a los 30 días “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de Oryza sativa L. (arroz) en Tumbes”	73
Tabla 25 promedio por bloques en altura de planta a los 30 días.....	73
Tabla 26 Análisis de varianza (ANVA) para altura de la planta a los 65 días “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de Oryza sativa L. (arroz) en Tumbes”	73

Tabla 27 promedio por bloques en altura de planta a los 65 días.....	73
Tabla 28 Análisis de varianza (ANVA) para días al 50% de floración “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de Oryza sativa L. (arroz) en Tumbes”.	74
Tabla 29 promedio por bloques en días al 50% de floración	74
Tabla 30 Análisis de varianza (ANVA) para número de panículas por golpe “Efecto de la aplicación de dos dosis de Silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de Oryza sativa L. (arroz) en Tumbes”.	74
Tabla 31 promedio por bloques en número de panículas por golpe	74
Tabla 32 Análisis de varianza (ANVA) para longitud de la panícula “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de Oryza sativa L. (arroz) en Tumbes”.	75
Tabla 33 promedio por bloques en longitud de la panícula.....	75
Tabla 34 Análisis de varianza (ANVA) para número de granos llenos por panícula “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de Oryza sativa L. (arroz) en Tumbes”.	75
Tabla 35 promedio por bloques en número de granos llenos por panícula.....	75
Tabla 36 Análisis de varianza (ANVA) para % granos vanos por panícula “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de Oryza sativa L. (arroz) en Tumbes”.	76
Tabla 37 promedio por bloques en % granos vanos por panícula	76
Tabla 38 Análisis de varianza (ANVA) para rendimiento de grano en cascara en Kg/ha “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de Oryza sativa L. (arroz) en Tumbes”.	76
Tabla 39 promedio por bloques en rendimiento de grano en cascara.....	76
Tabla 40 Análisis de varianza (ANVA) para peso de mil granos en Kg/ha “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de Oryza sativa L. (arroz) en Tumbes”.	77
Tabla 41 promedio por bloques en peso de mil granos.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación satelital del área destinada para el cultivo de arroz sector Romero - Tumbes	21
Figura 2 Número de macollos promedio a los 30 días después del trasplante según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.	37
Figura 3 Número de macollos promedio a los 65 días después del trasplante según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.	39
Figura 4 Altura de la planta promedio en la etapa de macollamiento a los 30 días después del trasplante según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.	41
Figura 5 Altura de la planta promedio en la etapa de punto de algodón a los 65 días después del trasplante según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.	42
Figura 6 Número promedio de días al 50% de floración según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.	44
Figura 7 Número promedio de panículas por golpe según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.	45
Figura 8 Número promedio de longitud de panícula según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.	47
Figura 9 Número promedio de granos llenos por panícula según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.	49
Figura 10 Número promedio de porcentaje de granos vanos por panícula según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.	50
Figura 11 Número promedio de rendimiento de grano en cascara según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.	52
Figura 12 Número promedio del peso de mil granos según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.	55
Figura 13 Croquis del campo experimental:	71
Figura 14 Datos meteorológicos registrados durante la evaluación “Efecto de la aplicación de dos dosis de Silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de Oryza sativa L. (arroz) en Tumbes”.	78

Figura 15	Análisis de suelo realizado en la Universidad Nacional de Piura – Facultad de Agronomía	79
Figura 16	Análisis de molinería	80
Figura 17	Análisis de molinería del tratamiento con mejor rendimiento (T8)	80
Figura 18	Preparación del terreno	81
Figura 19	Preparación de la semilla de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) var. Esperanza para almacigo	81
Figura 20	Preparación del almacigo	81
Figura 21	trasplante del cultivo de arroz	82
Figura 22	Fertilización del cultivo de arroz	82
Figura 23	Fumigación del cultivo para control de plagas y enfermedades	82
Figura 24	Evaluación del cultivo para la toma de muestras en la evaluación del vigor, número de golpes, altura de planta, número de macollos a los 30 días después del trasplante.	83
Figura 25	Aplicación del abono silicio en las etapas de macollamiento y punto de algodón	83
Figura 26	Evaluación del cultivo para la toma de muestras en la evaluación de altura de planta, número de macollos, a los 65 días después del trasplante	83
Figura 27	cosecha del cultivo de arroz y Toma de muestras para evaluar las diferentes variables	84
Figura 28	Fase de gabinete para la evaluación de número de panículas, longitud de panículas, número de granos llenos, granos vanos, rendimiento y peso de mil granos.	84

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación está dedicado en primer lugar a Dios porque sin él nada hubiera sido posible, él me dio salud y sabiduría para poder tomar buenas decisiones y me proveyó de los recursos necesarios para realizar este proyecto.

A mi mamá Maryuri Panta y mi papá Mercedes Morales que siempre han estado apoyándome en cada momento y brindándome las facilidades económicas que necesité para la ejecución de este proyecto

A mi familia en general, por todo su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTO

Agradecer primero a Dios porque todas mis fuerzas vienen de él y sin él nada pudiera haber hecho.

A mi mamá Maryuri panta, porque me dio la vida y me orientó a tomar las mejores decisiones en cada paso que he dado.

A mi padre Mercedes Morales, quien siempre me ha brindado su apoyo, sus consejos y su experiencia, por su desinteresada y constante colaboración de los insumos que posibilitaron la conducción de la fase de campo del presente trabajo de investigación.

A mis hermanas, que siempre han estado junto a mí, y con quien sé que puedo contar para cualquier cosa que se presente en el trayecto de mi vida profesional y personal.

A mi familia en general, por su amor, apoyo y paciencia.

Al Ing. Víctor Manuel Saavedra Chávez quien fue mi asesor de Tesis, ya que con su valiosa experiencia, orientación, apoyo asistencial y desinteresado permitió culminar con éxito este trabajo de investigación, la cual incentivaron en todo momento a seguir trabajando cada día mejor.

Gracias a Todos mis amigos por su apoyo y consejos.

¡Gracias a ustedes!

RESUMEN

El presente trabajo de investigación realizado en la parcela del Señor Mercedes Morales Zavala en el sector “Romero”- Provincia de Tumbes, Departamento de Tumbes, tuvo una duración de campo de 6 meses (Enero – Agosto del 2018); cuyo objetivo principal es incrementar la producción y rendimiento de arroz cáscara y así obtener buena rentabilidad para el productor agrario, para este trabajo se ha empleado el diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo en parcelas divididas, con la finalidad de determinar la densidad de siembra y dosis óptima de Silicio, mediante el sistema de siembra al trasplante en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) En el experimento se utilizó dos dosis de Silicio más un testigo (0, 25, 50 kg. Si / ha) y tres densidades de siembra más un testigo por golpe (2, 3, 5, 12 plantas / golpe) en un distanciamiento de 25 x 25cm; con un diseño de bloques completamente al azar (BCA); bifactorial en arreglo de parcelas divididas con 12 tratamientos. Como resultado se determinó que el factor dosis de silicio y densidad de siembra contribuyó favorablemente en el rendimiento; siendo la dosis de 50kg de silicio y densidad de 5 plantas por golpe muy superior en comparación a las demás interacciones, alcanzando un rendimiento de 8720 kg/ha.

Palabras clave:

Aplicación, rendimiento, parcela de arroz, silicio, trasplante, densidad de siembra, dosis.

ABSTRACT

The present research work carried out in the parcel of Mr. Mercedes Morales Zavala in the sector "Romero" - Province of Tumbes, Department of Tumbes, had a duration of field of 6 months (January - August of the 2018); The main objective is to increase the production and the yield of rice, as well as the good profitability for the agricultural producer, for this work the design of Completely Random Blocks has been used, according to divided parts, with the purpose of the density of the sowing and optimum dose of Silicon, through the sowing system to the transplant in the cultivation of rice (*Oryza sativa L.*). In the latter, two doses of Silicon plus one control (0, 25, 50 kg, Si / ha) and three seed densities plus one control per stroke (2, 3, 5, 12 plants / blow) were used in a distance of 25 x 25 cm; with a completely randomized block design (BCA); bifactorial in arrangement of divided plots with 12 treatments. as a result it was determined that the factor dose of silicon and density of seeding contributed favorably in the yield; being the dose of 50kg of silicon and density of 5 plants per blow much higher compared to the other interactions, reaching a yield of 8720kg / ha

Keywords:

Application, yield, plot of rice, silicon, transplant, density of dose, planting.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo.

En los últimos años el arroz se ha transformado en un cultivo de gran dinamismo de importancia económica; tanto así que en nuestra región ha desplazado a cultivos como el banano, soya, entre otros, que anteriormente eran considerados cultivos principales para la economía del departamento.

INEI (2015) Indica que en el valle de Tumbes, el arroz es el principal cultivo, debido a que cuenta con condiciones agroclimáticas favorables y el recurso hídrico todo el año, por lo cual se viene realizando dos siembras al año, desde 1987, sin embargo hay que mencionar que se obtienen bajos rendimientos promedio; en total se siembran aproximadamente 8 469,1 ha.

El método de siembra tradicional es una de las causas de los bajos rendimientos debido a la excesiva población de plantas y distanciamientos pocos apropiados para los nuevos cultivares, lo cual afecta el normal desarrollo debido a la competencia por espacio y nutrientes, creándose así un ambiente favorable para el desarrollo de plagas como cigarrita marron (*Tagosodes orizicolus*) que ha sido desde el año 2014 una de las plagas que más pérdidas económicas ha causado a la agricultura en tumbes. Por esa razón es que el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo, determinar la influencia de la densidad de siembra y la dosis de silicio adecuado, en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) para incrementar el rendimiento de grano de arroz en cáscara por unidad de área bajo las condiciones edafoclimáticas del valle Tumbes

2. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1 Antecedentes

LECARNAQUE Y MALASQUES (2007), en su trabajo “doce densidades de siembra al trasplante en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)” indican que la densidad de siembra (25 x 25 cm con 3 plantas/golpe) y con 380 panículas obtuvo el mayor número de panículas/m², superando estadísticamente sólo a la densidad de siembra testigo (25 x 25 cm con 4 plantas/golpe) y 343 panículas/m², que se ubicó en el sexto lugar.

SANTISTEBAN Y AZAÑERO (2007), en su trabajo “Estudio comparativo de cuatro distanciamientos y número de plantas/golpe en siembra al trasplante en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)” ir – 43 en el centro experimental “los cedros” tumbes” El tratamiento de 4 plantas/golpe con un distanciamiento de 35x35 cm y con un rendimiento de grano de 11 916,00 kg/ha alcanzó la mejor utilidad. Mientras que el tratamiento que tuvo un distanciamiento de 40x40 cm con 1 planta/golpe (D4P1) mostró la más baja rentabilidad del cultivo.

BEJARANO Y ORDÓÑEZ (1999), en su trabajo “Respuesta del cultivo de arroz a la aplicación de sílice en los Llanos orientales”. Encontró que el Silicio incrementa la producción de granos y mantiene altas acumulaciones de biomasa seca, así mismo, se afirma que las aplicaciones de silicio sustituyen al fungicida en cuanto a la protección contra pyricularia disminuyendo la aplicación de plaguicidas.

ALVAREZ Y DAZA (2008), en su trabajo “Aplicación de un fertilizante enriquecido con silicio y materia orgánica en arroz (*Oryza sativa* L.) Cultivado en Ibagué y el Guamo (Tolima, Colombia)” encontró que el mayor rendimiento de arroz paddy se presenta en la localidad de Ibagué

con 8,558 kg/Ha. con una aplicación de 40 kg/ha de fertilizante Silicio, mientras que en la localidad de El Guamo el mayor rendimiento cuando se aplicaron 20 kg/ha fue de 8083 kg/Ha.

CARRILLO CLAVIJO (2011), en su trabajo de investigación “Efecto de dos dosis de abono foliar kling silicio en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el sector la rosita Corrales - Tumbes” indico que bajo las condiciones climáticas en que se llevó a cabo el experimento en el valle Tumbes, se ha determinado que la mejor dosis de abono foliar Kling silicio en el cultivo de arroz fue de (700 cc/5000m²), la cual presentó el mayor rendimiento de grano cáscara con una producción promedio de 5425,00 kg/5000 m², siendo superior a las demás dosis; y con respecto a la dosis (testigo 00 cc/5000m²), fue de 4510,00 kg/5000 m².

TERESA (2002), resaltó los ensayos en Madagascar que podrían conducir a una nueva revolución agrícola. El sistema fue desarrollado en Madagascar por un cura llamado Henri de Laulanie que trabajaba con pequeños agricultores de la asociación Tefy Saina, donde tradicionalmente el arroz era transplantado a los campos cerca de las 6 a 8 semanas de 42 a 58 días, cuando las plántulas estén vigorosas y listas para sobrevivir, colocándose en grupos de tres a mas plántulas por golpe, con la esperanza de que por lo menos uno o dos llegaran a sobrevivir y tener una madurez completa, pero por el método intensivo las plántulas son transplantadas usualmente cuando solamente las dos primeras hojas han emergido del tallo, ello tienen lugar de 6 a 11 días de edad, edad adecuada para que puedan expresar sus máximos potenciales de macollamiento. Después de 25 a 30 días de edad se pierde aproximadamente el 64% del potencial de la variedad.

UPHOFF (2000), reporta que el número de posturas por hueco. En vez de 3 – 4 posturas juntas, una mata en cada hueco, se transporta en una sola

postura de entre 8 y 12 días de nacido. De esta manera se elimina cualquier competencia para que una sola planta de arroz pueda obtener los nutrientes disponibles en su territorio.

ZARATE (2012), en su ensayo, Comparativo de rendimientos de cinco cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) en siembra al trasplante en el valle de Jaén campaña 2010-I; concluye que el mayor rendimiento se obtuvo con el cultivar Colombiano (Ferom) con 10,83 t/ha, seguido de los cultivares Idal-186, Brasileño, Capirona y Conquista con rendimientos promedios de 10,17; 10,75; 10,00; 9,00 y 8,33 t/ha; respectivamente. En cuanto al rendimiento de grano pilado, el mayor porcentaje se obtuvo con el cultivar Capirona con 73,31 %, seguido de Conquista, Colombiano (Ferom), Brasileiro e Idal-186 con 72,98; 71,61; 70,97 y 70,92 %; respectivamente..

2.2 Bases teóricas Científicas

2.2.1 Origen

INFOAGRO (2010), menciona que el cultivo de arroz se inició en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical hace casi 10 000 años y que posiblemente sea la India, el país donde, se cultivó por primera vez debido a que en ella abundaban los arroces silvestres, pero, el mayor desarrollo del cultivo, tuvo lugar en la China.

2.2.2 Taxonomía del Arroz y descripción botánica.

Según **ANDRADE Y HURTADO (2007)**, clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino	:	Vegetal
Clase	:	monocotiledónea
Orden	:	Glumiflorae

Familia	:	Graminaceae
Subfamilia	:	panicoideas
Género	:	<i>Oryza</i>
Especie	:	<i>sativa L.</i>

2.2.3 Morfología de la planta de Arroz.

CIAT (2005), describe que el arroz es una gramínea anual, de tallos redondos y huecos compuestos por nudos y entrenudos, hojas de lámina plana unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia es en panícula. El tamaño de la planta varía de 0.4m (enanas) hasta más de 7.0m (flotantes).

Para efectos de esta descripción los Órganos de la planta de arroz se han clasificado en dos grupos:

A) órganos vegetativos: raíces, tallos y hojas.

B) órganos reproductores: flores y semillas.

A) Órganos vegetativos.

Los órganos vegetativos constan de raíces, tallos y hojas. Una rama de la planta que posee raíz, tallo, hojas y con frecuencia una panícula, se conoce como vástago hijuelo o retoño.

a) Raíces.

Durante su desarrollo la planta de arroz tiene dos clases de raíces, las seminales o temporales y las secundarias, adventicias o permanentes.

Las raíces seminales, poco ramificadas, sobreviven corto tiempo después de la germinación, siendo luego reemplazadas por las raíces adventicias o secundarias, las cuales brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes. En los primeros estados de

crecimiento las raíces son blancas, poco ramificadas y relativamente gruesas; a medida que la planta crece, se alargan, se adelgazan y se vuelven flácidas, ramificándose abundantemente.

Las raíces adventicias maduras son fibrosas, con raíces secundarias y pelos radicales, y con frecuencia forman verticilios a partir de los nudos, que están sobre la superficie del suelo. El desarrollo del sistema radical, aunque es un carácter varietal definido, está determinado por el sistema de cultivo y por la naturaleza de los suelos. En variedades de arroz flotante, se forman raíces adventicias en los nudos más altos de la parte del tallo sumergida en el agua.

b) Tallos.

El tallo está formado por la alternación de nudos y entrenudos. En el nudo o región nodal se forman una hoja y una yema, esta última puede desarrollarse y formar una macolla. La yema se encuentra entre el nudo y la base de la vaina de la hoja. El septo es la parte interna del nudo que separa los dos entrenudos adyacentes. El entrenudo maduro es hueco, finamente estriado. Su superficie exterior carece de vello, y su brillo y color dependen de la variedad. La longitud del entrenudo varía siendo mayor la de los entrenudos de la parte más alta del tallo. Los entrenudos, en la base del tallo, son cortos y se van endureciendo, hasta formar una sección sólida.

La altura de la planta de arroz es una función de la longitud y número de los entrenudos, tanto la longitud como el número de los entrenudos, son caracteres varietales definidos, el medio ambiente, puede variarlos pero en condiciones semejantes tienen valores constantes.

c) Hojas.

Las hojas de la planta de arroz se encuentran distribuidas en forma alterna a lo largo del tallo. La primera hoja que aparece en la base del tallo principal o de las macollas se denomina prófalo, no tiene lámina y están constituido por dos brácteas aquilladas. En cada nudo se desarrolla una hoja, la superior debajo de la panícula es la hoja bandera.

En una hoja completa se distinguen las siguientes partes: la vaina, el cuello y la lámina. La vaina, cuya base se encuentra en un nudo, envuelve el entrenudo inmediatamente superior y en algunos casos hasta el nudo siguiente.

La lígula es una estructura triangular apergaminada o membranosa que aparece en la base del cuello como una prolongación de la vaina. Las hojas de la planta de arroz tienen lígula y aurículas, mientras que malezas comunes en los arrozales, como *Echinochloa spp.* Carecen de ellas, facilitando su identificación en el estado de plántula. La lámina es de tipo lineal, larga y más o menos angosta, según las variedades. La haz o cara superior tiene venas paralelas; la nervadura central es prominente y sobre ella, en algunos casos, se enrolla la lámina. La lámina de la hoja bandera tiene un ángulo de inserción determinado, es más corta y ancha que las demás.

B) Órganos florales.

Las flores de la planta de arroz están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula.

a) Panícula.

La panícula está situada sobre el nudo apical del tallo, denominado nudo ciliar, cuello o base de la panícula; frecuentemente tiene la forma de un aro ciliado. El nudo ciliar o base de la panícula generalmente carece de hojas y yemas, pero allí pueden originarse la primera o las cuatro primeras ramificaciones de la panícula. El entrenudo superior del tallo en cuyo extremo se encuentra la panícula se denomina pedúnculo. El raquis o eje principal de la panícula es hueco, de sus nudos nacen las ramificaciones. Las protuberancias en la base del raquis se denominan pulvínulos paniculares. La panícula se mantiene erecta durante la floración, pero luego se dobla debido al peso de los granos maduros.

b) Espiguillas.

La espiguilla es la unidad básica de la inflorescencia y está unida a las ramificaciones por el pedicelo. Teóricamente la espiguilla del género *Oryza* se compone de tres flores, pero solo una se desarrolla. Una espiguilla consta de dos lemmas estériles, la raquilla y la florecilla. Las lemmas estériles envuelven la flor por debajo de la raquilla. La raquilla es el eje que sostiene la flor. Las brácteas llamadas glumas florales o fértiles o simplemente glumas son: la lemma, que tiene forma de bote con cinco nervios, y la palea, con tres nervios, que ocupa la posición opuesta. Estas brácteas superiores posteriormente formarán la cáscara de la semilla. La flor consta de seis estambres y un pistilo. Los estambres son filamentos delgados que sostienen las anteras alargadas y bífidas, las cuales contienen los granos de polen. En el pistilo se distinguen el ovario, el estilo y el estigma. El ovario es de cavidad simple y contiene un sólo óvulo.

c) Grano.

El grano de arroz es un ovario maduro, seco e indehiscente. Consta de la cáscara formada por la lemma y la palea con sus estructuras asociadas, lemmas estériles, la raquilla y la arista; el embrión, situado en el lado ventral de la semilla cerca de la lemma, y el endospermo, que provee alimento al embrión durante la germinación. El grano de arroz descascarado es un cariósipide; se conoce con el nombre de arroz integral, y aún conserva el pericarpio de color marrón rojizo o púrpura.

2.2.4. Requerimientos edafoclimaticos

LITZEMBERGER (1976), afirma que para una mayor productividad, el arroz requiere de temperaturas relativamente altas y de suficiente radiación solar así como de un suministro suficiente de agua, durante toda la temporada de desarrollo del cultivo. La temperatura, la radiación solar y la precipitación pluvial afectan directamente los procesos fisiológicos de la planta de arroz, que de una u otra manera inciden en la producción de grano e indirectamente inciden en la presencia de plagas y enfermedades del cultivo y los suelos deben ser aptos para el cultivo con características que permiten una adecuada retención de agua y disponibilidad de nutrientes.

BERMUDEZ (2004), menciona lo siguiente:

Temperatura, El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13°C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C. Por encima del 40°C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo de 7° C, considerándose su óptimo en los 23 °C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El espigado está influido por la

temperatura y por la disminución de la duración de los días. El mínimo de temperatura para florecer se considera de 15°C. El óptimo de 30°C. Por encima del 50°C no se produce la floración. La respiración alcanza su máxima intensidad cuando la espiga está en zurrón, decreciendo después del espigado. Las temperaturas altas de la noche intensifican la respiración de la planta, con lo que el consumo de las reservas acumuladas durante el día por la función clorofílica es mayor. Por esta razón, las temperaturas bajas durante la noche favorecen la maduración de los granos.

Clima, Se trata de un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtropicos y en climas templados. El cultivo se extiende desde los 49-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2.500 m. de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultivan en tierras altas, donde están más influenciadas por la variabilidad de las mismas.

Suelo, El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propias del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes.

2.2.5 Fenología del Arroz

SAG – DICTA, (2003), menciona que en las plantas que producen semilla, se distinguen tres fases de desarrollo, las cuales tienen períodos de crecimiento definidas en cuanto a la diferenciación de la planta y los días de duración de estas tres fases. En el caso del arroz, estas fases son las siguientes.

A) Etapa vegetativa:

Se subdivide a su vez en las siguientes fases:

- a) Fase de germinación:** El proceso de germinación comienza con la absorción de agua e intercambio gaseoso. Después de la pre germinación de la semilla, la radícula y plúmula sobresalen a través de la cascara (palea y lema). Antes del segundo o tercer día después de la siembra, la primera hoja sale a través del coleóptilo. El final de etapa 0 muestra la hoja primaria todavía rizada y la radícula alargada.
- b) Fase de plántula:** Desde la emergencia hasta inmediatamente antes de aparecer el primer macollo (5a hoja). Entre 14 – 20 días. En esta etapa la plántula consta de un tallo y cinco hojas hasta 3a hoja la planta vive de las reservas del endosperma. La radícula y raíces seminales desaparecen y se forman raíces secundarias adventicias que serán permanentes.
- c) Fase macollamiento:** Desde la aparición del primer macollo hasta cuando la planta alcanza el número máximo de ellos. Entre 25 – 55 días de duración. Los macollos emergen de las yemas auxiliares que se encuentran en los nudos, es difícil distinguir del tallo principal y su crecimiento muy activo. Hasta elongación entrenudos acumula almidón en las vainas de las hojas.

B) Etapa reproductiva:

Incluye el período desde la formación del primordio floral, embuchamiento (14-7 días antes de la emergencia de la panícula), hasta la emergencia de la 7 panícula (floración). Esta fase dura entre 35 y 40 días. Normalmente la duración de la fase reproductiva en las variedades cultivadas, varía muy poco. En esta fase se determina el número de granos por panícula, que es también otro de los 3 componentes de rendimiento en la producción de un cultivo de arroz

Comprende las siguientes fases:

- a) La Iniciación de la panícula:** La diferenciación del meristemo en el punto de crecimiento del tallo, permite el inicio del primordio floral. Este momento marca el término de la fase vegetativa y el inicio de la fase reproductiva de la planta de arroz. El primordio floral es visible a simple vista en un período de 10 días después de su iniciación.
- b) El desarrollo de la panícula (embuchamiento):** Ocurre entre 12-16 días luego de la diferenciación. Sensibilidad a bajas temperaturas. Durante el embuchamiento, es notable el envejecimiento y muerte de las hojas basales. La exersión o salida parcial o total de la panícula, a través de la vaina de la hoja, marca el final de esta etapa.
- c) La floración:** Esta etapa marca el término de la fase reproductiva y el inicio de la fase de maduración. La floración inicia con la apertura de las espiguillas, es seguida por la antesis o salida de las anteras, dehiscencia o apertura de las anteras, caída del polen que al depositarse en el estigma y llegar al ovario lo fertiliza. Tiene una duración de 3-5 días luego de emergencia de la panícula. Generalmente la floración se lleva a cabo durante la mañana.

C) Etapa de maduración:

Abarca desde la emergencia de la panícula (floración), el llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha (madurez del grano) y dura de 30 a 40 días. Esta fase también varía muy poco de una variedad a otra. Y se considera que en esta fase se determina el peso del grano a la madurez, por lo que es el tercero de los 3 componentes de rendimiento en una plantación de arroz. En general el ciclo vegetativo y reproductivo de las variedades de arroz que se cultivan actualmente, varía de 120 a 140 días desde la germinación hasta a la cosecha del grano aunque actualmente se encuentran variedades de arroz con 105 días a la cosecha con rendimientos aceptables. Cuando las temperaturas son bajas durante la fase vegetativa, el período de desarrollo del cultivo puede alargarse por unos días más hasta 5 meses (150 días).

Esta etapa puede dividirse en:

- a) Estado lechoso,** El grano empieza a llenarse con un líquido blanco y de consistencia lechosa puede apreciarse al presionarlo con los dedos. Esta etapa tiene una duración aproximada de 10 días. En este momento la panícula presenta color verde y empieza a curvarse. Las hojas basales continúan secándose y la hoja bandera y las dos inmediatamente inferiores son verdes.
- b) Estado pastoso,** Durante esta etapa que tiene una duración de 10 días, la porción lechosa del grano se transforma primero en una masa suave, que posteriormente se torna más dura. Los granos de la panícula empiezan a cambiar de color verde a amarillo. El cultivo empieza a tornarse amarillento debido a la senescencia de tallos y hojas inferiores. En esta etapa, las dos últimas hojas empiezan a secarse en sus ápices

c) Estado de maduración total, En esta etapa finaliza el ciclo de vida de la planta de arroz. 35-40 días luego de la polinización se alcanza la madurez. La panícula madura de arriba hacia abajo (tiene granos duros, pastosos y lechosos). • Cada grano ha llegado a la madurez, lo que se nota por el color amarillo, completamente desarrollado y duro. El Contenido de agua es menor al 20% En este momento las hojas superiores se secan rápidamente, sin embargo en algunas variedades permanecen verdes

2.2.6 Descripción de la variedad en estudio:

Según los folletos de divulgación de la empresa de semillas “Semillas Piuranas S.A.C” la variedad en estudio presenta la siguiente característica:

Variedad INIA 509 “La Esperanza”: Reporte de Semillas “Semillas Piuranas S.A.C”

Nombre comercial	:	INIA 509 “La Esperanza”
Sistema de cultivo	:	Siembra directa – trasplante
Periodo vegetativo (días)	:	135 días
Altura de planta (cm)	:	100
Macollaje	:	Bueno
Resistencia al tumbado	:	Tolerante
Numero de granos por panoja	:	128 – 225
Peso de 1000 granos	:	27 gramos
Rendimiento potencial	:	11.5 toneladas por Ha
Largo de panoja	:	22 - 23 cm
Rendimiento molinería	:	72%
Grano entero	:	62 %

Grano quebrado	:	10 %
Apariencia de grano	:	Translucido
Resistencia a plagas	:	Alta

2.2.7 Nutrición y Fertilización

SAG – DICTA, (2003), Menciona que una fertilización apropiada promueve el crecimiento de las raíces y las plantas pueden soportar mejor los efectos adversos de la sequía y a la vez la absorción de nutrientes es mayor, cuando mayor sea el desarrollo del sistema radicular de la planta, aspecto que a la vez favorece la oxigenación del terreno y circulación de agua en el suelo.

Los fertilizantes o fórmulas que contienen el **P** (P_2O_5) y el **K** (K_2O), es recomendado aplicarlos al momento de la siembra o un poco antes de la siembra. Sin embargo en siembras bajo riego, estos nutrientes se pueden aplicar un poco después de la siembra, cuando ya las plántulas están establecidas. O sea que en general las aplicaciones de fórmulas que contengan fósforo y potasio suelen aplicarse al suelo antes o al momento de la siembra.

Para las aplicaciones de nitrógeno después de la siembra, se recomienda dividir la cantidad total de nitrógeno en 3 ó 4 aplicaciones. Aplicando el 30 % del nitrógeno al tiempo del macollamiento del cultivo (25-30 días después de la germinación), el 40-50% al inicio del primordio floral (45-50 días) y el nitrógeno restante en la etapa del embuchado (65-75 días después de la germinación). Para la aplicación de silicio se incorporaran las dos diferentes tipos de dosis en estudio a las dosis de abonos ya establecidas de N-P-K en las etapas de macollamiento y punto de algodón.

2.2.8 Características generales del abono Silicio:

Según las hojas de divulgación, por parte de la firma comercial “Silicis - Perú”, las características de los productos son:

Ficha Técnica:

Tipo	:	Orgánico
Formula	:	Si(OH) ₄ – ACIDO MONOSILICILICO
Composición	:	Elementos principales
	-	Silicio (Si) 75.01%
	-	Calcio (Ca) 5.89%
	-	Potasio (K) 0.71%
	-	Fosforo (P) 2.57%

Micro elementos esenciales

- Magnesio (Mg) 0.68%
- Manganeseo (Mn) ... 0.02%
- Hierro (Fe) 1.20%

Características Físicas y químicas:

	Humedad	:	18.22%
	Densidad	:	0.4gr/cm ³
	PH	:	6.5
	Color	:	Blanco Humo
Procedencia	:	Zona Costera	
Distribuidor	:	Agroindustrias Guilus “Silicis - Perú”	
Forma de aplicación	:	Voleo	

Descripción : Es un fertilizante natural del norte del Perú, de origen sedimentario marino, de aplicación directa. Incrementa su solubilidad, cuando se mezcla con materia orgánica, produciendo un excelente fertilizante orgánico completo

para su aplicación a cualquier tipo de suelo y cultivo.
Excelente acondicionador de suelo, compatible con todos los fertilizantes.

Beneficios :

- aporte de Silicio mejora la liberación y asimilación de fosforo.
- Las diatomeas provee micronutrientes al suelo que son de gran importancia para el crecimiento de las plantas, pudiendo incrementar la fertilidad del suelo.
- Al momento que es absorbido por la planta la savia se vuelve acida lo que es desagradable para áfidos, ayudando en el manejo integrado de plagas.
- Permite una mejor asimilación del potasio.
- Como principal función mejora la retención de agua, resistencia a la sequía, resistencia al tallo.
- Resistencia a las adversidades climáticas, como estrés hídrico.
- Incrementa resistencia al ataque de plagas y enfermedades.

Incrementa el rendimiento hasta en un 20%

2.3. Definición de términos básicos

Semillero o Almacigo

S.A.G (2003), indica que los semilleros o almacigos, se establecen en áreas pequeñas o en bandejas, donde la semilla se esparce a través del voleo, usando semilla pre-germinada, Previa preparación del campo en donde estas serán depositadas.

Trasplante

S.A.G (2003), describe que es un método de siembra indirecto, en el cual se trasplantan plántulas que han crecido inicialmente en semilleros o almácigos para luego trasplantarlas al campo definitivo.

Bordos

BRUZZONE Y HEROS (2011), indica que es un dique pequeño que divide el terreno en pozas para facilitar el manejo del agua, estos deben de ser firmes y bien compactados para facilitar el voleo de la semilla, distribución de herbicidas y fertilizantes. Deben ser suficientemente altos (40 cm).

Fanguero

GUZMAN (2006), el fanguero consiste en “mezclar” el suelo con agua, incorporando los rastrojos, además ayuda al control de malezas impidiendo que crezcan y compitan con el cultivo.

Labores culturales

BRUZZONE Y HEROS (2011), labores culturales se dan en el manejo de suelos-agua y planta para atenuar los efectos de las pestes

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localidad y periodo de la ejecución.

3.1.1 Lugar de ejecución del proyecto

El presente trabajo de investigación se realizó en la parcela del señor Mercedes Morales Zavala. La cual está ubicada en el Distrito de Tumbes, Provincia de Tumbes, Departamento de Tumbes Cuya ubicación geográfica se encuentra entre las coordenadas UTM: 3°31'55.4"S Latitud Sur y 80°27'19.4"W Longitud Oeste (Figura 1). Sector Romero - Tumbes.

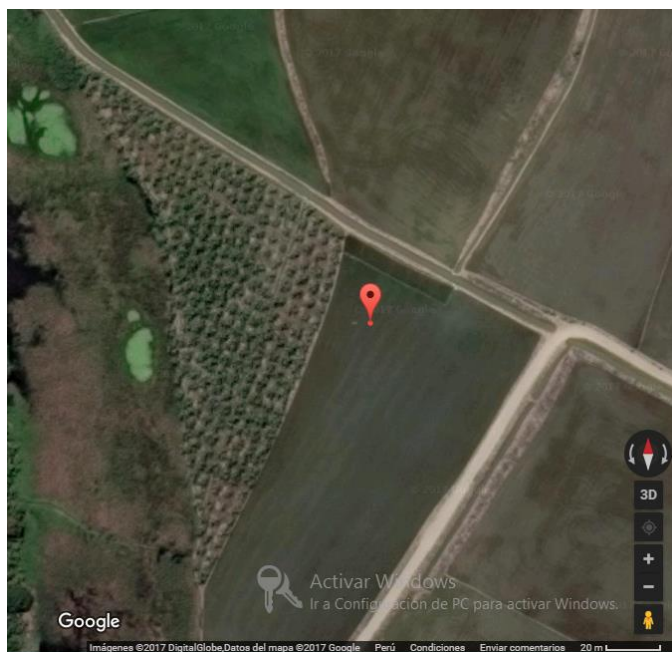


Figura 1 Ubicación satelital del área destinada para el cultivo de arroz sector Romero - Tumbes

3.1.2 Periodo de ejecución.

El presente proyecto de investigación se realizó entre los meses de Enero - Agosto del 2018 teniendo una duración de 6 meses.

3.2 Tipo y diseño de investigación

3.2.1 Tipo de estudio

El proyecto de investigación fue de tipo aplicado. De acuerdo a la técnica de contrastación utilizada se consideró experimental, cuantitativa, correlacional y explicativa; de tipo bifactorial, considerando densidad de siembra y dosis de silicio como los factores en estudio cada uno con 4 y 3 niveles respectivamente, lo que determinó 3 tratamientos por bloque y 4 repeticiones

3.2.2 Factores y niveles en estudio

Se estudiaron dos factores (Tabla 1), densidad de siembra y dosis de Silicio, los mismos que se mencionan a continuación:

Tabla 1 Factores y niveles en estudio.

FACTORES	NIVELES	CLAVE	TRATAMIENTOS
Densidad de siembra	Siembra 2 Ramas	S ₁	(T1) S ₁ D ₁
	Siembra 3 Ramas	S ₂	(T2) S ₁ D ₂
	Siembra 5 Ramas	S ₃	(T3) S ₁ D ₃
	TESTIGO (12 ramas)	S ₄	(T4) S ₂ D ₁ (T5) S ₂ D ₂
Dosis de Silicio Granular	Dosis 25 Kg/Ha.	D ₁	(T6) S ₂ D ₃
	Dosis 50 Kg/Ha.	D ₂	(T7) S ₃ D ₁
	TESTIGO (0 kg)	D ₃	(T8) S ₃ D ₂ (T9) S ₃ D ₃
			(T10) S ₄ D ₁ (T11) S ₄ D ₂ (T12) S ₄ D ₃

3.2.3 Tratamientos en estudio

Se ensayaron 12 tratamientos (Tabla 2) entre densidad de siembra y dosis de Silicio a una distancia de 25 x 25cm, los mismos que se mencionan a continuación:

Tabla 2 Número de tratamientos en estudio

N° de Orden	Clave	distancia	Tratamiento
01	S ₁ D ₁	25 x 25 cm	2 Ptas x 25 kg Silicio /ha.
02	S ₁ D ₂	25 x 25 cm	2 Ptas x 50 kg Silicio /ha.
03	S ₁ D ₃	25 x 25 cm	2 Ptas x 0 kg Silicio /ha.
04	S ₂ D ₁	25 x 25 cm	3 Ptas x 25 kg Silicio /ha.
05	S ₂ D ₂	25 x 25 cm	3 Ptas x 50 kg Silicio /ha.
06	S ₂ D ₃	25 x 25 cm	3 Ptas x 0 kg Silicio /ha.
07	S ₃ D ₁	25 x 25 cm	5 Ptas x 25 kg Silicio /ha.
08	S ₃ D ₂	25 x 25 cm	5 Ptas x 50 kg Silicio /ha.
09	S ₃ D ₃	25 x 25 cm	5 Ptas x 0 kg Silicio /ha.
10	S ₄ D ₁	25 x 25 cm	12 Ptas x 25 kg Silicio /ha.
11	S ₄ D ₂	25 x 25 cm	12 Ptas x 50 kg Silicio /ha.
12	S ₄ D ₃	25 x 25 cm	12 Ptas x 0 kg Silicio /ha.

3.2.4 Diseño de investigación

Se utilizó el diseño de Bloque Completo al Azar (BCA), con arreglo en parcelas divididas. Para el análisis estadístico se realizó el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de Tukey al 5% de significación estadística.

Con la información recogida a partir de las observaciones y evaluaciones se realizaron las tabulaciones, procesamiento, la discusión de todos los resultados obtenidos, así como la redacción y presentación del informe final.

3.2.5 Características del campo experimental:

Subparcela:

- Largo : 5.0 m
- Ancho : 2.0 m
- Área : 10 m²

Parcela:

- Largo : 21.5 m
- Ancho : 2.0 m
- Área : 43.0 m²

Bloque:

- Largo : 5.0 m
- Ancho : 7.0 m
- Área : 35 m²

Campo experimental:

- Largo : 21.5 m
- Ancho : 7.0 m
- Área : 150.5 m²

3.3 Población y muestra

La población estuvo representada por el cultivo de arroz con un total de 1837.5 golpes en un área de 150.5 m² que fueron distribuidos en parcelas experimentales según el diseño, lo que en la práctica correspondió a 12 sub parcelas de 10 m² cada uno.

Todas las muestras se hicieron sobre la base de los 10 golpes tomados al azar de la parte central de cada unidad experimental, esto con el propósito de eliminar el efecto de bordo, el cual nos dio un promedio por tratamiento.

3.4 Material y método

3.4.1 Materiales, herramientas, equipos e insumo

Materiales:	Los materiales utilizados fueron estacas, cordel, libreta de campo, lapicero, tarjetas, bolsas plásticas.
Herramientas:	Se utilizaron palana, machete, hoz, cinta métrica y vara de azote.
Equipos:	los equipos utilizados fueron cámara fotográfica, bomba mochila, balanza de precisión, estufa, determinador de humedad.
Insumos:	Se utilizó semillas de arroz (Var.Esperanza), fertilizantes foliares, fertilizantes granulados, silicio granular(Sílice – Perú), pesticidas, adherente.

3.4.2 Metodología

- **Fase de campo**

Se realizaron las labores culturales como: preparación de almácigo y campo definitivo (pase de grada cruzada, fanguero, confección de bordos y delimitación de parcelas experimentales), trasplante, riegos, fertilización, control de malezas, control fitosanitario y cosecha.

- **Fase de laboratorio**

Se realizaron actividades como: análisis físico químico del suelo y determinación de variables (porcentaje de germinación, número de granos por panícula, número de panículas por golpe, peso de granos, etc).

- **Fase de gabinete**

Se realizó el análisis estadístico del diseño BCA para los datos obtenidos en campo y laboratorio; luego, la redacción del informe final del trabajo.

3.4.3 Plan de ejecución

3.4.3.1 Muestreo de Suelo

Luego de ubicar el área del terreno se procedió a realizar el muestreo del suelo a una profundidad de 30 cm en zigzag, tomándose un total de 10 sub muestras; estas muestras se homogenizaron y por el método del cuarteo se obtuvo una muestra representativa de 1 kg para el estudio físico químico, los mismos que fueron analizados en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura.

3.4.3.2 Limpieza del campo

La limpieza del terreno destinado para el trabajo de investigación se inició con la eliminación de carrizo y otras malezas, utilizando maquinaria agrícola como el trompo. Luego se realizó la labor de pica y quema, eliminando restos de cosechas anteriores, y así evitar la propagación de patógenos presentes en el campo. La limpieza se realizó en el área donde se instalara el cultivo de arroz, así mismo se limpió los bordos las acequias y regaderos.

3.4.3.3 Preparación del terreno

Esta labor se realizó mediante el paso de grada pesada a una profundidad de 15 cm, haciendo una doble cruz al campo. Esto permitió la eliminación de malezas, restos de cosechas anteriores, patógenos y así mismo dejar

expuestos larvas y huevos de insectos plaga, para que mediante la solarización estos mueran. Esto permitió que el campo este en óptimas condiciones, es decir, quedando el suelo bien mullido y dispuesto para la siembra.

3.4.3.4 Demarcación del área de almacigo

El área de almacigo se delimito con la ayuda de una wincha, donde se utilizó un área de 1 m de ancho x 4 m de largo, el mismo que utilizaremos para todos los tratamientos en estudio.

3.4.3.5 Instalación del almacigo

Se realizó la nivelación del terreno, con bordos delimitantes de (40 cm de ancho por 40 cm de altura), luego se procedió al riego del área de almacigo dándole una lámina de agua de 10 cm dejando reposar por 48 horas para luego proceder al fangueo utilizando una máquina que dejo el área del almacigo listo para ser voleado, inmediatamente se procedió al champeo, se dejó reposar por 24 horas para posteriormente proceder al voleo con la semilla pre germinada usando un total de 400 gr/m². Luego se desagua para que esta semilla logre adherirse al suelo y así tener un mayor porcentaje de emergencia.

Se realizó riegos con una frecuencia de 3 - 5 días para mantenerlo con una lámina de agua de 10 cm. La fertilización del almacigo se fraccionó en 2 partes, el primero a los 8 días de edad y la segunda a los 16 días utilizando urea como fuente nitrogenada en dosis de 1.5 kg/m². El control de plagas se realizó en 2 partes a los 9 días de edad y la segunda a los 17 días utilizando insecticidas a base de imidacloprid, cipermetrina, thiametoxan, en una bomba de 20 lt. Para control de gusano rojo, mosquilla, *Spodoptera*, etc.

3.4.3.6 Parcelación y aleatorización del campo

Luego de haber preparado el terreno, se procedió a su delimitación y confección de parcelas, sub parcelas, como bordos, drenajes, acequias, regaderas y contracequias (desaguadero), dividiendo el campo por pozas de acuerdo a los diseños establecidos formando bordos consistentes, pisoteados y bien reforzados a lo largo del campo que fueron resistentes al volumen de agua que las pozas requerían.

3.4.3.7 Riego

El primer riego se hizo por inundación con la finalidad de dejar el campo listo para el fangueo proporcionando una lámina de agua de 15 cm y dejando reposar por 48 horas de esa manera el terreno quedo en óptimas condiciones para el fangueo y trasplante. Los riegos se realizaron periódicamente para mantener una lámina de agua de 10 cm en el campo, con una frecuencia de 8 – 10 días

3.4.3.8 Fangueo del campo

El fangueo consistió en el batido del suelo con la maquinaria agrícola conocida como fangueadora, con lo cual se destruyeron los terrones presentes en el campo y a la vez se favoreció la nivelación del terreno.

3.4.3.9 Trasplante

El trasplante se realizó a los 21 días de edad, previamente se aplicó un herbicida pre-emergente (Butachlor) para el control de malezas. El trasplante se realizó con el distanciamiento de siembra de 25 x 25 cm con 2, 3, 5 y 12 plantas por golpe de acuerdo a lo establecido en el proyecto, donde se empleó cordeles marcados, amarrados entre palos al borde del

campo con una lámina de agua de 5 cm. Se realizó resiembra de plantas muertas a la semana siguiente.

3.4.3.10 Fertilización

La fertilización se fracciono en tres tiempos utilizando la técnica del voleo y cuando la poza estuvo en lámina de agua de 10 cm. La primera fertilización se realizó al macollamiento a los 35 días después del trasplante, utilizando Urea 100 kg/ha, Sulfato de amonio 100 kg/ha., fosfato diamónico 50 kg/Ha. La segunda fertilización se realizó al punto de algodón a los 55 días después del trasplante utilizando Urea 50 kg/ha, Sulfato de Potasio y magnesio (Sulpomag) 100 kg/ha., Sulfato de amonio 150 kg/ha. y la tercer y ultima fertilizacion se realizó al embuchamiento a los 75 días del edad y se utilizó sulfato de Amonio en dosis de 150 kg/ha.

La fertilización del Silicio se fracciono en dos tiempos al macollamiento y al punto de algodón, siendo las dosis de 25 y 50 Kg/ha de acuerdo a lo establecido en el proyecto. La fertilización foliar también se dio, aplicando hormonas que ayuden a la formación de macollos y al punto de algodón, en esta aplicación utilizamos hormonas de crecimiento (Biozyme) 250 ml/ha., macro y micro nutrientes foliares como (wuxal doble) 1l/ha.

3.4.3.11 Control fitosanitario

Durante la ejecución del presente trabajo se realizaron evaluaciones periódicas encontrándose insectos - plagas que atacaban al cultivo como: *Chironomus xanthus* “gusano rojo”, *Hidrellia sp* “mosquilla”, *Tagosodes orizicolus* “cigarrita marron”, *Diatraea saccharalis* “gusano cañero” y *Spodoptera frugiperda* “Cogollero”. También enfermedades como *Rhizoctonia solani* y pyricularia. Utilizándose mezclas de insecticidas y

fungicidas a base de Clorpirifos, Cipermetrina, Imidacloprid 250 ml/ha., tiametoxan Tebuconazol, Trifloxistrobin, ditiocarbamato 250 ml/ha.

3.4.3.12 Control de malezas

Se realizó la aplicación de herbicida pre – emergente (Butachlor) después del batido o fangueo del campo con el fin de evitar el desarrollo de malezas. Luego se aplicó herbicida post – emergente (Bispyribac sodium 250 ml/ha. y Aminamont 500 ml/ha) a los 5 días después del primer abonamiento para eliminar malezas con más de 3 hojas. Así se logró eliminar malezas como: “coquito” *Cyperus sp.*, “pata de gallina” *Cynodon dactylon*. “chapatoya” *Echinochloa colonum*, “moco de pavo” *Echinochloa crus-galli*, “barbon” *Oryza rufipogon*, “plumilla” *Leptochloa uninervis*. “Lechuga de agua” *Limncharis flava*.

3.4.3.13 Cosecha

Previo a la cosecha 25 días antes, se realizó la labor de agoste cuando el grano presentaba un color verde limón. Se observó que los campos estén bien drenados para evitar el “enfangueamiento” de la máquina y cuando los granos de arroz ya han tomado color amarillo. El momento óptimo la cosecha fue cuando el 90% de los granos de las panojas estuvieron totalmente maduros. Este trabajo se realizó a los 128 días de edad del cultivo de arroz con una humedad del 18% finalmente se cortó para realizar el azote, para cada unidad experimental y tomar los datos respectivos

3.4.4 Variables experimentales

Las observaciones se llevaron a cabo teniendo en cuenta las siguientes variables:

a) Vigor.

Esta labor se realizó a los 15 días después del primer abonamiento; en forma visual de acuerdo a la siguiente escala del CIAT.

Escala	Descripción.
1	Material muy vigoroso
3	Vigoroso
5	Plantas intermedias o normales
7	Planta menos vigorosas que lo normal
9	Planta muy débiles y pequeñas

b) Número de golpes por m²

Se contaron la cantidad de golpes sembrados en un metro cuadrado en cada uno de los tratamientos a los 30 días después de la siembra del cultivo.

c) Número de macollos por golpe

Se contó el número de macollos que existieron en cada uno de los golpes tomados al azar; según la edad del cultivo, la primera evaluación se dio a los 30 días y la segunda a los 65 días después del trasplante.

d) Altura de planta en la etapa de macollamiento y punto de algodón.

Para esta observación se midió la longitud que existe desde la base del suelo hasta la punta de la hoja; según la edad del cultivo 30 y 65 días después del trasplante respectivamente.

e) Días al 50% de floración.

Se registró el número de días que transcurrieron desde la siembra hasta cuando en cada unidad experimental se presentó el 50% de la plantas con espigas.

f) Número de panículas por golpe.

Se efectuó previo a la cosecha con 10 golpes competitivos en un metro cuadrado, al azar de cada unidad experimental, para posteriormente expresarlo en número de panículas por golpe.

g) Longitud de panículas.

Se tomaron las 10 panículas elegidas al azar en cada unidad experimental, a las cuales se les midió con una regla graduada la longitud que exista desde el punto de inserción de la base de la panícula hasta el ápice de la panícula.

h) Número de granos llenos por panícula.

Esta observación se realizó tomando al azar 10 panículas por cada unidad experimental, contando los granos llenos que existan en cada una de ellas.

i) Porcentaje de granos vanos por panícula.

Se determinó en las mismas panojas de la observación anterior, contando el número de granos vanos de cada panoja, para luego en base de una regla de tres simple obtener el porcentaje.

j) Rendimiento de grano cáscara.

Esta observación se realizó en base al peso total obtenido en el área neta experimental de cada unidad experimental. El rendimiento fue ajustado al 14% de humedad y referido a t/ha.

k) Análisis de molinería.

Para esta observación se tomó 100 gramos por unidad experimental los cuales fueron llevados al molino para el análisis y la determinación del porcentaje de grano pilado, grano entero y grano quebrado.

l) Peso de mil granos

Esta observación se realizó después de la cosecha, se tomó una muestra de 1000 granos, en cada unidad experimental, que presentaron el 14 % de humedad; los cuales se pesaron en una balanza de precisión que posteriormente expresaron el peso de los 1000 granos.

3.4.5 Características complementarias.

A) Análisis de suelo:

Previamente a la preparación del terreno se tomaron 10 submuestras del campo experimental; siguiendo el método del zig zag y a una

profundidad de 30 cm, luego se procedió a homogenizarla y por el método del cuarteo se obtuvo una muestra representativa de 1 kg aproximadamente, la cual se envió al laboratorio de Análisis de suelos de la Universidad Nacional de Piura para su análisis respectivo.

B) Datos meteorológicos.

La información correspondiente a temperaturas máximas, y mínimas y medias, humedad relativa y precipitaciones pluviales fueron obtenidas de la estación meteorológica “CIA TUMPIS” del Proyecto Especial Binacional Puyango - Tumbes (PEBPT) que está ubicada lo más cerca de la zona donde se llevó a cabo el presente trabajo de investigación.

4. RESULTADOS

4.1 Resultados experimentales

4.1.1 Vigor

Según la escala del CIAT en la (Tabla 3), se observa que los tratamientos T7, T8; presentan un vigor vegetativo vigoroso, el T1, T5, T9 y T10 presentan un vigor vegetativo intermedio o normales con escala de grado “5”; mientras que en el resto de los tratamiento con grado “7” se clasifican según la escala como plantas menos vigorosas que lo normal.

Tabla 3 Vigor a los 15 días después del primer abonamiento

TRATAMIENTO	COMBINACION	GRADO
T7	5 plantas X 25 kg Silicio / ha	3
T8	5 plantas X 50 kg Silicio / ha	3
T1	2 plantas X 25 kg Silicio / ha	5
T5	3 plantas X 50 kg Silicio / ha	5
T9	5 plantas X 0 kg Silicio / ha	5
T10	12 plantas X 25 kg Silicio / ha	5
T2	2 plantas X 50 kg Silicio / ha	7
T3	2 plantas X 0 kg Silicio / ha	7
T4	3 plantas X 25 kg Silicio / ha	7
T6	3 plantas X 0 kg Silicio / ha	7
T11	12 Plantas X 50 kg Silicio / ha	7
T12	12 plantas X 0 kg Silicio / ha	7

4.1.2 Número de golpes por m²

Se contaron la cantidad de golpes sembrados en un metro cuadrado en cada uno de los tratamientos a los 30 días de edad del cultivo; los resultados del promedio de número de golpes por metro cuadrado en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*), fue de 12.25 golpes/m²

considerando que el distanciamiento de siembra para todos los tratamientos es de 25 x 25 cm.

4.1.3 Número de macollos por golpe

Se contó el número de macollos que existieron en cada uno de los golpes tomados al azar; según la edad del cultivo, la primera evaluación se dio a los 30 días de edad y la segunda a los 65 días.

4.1.3.1 Numero de macollos a los 30 días después del trasplante

En la tabla 4 y Figura 2 se muestran los resultados del promedio de la interacción dosis de silicio y densidad de siembra sobre el número de macollos por golpe a los 30 días después del trasplante.

El análisis de varianza muestra que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, pero diferencia no significativa entre bloques, con un coeficiente de variabilidad de 1.061%, el cual nos indica que los datos son muy confiables.

Los resultados fueron corroborados por la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, y muestra que el mayor número de macollos fue obtenido por el T12 (12 plantas x 0 kg Silicio / ha) con un número de macollos por golpe promedio de 29.70; mientras que el T1 (2 plantas X 25 kg Silicio / ha) obtuvo el menor número con un promedio de 18.38 macollos.

Tabla 4 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) Variedad esperanza sobre **el número de macollos por golpe a los 30 días después del trasplante** – Prueba de Tukey.

TRATAMIENTOS (N° plantas por Dosis de Silicio)	Promedio	Tukey (5%)
T12 (12 plantas X 0 kg Silicio / ha)	29.70	a
T11 (12 Plantas X 50 kg Silicio / ha)	26.93	b
T10 (12 plantas X 25 kg Silicio / ha)	25.10	c
T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha)	24.18	d
T7 (5 plantas X 25 kg Silicio / ha)	22.28	e
T4 (3 plantas X 25 kg Silicio / ha)	22.03	f
T9 (5 plantas X 0 kg Silicio / ha)	21.78	g
T6 (3 plantas X 0 kg Silicio / ha)	20.80	h
T2 (2 plantas X 50 kg Silicio / ha)	20.33	i
T5 (3 plantas X 50 kg Silicio / ha)	20.30	i
T3 (2 plantas X 0 kg Silicio / ha)	19.33	j
T1 (2 plantas X 25 kg Silicio / ha)	18.38	k
CV: 1.061%		

(*) Los tratamientos que tengan la misma letra son estadísticamente iguales entre sí o no significativas, caso contrario son diferentes.

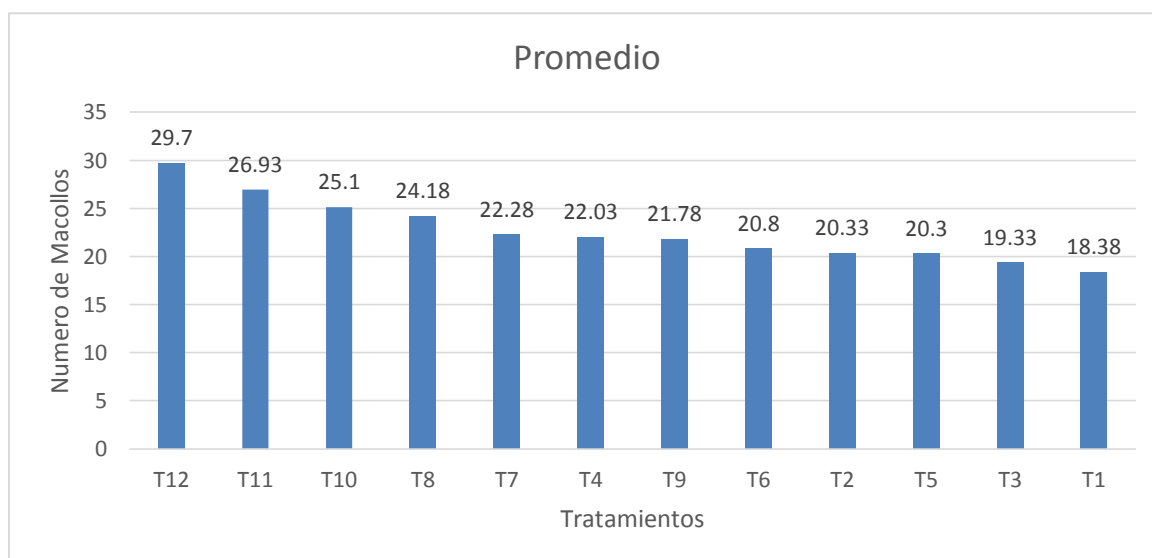


Figura 2 Número de macollos promedio a los 30 días después del trasplante según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.

4.1.3.2 Número de macollos a los 65 días después del trasplante

En la tabla 5 y figura 3 se muestran los resultados de la interacción dosis de Silicio y densidad de Siembra sobre el promedio de número de macollos por golpe a los 65 días después del trasplante.

El análisis de varianza muestra que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, pero diferencia no significativa entre bloques, con un coeficiente de variabilidad de 0.538 %, el cual nos indica que los datos son muy confiables.

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad muestra que el mayor número de macollos fue obtenido por el T12 (*Testigo*) con un número de macollos por golpe promedio de 34.95; mientras que el T2 (2 plantas X 50 kg Silicio / ha) obtuvo el menor número con un promedio de 21.93 macollos. También se observa que el T4 no tiene diferencia significativa con el T8 al igual que el T1 no tiene diferencia significativa con el T6

Tabla 5 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) Variedad esperanza sobre **el número de macollos por golpe a los 65 días después del trasplante** – Prueba de Tukey.

TRATAMIENTOS (N° plantas por Dosis de Silicio)	Promedio	Tukey (5%)
T12 (12 plantas X 0 kg Silicio / ha)	34.95	a
T11 (12 plantas X 50 kg Silicio / ha)	31.18	b
T10 (12 plantas X 25 kg Silicio / ha)	28.40	c
T5 (3 plantas X 50 kg Silicio / ha)	26.25	d
T3 (2 plantas X 0 kg Silicio / ha)	25.35	e
T4 (3 plantas X 25 kg Silicio / ha)	24.40	f
T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha)	24.40	f
T9 (5 plantas X 0 kg Silicio / ha)	23.93	g
T1 (2 plantas X 25 kg Silicio / ha)	23.33	h
T6 (3 plantas X 0 kg Silicio / ha)	23.25	h
T7 (5 plantas X 25 kg Silicio / ha)	22.20	i
T2 (2 plantas X 50 kg Silicio / ha)	21.93	j
CV: 0.538%		

(*) Los tratamientos que tengan la misma letra son estadísticamente iguales entre sí o no significativas, caso contrario son diferentes.

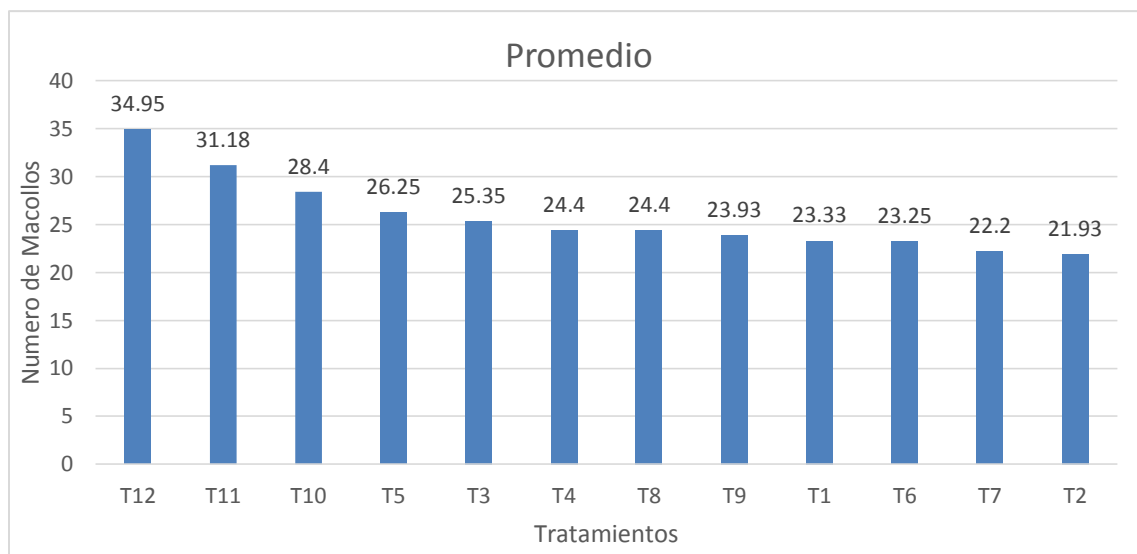


Figura 3 Número de macollos promedio a los 65 días después del trasplante según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.

4.1.4 Altura de planta en la etapa de macollamiento y punto de algodón.

Para esta observación se midió la longitud que existe desde la base del suelo hasta el punto de inserción de la panoja; según la edad del cultivo 30 y 65 días respectivamente

4.1.4.1 Altura de la planta en la etapa de macollamiento (30 días después del trasplante)

En la tabla 6 y figura 4 se muestran los resultados de la interacción dosis de Silicio y densidad de siembra sobre el promedio de la altura de planta en la etapa de macollamiento a los 30 días después del trasplante.

El análisis de varianza muestra que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, pero diferencia no significativa entre bloques, con un coeficiente de variabilidad de 0.772 %, el cual nos indica que los datos son muy confiables.

En la corroboración de resultados con la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, muestra que la mayor altura de planta en la etapa de macollamiento fue obtenida por el T1 (2 plantas X 25 kg Silicio / ha) con la altura promedio de 35.33 cm; seguida por el T12(Testigo) con altura promedio de 35.10 cm; mientras que el T5 (3 plantas X 50 kg Silicio / ha) obtuvo la menos altura con un promedio de 29.90 cm.

Tabla 6 Efectos dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) Variedad esperanza sobre **la altura de la planta en la etapa de macollamiento a los 30 días** – Prueba de Tukey.

TRATAMIENTOS (N° plantas por Dosis de Silicio)	Promedio	Tukey (5%)
T1 (2 plantas X 25 kg Silicio / ha)	35.33	a
T12 (12 plantas X 0 kg Silicio / ha)	35.10	b
T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha)	34.95	c
T9 (5 plantas X 0 kg Silicio / ha)	34.25	d
T6 (3 plantas X 0 kg Silicio / ha)	34.10	e
T4 (3 plantas X 25 kg Silicio / ha)	33.38	f
T2 (2 plantas X 50 kg Silicio / ha)	33.08	g
T11 (12 plantas X 50 kg Silicio / ha)	32.33	h
T10 (12 plantas X 25 kg Silicio / ha)	32.18	i
T3 (2 plantas X 0 kg Silicio / ha)	32.00	j
T7 (5 plantas X 25 kg Silicio / ha)	31.18	k
T5 (3 plantas X 50 kg Silicio / ha)	29.90	l
CV: 0.775%		

(*) Los tratamientos que tengan la misma letra son estadísticamente iguales entre sí o no significativas, caso contrario son diferentes.

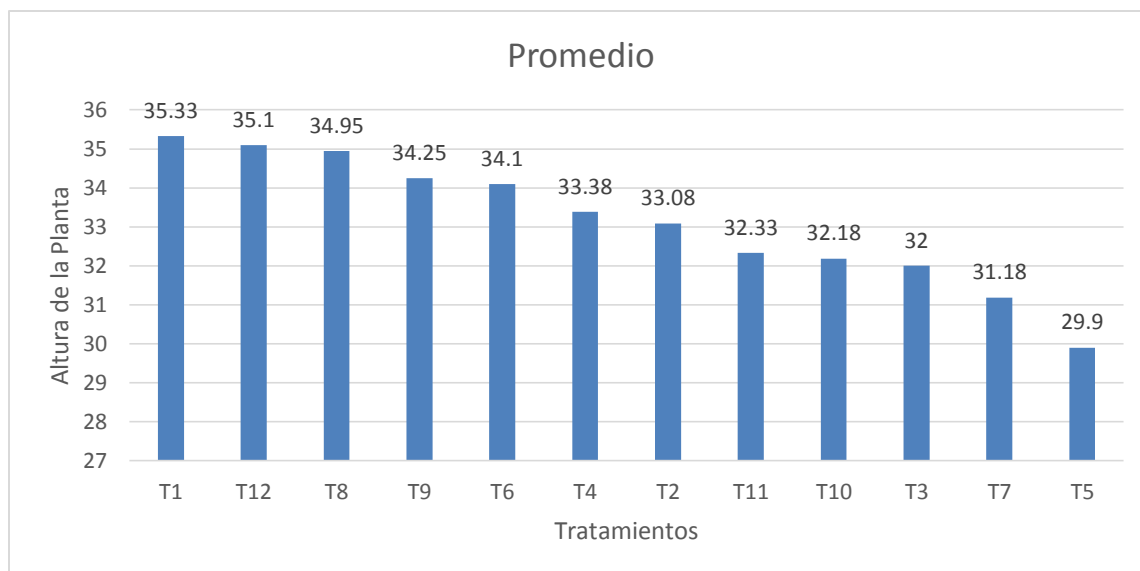


Figura 4 Altura de la planta promedio en la etapa de macollamiento a los 30 días después del trasplante según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.

4.1.4.1 Altura de la planta en la etapa de punto de algodón (65 días después del trasplante)

En la tabla 7 y figura 5 se muestran los resultados de la interacción dosis de Silicio y densidad de siembra sobre el promedio de la altura de planta en la etapa de punto de algodón a los 65 días después del trasplante.

El análisis de varianza muestra que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, pero diferencia no significativa entre bloques, con un coeficiente de variabilidad de 0.224 %, el cual nos indica que los datos son muy confiables.

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad muestra que la mayor altura de planta fue obtenida por el T7 (5 plantas X 25 kg Silicio / ha) con un promedio de altura de 94.30 cm, seguido por el tratamiento T4 (3 plantas X 25 kg Silicio / ha) con un promedio de altura de 94.20 cm; mientras que el T3 (2 plantas X 0 kg Silicio / ha) obtuvo la menor altura con un promedio de 79.75 cm.

Tabla 7 Efectos dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) Variedad esperanza sobre la **altura de la planta en la etapa de punto de algodón a los 65 días** – Prueba de Tukey

TRATAMIENTOS (N° plantas por Dosis de Silicio)	Promedio	Tukey (5%)
T7 (5 plantas X 25 kg Silicio / ha)	94.30	a
T4 (3 plantas X 25 kg Silicio / ha)	94.20	b
T1 (2 plantas X 25 kg Silicio / ha)	93.40	c
T2 (2 plantas X 50 kg Silicio / ha)	92.38	d
T9 (5 plantas X 0 kg Silicio / ha)	91.45	e
T5 (3 plantas X 50 kg Silicio / ha)	91.20	f
T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha)	91.08	g
T6 (3 plantas X 0 kg Silicio / ha)	90.70	h
T11 (12 plantas X 50 kg Silicio / ha)	90.70	h
T12 (12 plantas X 0 kg Silicio / ha)	89.75	i
T10 (12 plantas X 25 kg Silicio / ha)	88.48	j
T3 (2 plantas X 0 kg Silicio / ha)	79.75	k
CV: 0.224%		

(*) Los tratamientos que tengan la misma letra son estadísticamente iguales entre sí o no significativas, caso contrario son diferentes

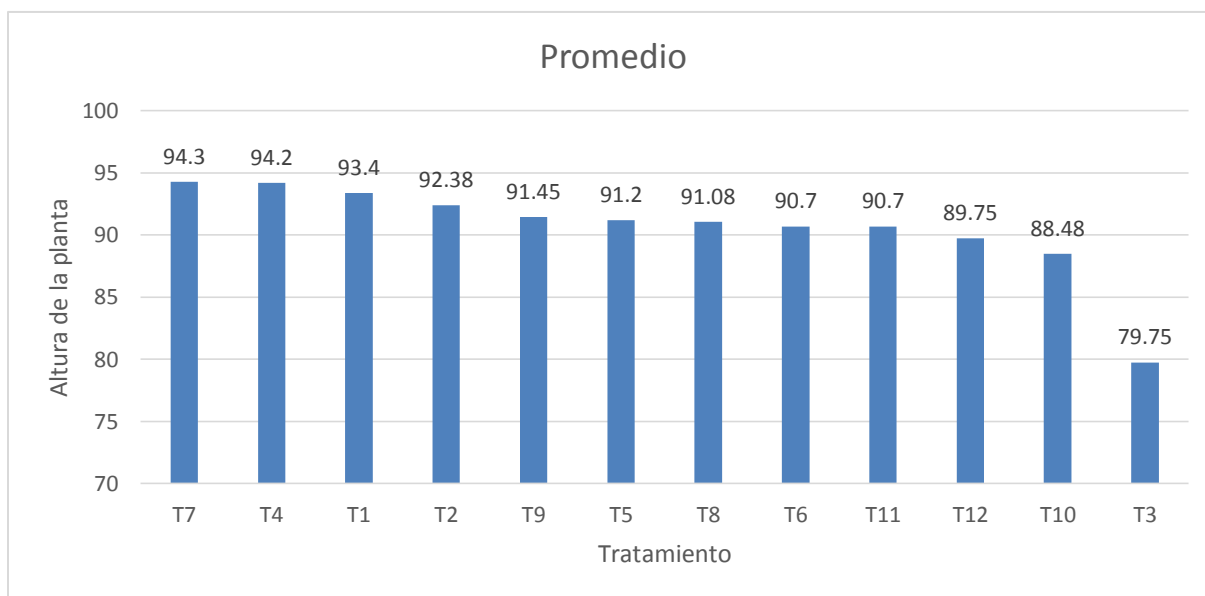


Figura 5 Altura de la planta promedio en la etapa de punto de algodón a los 65 días después del trasplante según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.

4.1.5 Días al 50% de floración

Se registró el número de días que transcurrieron desde la siembra hasta cuando en cada unidad experimental se presentó el 50% de la plantas con espigas

En la tabla 8 y figura 6 se muestran los resultados de la interacción dosis de Silicio y densidad de siembra sobre el promedio de días al 50% de floración contabilizando los días desde la germinación de la semilla.

El análisis de varianza muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, y diferencia altamente significativa entre bloques, con un coeficiente de variabilidad de 0.859 %, el cual nos indica que los datos son muy confiables.

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad muestra que el mayor número de días al 50% de floración fue obtenido por el T2 (2 plantas X 50 kg Silicio / ha) con un número de días promedio de 94.50; mientras que el T12 (testigo) obtuvo el menor número días al 50% de floración con un promedio de 85.75 días

Tabla 8 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) Variedad esperanza sobre **el número de días al 50% de floración** – Prueba de Tukey.

TRATAMIENTOS (N° plantas por Dosis de Silicio)	Promedio	Tukey (5%)
T2 (2 plantas X 50 kg Silicio / ha)	94.50	a
T4 (3 plantas X 25 kg Silicio / ha)	93.25	b
T1 (2 plantas X 25 kg Silicio / ha)	91.50	c
T3 (2 plantas X 0 kg Silicio / ha)	91.50	c d
T6 (3 plantas X 0 kg Silicio / ha)	91.00	c d
T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha)	89.00	e
T10 (12 plantas X 25 kg Silicio / ha)	89.00	e f
T5 (3 plantas X 50 kg Silicio / ha)	88.50	e f g
T7 (5 plantas X 25 kg Silicio / ha)	88.50	e f g
T9 (5 plantas X 0 kg Silicio / ha)	87.00	h
T11 (12 plantas X 50 kg Silicio / ha)	86.50	h
T12 (12 plantas X 0 kg Silicio / ha)	85.75	i
CV: 0.859%		

(*) Los tratamientos que tengan la misma letra son estadísticamente iguales entre sí o no significativas, caso contrario son diferentes

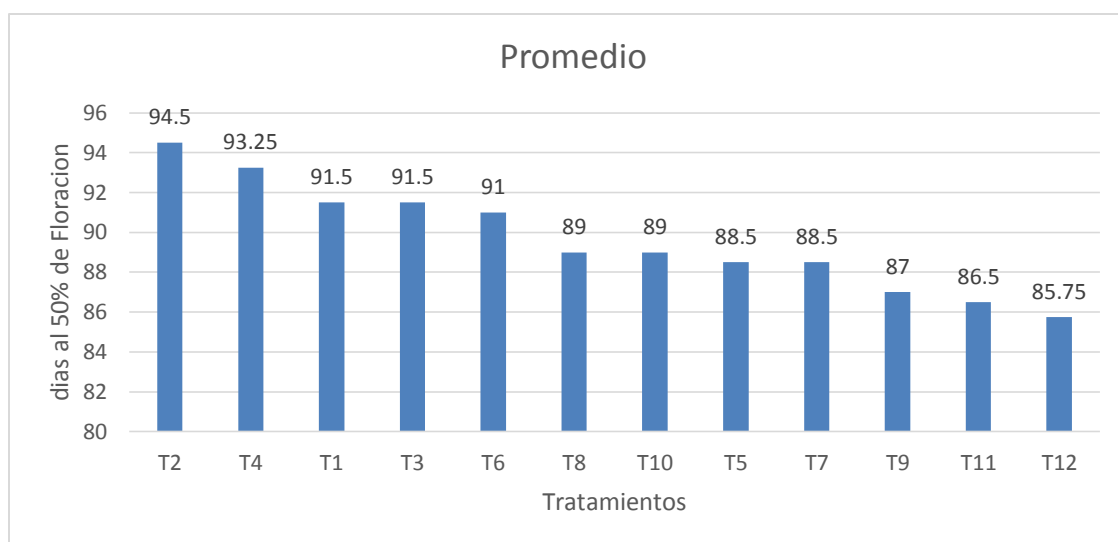


Figura 6 Número promedio de días al 50% de floración según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.

4.1.6 Número de panículas por golpe.

Se efectuó previo a la cosecha con 10 golpes competitivos en un metro cuadrado, al azar de cada unidad experimental, para posteriormente expresarlo en número de panículas por golpe

En la tabla 9 y figura 7 se muestran los resultados de la interacción dosis de Silicio y densidad de siembra sobre el promedio de panículas por golpe.

El análisis de varianza muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, y no significativa entre bloques, con un coeficiente de variabilidad de 2.405 %, el cual nos indica que los datos son muy confiables.

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad muestra que el mayor número de panículas por golpe fue obtenido por el T12 (12 plantas X 0 kg Silicio / ha) con un número promedio de panículas de 31; mientras que el T4 (3 plantas X 25 kg Silicio / ha) y el T1 obtuvieron el menor número con un promedio de 19.25 panículas cada uno

Tabla 9 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) Variedad esperanza sobre **el número de panículas por golpe previos a la cosecha** – Prueba de Tukey

TRATAMIENTOS (N° plantas por Dosis de Silicio)	Promedio	Tukey (5%)
T12 (12 plantas X 0 kg Silicio / ha)	31.00	a
T11 (12 plantas X 50 kg Silicio / ha)	29.00	b
T10 (12 plantas X 25 kg Silicio / ha)	25.75	c
T5 (3 plantas X 50 kg Silicio / ha)	24.00	d
T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha)	23.75	d
T9 (5 plantas X 0 kg Silicio / ha)	22.75	e
T3 (2 plantas X 0 kg Silicio / ha)	22.00	f
T6 (3 plantas X 0 kg Silicio / ha)	22.00	f g
T7 (5 plantas X 25 kg Silicio / ha)	22.00	f g
T2 (2 plantas X 50 kg Silicio / ha)	20.75	h
T1 (2 plantas X 25 kg Silicio / ha)	19.25	i
T4 (3 plantas X 25 kg Silicio / ha)	19.25	i
CV: 2.405%		

(*) Los tratamientos que tengan la misma letra son estadísticamente iguales entre sí o no significativas, caso contrario son diferentes

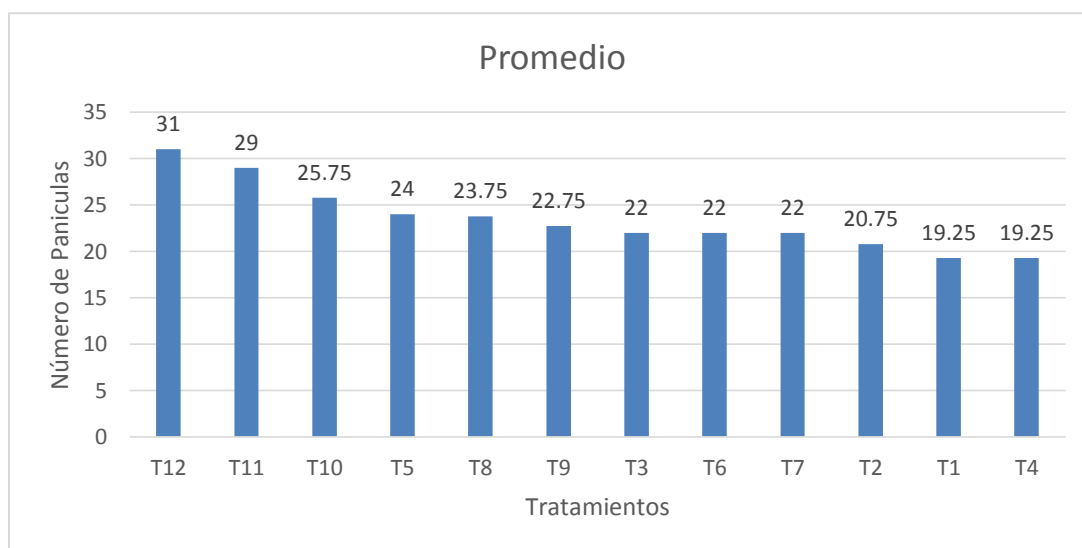


Figura 7 Número promedio de panículas por golpe según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.

4.1.7 Longitud de panículas

Se tomó 10 panículas elegidas al azar en cada unidad experimental, a las que se les midió con una regla graduada la longitud desde el punto de inserción de la base de la panícula hasta el ápice de la panícula

En la tabla 10 y figura 8 se muestran los resultados de la interacción dosis de Silicio y densidad de siembra sobre el promedio de longitud de la panícula.

El análisis de varianza muestra que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, diferencia altamente significativa entre bloques, con un coeficiente de variabilidad de 1.315 %, el cual nos indica que los datos son muy confiables.

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad muestra que la mayor longitud fue obtenida por el T5 (3 plantas X 50 kg Silicio / ha) con un promedio de 22.48 cm; seguido por el T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha) que obtuvo un promedio de 22.43 cm; mientras que el T12 (testigo) obtuvo el menor promedio de longitud que fue de 19.35 cm

Tabla 10 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) Variedad esperanza sobre **la longitud de la panícula** – Prueba de Tukey.

TRATAMIENTOS (N° plantas por Dosis de Silicio)	Promedio	Tukey (5%)
T5 (3 plantas X 50 kg Silicio / ha)	22.48	a
T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha)	22.43	a
T7 (5 plantas X 25 kg Silicio / ha)	22.18	b
T3 (2 plantas X 0 kg Silicio / ha)	21.50	c
T4 (3 plantas X 25 kg Silicio / ha)	21.03	d
T10 (12 plantas X 25 kg Silicio / ha)	20.85	e
T2 (2 plantas X 50 kg Silicio / ha)	20.83	e
T1 (2 plantas X 25 kg Silicio / ha)	20.45	f
T6 (3 plantas X 0 kg Silicio / ha)	20.45	f
T9 (5 plantas X 0 kg Silicio / ha)	20.35	g
T11 (12 plantas X 50 kg Silicio / ha)	20.15	h
T12 (12 plantas X 0 kg Silicio / ha)	19.35	i
CV: 1.315%		

(*) Los tratamientos que tengan la misma letra son estadísticamente iguales entre sí o no significativas, caso contrario son diferentes

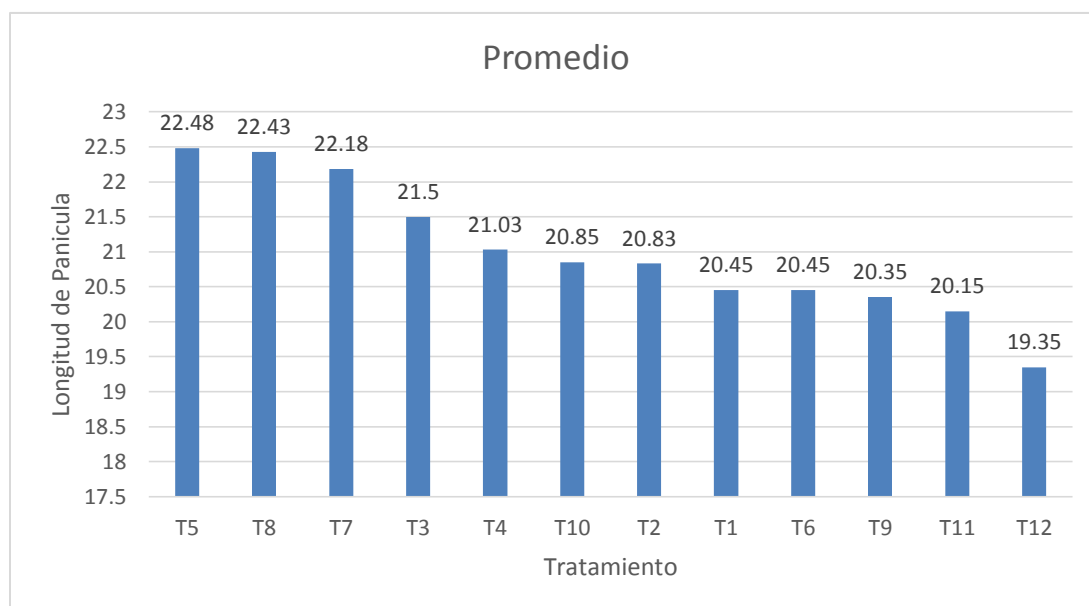


Figura 8 Número promedio de longitud de panícula según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.

4.1.8 Número de granos llenos por panícula.

Esta observación se realizó tomando al azar 10 panículas por cada unidad experimental, contando los granos llenos que existan en cada una de ellas.

En la tabla 11 y figura 9 se muestran los resultados de la interacción dosis de Silicio y densidad de siembra sobre el promedio de número de granos llenos por panícula

El análisis de varianza muestra que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, y diferencia no significativa entre bloques, con un coeficiente de variabilidad de 0.953 %, el cual nos indica que los datos son confiables.

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad muestra que el mayor número de granos llenos fue obtenido por el T7 (5 plantas X 25 kg Silicio / ha) con un número promedio de 161.85; mientras que el T11 (12 plantas X 50 kg Silicio / ha) obtuvo el menor número promedio de granos llenos que fue 113.48.

Tabla 11 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) Variedad esperanza sobre **el número de granos llenos por panícula** – Prueba de Tuckey.

TRATAMIENTOS (N° plantas por Dosis de Silicio)	Promedio	Tukey (5%)
T7 (5 plantas X 25 kg Silicio / ha)	161.85	a
T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha)	155.88	b
T1 (2 plantas X 25 kg Silicio / ha)	155.60	b
T4 (3 plantas X 25 kg Silicio / ha)	154.55	c
T5 (3 plantas X 50 kg Silicio / ha)	152.23	d
T2 (2 plantas X 50 kg Silicio / ha)	143.23	e
T6 (3 plantas X 0 kg Silicio / ha)	140.35	f
T9 (5 plantas X 0 kg Silicio / ha)	138.85	g
T10 (12 plantas X 25 kg Silicio / ha)	127.73	h
T12 (12 plantas X 0 kg Silicio / ha)	124.08	i
T3 (2 plantas X 0 kg Silicio / ha)	124.05	i
T11 (12 plantas X 50 kg Silicio / ha)	113.48	j
CV: 0.953%		

(*) Los tratamientos que tengan la misma letra son estadísticamente iguales entre sí o no significativas, caso contrario son diferentes

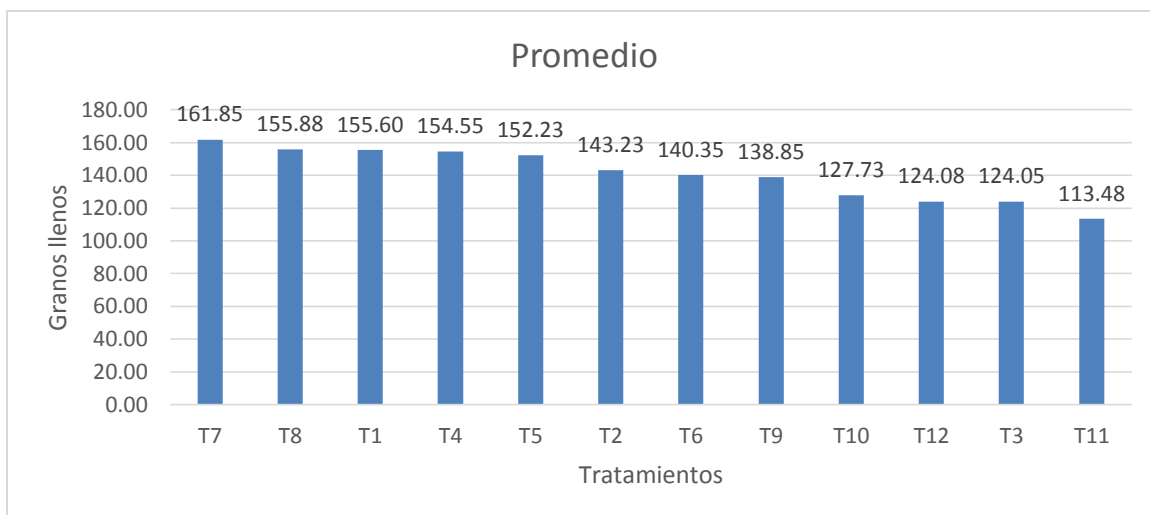


Figura 9 Número promedio de granos llenos por panícula según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.

4.1.9 Porcentaje de granos vanos por panícula

Se determinó en las mismas panojas de la observación anterior, contando el número de granos vanos de cada panoja, para luego en base de una regla de tres simple obtener el porcentaje.

En la tabla 12 y figura 10 se muestran los resultados de la interacción dosis de Silicio y densidad de siembra sobre el porcentaje de granos vanos por panícula.

El análisis de varianza muestra que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, y no significativa entre bloques, con un coeficiente de variabilidad de 2.485 %, el cual nos indica que los datos son muy confiables.

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad muestra que el mayor porcentaje de granos vanos fue obtenido por el T6 (3 plantas X 0 kg Silicio / ha) con un porcentaje promedio de 7.91%; mientras que el T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha) obtuvo el menor porcentaje de grano vano con un promedio de 3.60%

Tabla 12 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) Variedad esperanza sobre **el porcentaje de granos vanos por panícula** – Prueba de Tukey.

TRATAMIENTOS (N° plantas por Dosis de Silicio)	Promedio	Tukey (5%)
T6 (3 plantas X 0 kg Silicio / ha)	7.91	a
T12 (12 plantas X 0 kg Silicio / ha)	7.40	b
T10 (12 plantas X 25 kg Silicio / ha)	6.94	c
T3 (2 plantas X 0 kg Silicio / ha)	6.37	d
T9 (5 plantas X 0 kg Silicio / ha)	6.24	e
T11 (12 plantas X 50 kg Silicio / ha)	5.92	f
T2 (2 plantas X 50 kg Silicio / ha)	5.31	g
T7 (5 plantas X 25 kg Silicio / ha)	5.20	h
T5 (3 plantas X 50 kg Silicio / ha)	4.52	i
T4 (3 plantas X 25 kg Silicio / ha)	4.44	j
T1 (2 plantas X 25 kg Silicio / ha)	3.87	k
T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha)	3.60	l
CV: 2.485%		

(*) Los tratamientos que tengan la misma letra son estadísticamente iguales entre sí o no significativas, caso contrario son diferentes

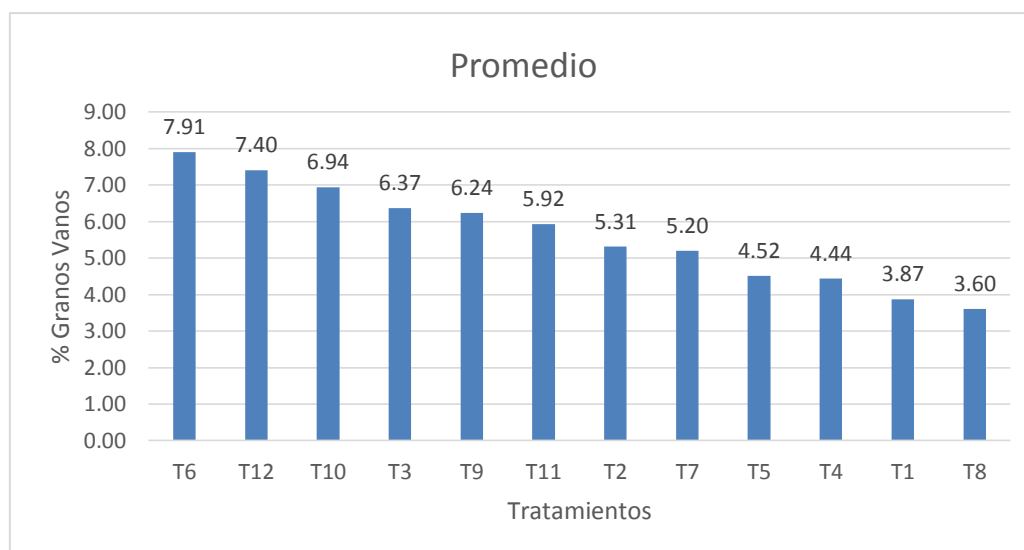


Figura 10 Número promedio de porcentaje de granos vanos por panícula según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.

4.1.10 Rendimiento de grano cáscara

Esta observación se realizó en base al peso total obtenido en el área neta experimental de cada unidad experimental. El rendimiento fue ajustado al 14% de humedad y referido a t/ha.

En la tabla 13 y figura 11 se muestran los resultados de la interacción dosis de Silicio y densidad de siembra sobre el promedio de rendimiento de grano en cascara.

El análisis de varianza muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, y no significativa entre bloques, con un coeficiente de variabilidad de 1.903 %, el cual nos indica que los datos son muy confiables.

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad muestra que el mayor rendimiento de grano en cascara fue obtenido por el T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha) con un promedio de 8720 kg/ha; mientras que el T3 (2 plantas X 0 kg Silicio / ha) obtuvo el menor rendimiento de grano en cascara logrando un promedio de 6734.50 kg/ha

Tabla 13 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) Variedad esperanza sobre **Rendimiento de grano en cascara** – Prueba de Tukey.

TRATAMIENTOS (N° plantas por Dosis de Silicio)	Promedio	Tukey (5%)
T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha)	8720.00	a
T7 (5 plantas X 25 kg Silicio / ha)	8307.50	b
T9 (5 plantas X 0 kg Silicio / ha)	8091.25	c
T5 (3 plantas X 50 kg Silicio / ha)	7740.00	d
T4 (3 plantas X 25 kg Silicio / ha)	7452.50	e
T6 (3 plantas X 0 kg Silicio / ha)	7337.50	f
T1 (2 plantas X 25 kg Silicio / ha)	7322.50	f
T12 (12 plantas X 0 kg Silicio / ha)	7216.25	g
T10 (12 plantas X 25 kg Silicio / ha)	7165.00	h
T11 (12 plantas X 50 kg Silicio / ha)	7150.00	h
T2 (2 plantas X 50 kg Silicio / ha)	6951.75	i
T3 (2 plantas X 0 kg Silicio / ha)	6734.50	j
CV: 1.903%		

(*) Los tratamientos que tengan la misma letra son estadísticamente iguales entre sí o no significativas, caso contrario son diferentes

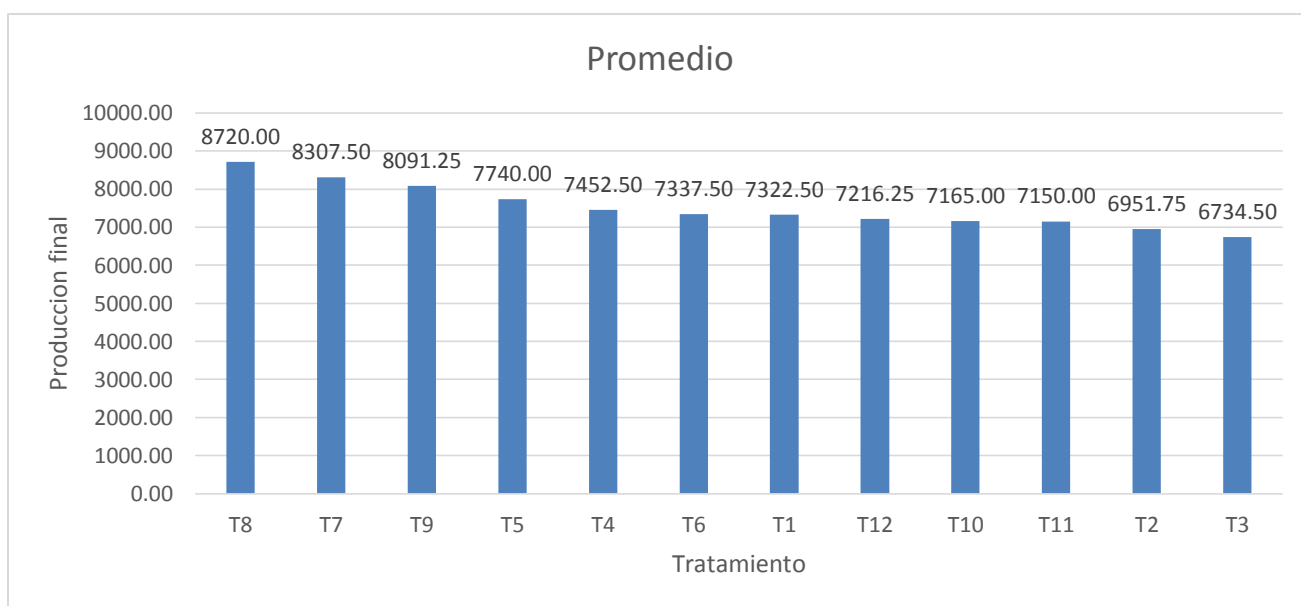


Figura 11 Número promedio de rendimiento de grano en cascara según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.

4.1.11 Análisis de molinería

Para esta observación se tomó 100 gramos por unidad experimental los cuales fueron llevados al molino para el análisis y la determinación del porcentaje de grano pilado, grano entero y grano quebrado.

Tabla 14 Análisis de molinería en cada uno de los tratamientos en estudio

Tratamiento	Humedad	Rendimiento	Entero	Quebrado	Q. al 100%
T1	13.2	68.2	55.2	13	19.1
T2	13.5	65	52	13	20
T3	12.6	68.6	54.6	14	20.4
T4	12.2	69.2	56.2	13	18.7
T5	13.5	66	54	12	18.2
T6	13.6	67.5	54.5	13	19.3
T7	13.2	66	53	13	19.7
T8	12.6	70	58	12	17.1
T9	13.5	63	50	13	20.6
T10	12.6	58.6	44.6	14	23.9
T11	13.2	60.5	47.5	13	21.5
T12	13.2	56.5	43.1	13	23

4.1.12 Peso de mil granos

Esta observación se realizó después de la cosecha, se tomó una muestra de 1000 granos, en cada unidad experimental, que presentaron el 14 % de humedad; los cuales se pesaron en una balanza de precisión que posteriormente expresaron el peso de los 1000 granos.

En la tabla 15 y figura 12 se muestran los resultados de la interacción dosis de Silicio en densidades de siembra sobre el promedio de longitud de la panícula.

El análisis de varianza muestra que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, y diferencia no significativa entre bloques, con un coeficiente de variabilidad de 0.326 %, el cual nos indica que los datos son muy confiables.

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad muestra que el mayor peso de mil granos fue obtenido por el T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha) con un peso promedio de 20.33 gr; seguido por el T7 (5 plantas X 25 kg Silicio / ha) que obtuvo un peso promedio de 20.11 gr; mientras que el T12 (testigo) obtuvo el menor peso con un promedio de 17.40 gr.

Tabla 15 Efectos principales e interacción de dos dosis de silicio con tres densidades de siembra del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) Variedad esperanza sobre **el Peso de mil granos** – Prueba de Tukey

TRATAMIENTOS (N° plantas por Dosis de Silicio)	Promedio	Tukey (5%)
T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha)	20.33	a
T7 (5 plantas X 25 kg Silicio / ha)	20.11	b
T5 (3 plantas X 50 kg Silicio / ha)	19.82	c
T9 (5 plantas X 0 kg Silicio / ha)	19.78	d
T2 (2 plantas X 50 kg Silicio / ha)	19.44	e
T4 (3 plantas X 25 kg Silicio / ha)	19.29	f
T6 (3 plantas X 0 kg Silicio / ha)	19.10	g
T3 (2 plantas X 0 kg Silicio / ha)	19.09	g
T1 (2 plantas X 25 kg Silicio / ha)	18.82	h
T10 (12 plantas X 25 kg Silicio / ha)	17.97	i
T11 (12 plantas X 50 kg Silicio / ha)	17.62	j
T12 (12 plantas X 0 kg Silicio / ha)	17.40	k
CV: 0.326%		

(*) Los tratamientos que tengan la misma letra son estadísticamente iguales entre sí o no significativas, caso contrario son diferentes

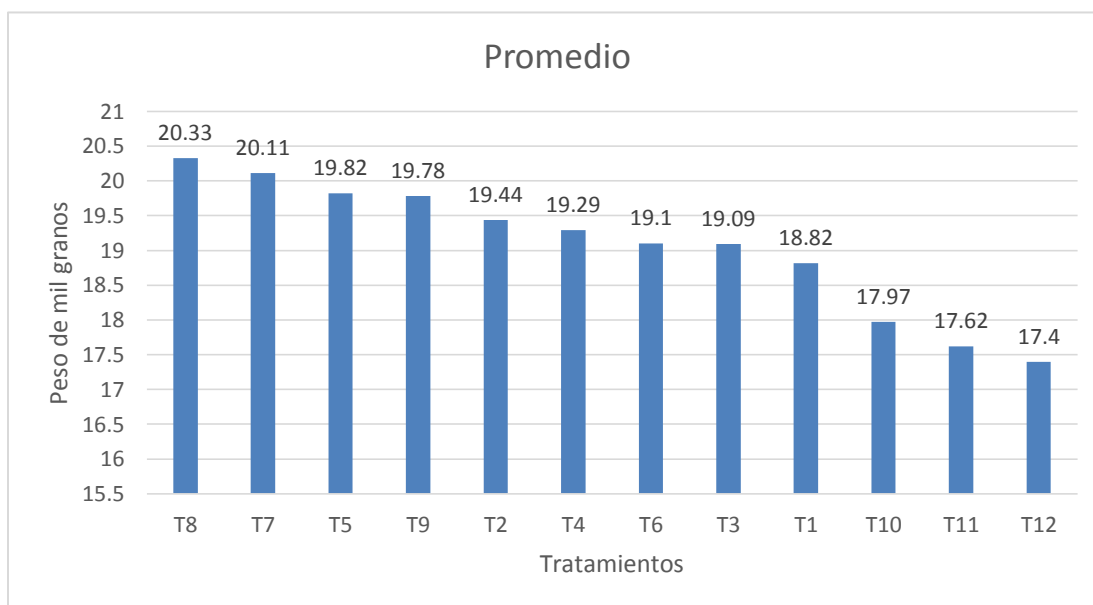


Figura 12 Número promedio del peso de mil granos según los resultados de la prueba de Tukey al 5 %.

4.2 Características complementarias.

4.2.1 Análisis de suelo:

Previamente a la preparación del terreno se tomaron 10 submuestras del campo experimental; siguiendo el método del zig zag y a una profundidad de 30 cm, luego se procedió a homogenizarla y por el método del cuarteo se obtuvo una muestra representativa de 1 kg aproximadamente, la cual se envió a un laboratorio de Análisis de suelos de la Universidad Nacional de Piura para su análisis respectivo.

Tabla 16 Resultado del análisis físico – químico del suelo en el “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) en tumbes”

Determinación	Valor	nivel
pH (1;2;5)	6.08	Ligeramente Acido
C.E (dS/m)	0.50	Normal
Calcáreo (%CaCo3)	0.00	Bajo
Materia orgánica (%)	0.30	Bajo
Nitrógeno Total (%)	0.02	Bajo
Fósforo disponible (ppm P)	9	Medio
Potasio asimilable (ppm K)	178	Medio
Textura	Fco. Arc	Moderadamente Fina
C.I.C (meq/100g)	16.87	Alto
PSI (%)	1.48	Bajo

4.2.2 Datos meteorológicos.

La información correspondiente a temperaturas máximas, y mínimas y medias, horas de sol, humedad relativa y precipitaciones pluviales fueron obtenidas de la estación meteorológica ubicada lo más cerca de la zona donde se llevó a cabo el presente trabajo de investigación.

El registro de los datos meteorológicos se presenta en la tabla N° 17 correspondiente a los meses desde enero a agosto del año 2018; tiempo en la cual se desarrolló el presente trabajo de investigación en su fase de campo. Estos datos fueron proporcionados por el Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes.

4.2.2.1 Temperatura

Las temperaturas presentadas durante la fase vegetativa y reproductiva del cultivo en estudio estuvieron en 31.6 °c los meses de enero y marzo como temperaturas máximas mensuales y 19.9 °c el mes de Julio y 20.8 °c el mes de Junio como temperaturas mínimas mensuales, dichos rangos son considerados adecuados para el desarrollo y crecimiento del cultivo de arroz.

4.2.2.2 Humedad relativa

La humedad relativa mensual (%) registrada estuvo entre los 86.7 % los meses de mayo y julio respectivamente; presentándose condiciones favorables para el desarrollo y crecimiento del cultivo en estudio.

4.2.2.3 Precipitación pluvial

Las precipitaciones pluviales máximas se registraron durante los meses de febrero y mayo con 10.2 mm y 16.9 mm respectivamente, las mismas que posiblemente influenciaron en el desarrollo y en la etapa reproductiva del cultivo.

4.2.2.4 Velocidad del viento

La velocidad máxima del viento mensual registrada estuvo entre 2.2 m/seg. y 2.4 m/seg durante los meses de marzo y enero respectivamente, presentando condiciones favorables para el desarrollo y crecimiento del cultivo en estudio.

Tabla 17 Datos meteorológicos registrados durante el desarrollo del proyecto “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) en tumbes”

MESES	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN PLUVIAL (mm)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/seg)
	Máxima	Mínima			
Enero	31.6	22.7	83.0	4.3	2.4
Febrero	31.2	23.2	86.0	10.2	2.1
Marzo	31.6	23.3	85.6	4.4	2.2
Abril	31.5	23.4	79.2	0.2	2.1
Mayo	29.8	22.8	86.7	16.9	1.9
Junio	27.9	20.8	85.0	0.0	2.0
Julio	26.5	19.9	86.7	0.0	2.0

Fuente: Registros del Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes (PEBPT, 2018).

4 DISCUSIÓN

La respuesta morfológica de los ensayos de acuerdo a la escala de evaluación del CIAT fue diversa. El vigor de los tratamientos T2, T3, T4, T6, T11, T12, se les clasifica como plantas menos vigorosas que lo normal, a diferencia de los tratamientos T1, T5, T9, T10 que se les califica como intermedias o normal, y los tratamientos T7, T8 que se le consideran como material muy vigoroso lo cual está de acuerdo con lo establecido por la tabla CIAT.

El distanciamiento entre golpe y la cantidad de plantas por golpe; mediante el sistema de siembra SICA, en el cultivo de arroz, garantizan un mayor desarrollo del sistema radicular, numero de macollos y número de panículas, y por ende un mayor rendimiento en kg/ha como reportan Uphoff y Lavoura (1999 y 1997) en base a esta información se utilizó el distanciamiento de siembra de 25 x25cm en cada unidad experimental teniendo como resultado la cantidad promedio de 12.25 golpes/m² lo cual durante el desarrollo de cada unidad experimental nos arrojaron buenos resultados en cada uno de los tratamientos. Lo cual corrobora lo dicho por Lecarnaque y Malasquez (2007) sobre los distanciamientos.

Para el mayor número promedio de macollos por planta según, Teresa (2002), manifiesta que cuando se trasplanta en más de 25 a30 días de edad el cultivo se pierde aproximadamente el 64% del potencial de la variedad; resultados que se corroboran con este trabajo de investigación, cuando se trasplanta a los 20 días de edad alcanzando así en los primeros 30 días después del trasplante el mayor número de macollos con el tratamiento 12 de (12 plantas x 0 kg Silicio / ha) a un distanciamiento de (25 x 25cm); con un promedio de 29.70 macollos/golpe. Además, mediante este sistema encontramos que no hubo mortalidad al trasplante; después se realizó la evaluación de macollos a los 65 días después del trasplante lanzando el mayor número de macollamiento con el tratamiento

T12 (12 *plantas x 0 kg Silicio / ha*) con un número de macollos por golpe promedio de 34.95

En las variables altura de planta y longitud de panícula, los mejores resultados para altura de planta se obtuvieron con el T7 (5 *plantas X 25 kg Silicio / ha*), seguido por el tratamiento T4 (3 *plantas X 25 kg Silicio / ha*) con un promedio de altura de 94.30 cm y 94.20 cm respectivamente que fueron superiores y estadísticamente diferente respecto a los demás tratamientos. Los mejores resultados para longitud de panícula se obtuvieron con el T5 (3 *plantas X 50 kg Silicio / ha*); seguido por el T8 (5 *plantas X 50 kg Silicio / ha*) que obtuvieron un promedio de 22.48 cm y 22.43 cm respectivamente. Estos datos están por encima de los resultados obtenidos por Sánchez Marcelo (2017), en su trabajo realizado en Tumbes con los mismos distanciamientos de siembra y promedio de plantas por golpe, en el que obtuvo una altura de 89,07 cm, y una longitud de panícula de 19,97 cm.

El comportamiento de los tratamientos en estudio fue diferente al testigo en el periodo reproductivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Por lo tanto se puede señalar que la aplicación de Silicio en las diferentes densidades de siembra influyo en las características agronómicas (periodo reproductivo) del cultivo de arroz en la variedad “Esperanza”

El número de panículas por metro cuadrado varió, siendo el T12 (*Testigo*) el que obtuvo el mayor número con 379.75 panículas, mientras que el T1 (2 *plantas X 25 kg Silicio / ha*) produjo 235.8 panículas, siendo el primero inferior a los resultados obtenidos por Farías (2004), el cual obtuvo 408.33 panículas con la densidad de siembra de 6plantas con la aplicación de bioestimulante con contenido de silicio.

En el número de granos llenos por panícula, el mayor promedio se obtuvo con el T7 (5 *plantas X 25 kg Silicio / ha*) con un número promedio de 161.85, teniendo

por poco los mismos resultados que Carrillo Clavijo (2011), el cual obtuvo 162.0 granos con la dosis 700 cc/5000 m²

Con relación al peso de mil granos, en este experimento se probó que la interacción dosis de Silicio y densidad de siembra del T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha) obtuvo un peso de 20.33 gr. El cual fue mucho menor a los resultados obtenidos según Zapata (2007) que para el Sistema tradicional tuvo un peso de 27,68 gr.

El rendimiento fue mayor en el T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha) con un promedio de 8720 kg/ha, Este último muy por debajo a lo obtenido por Santisteban y Azañero (2007) que obtuvieron un promedio de 11 916,67 kg/ha y estuvo influenciada por el distanciamiento y la cantidad de plantas/golpe.

Por lo tanto se puede señalar que la interacción dosis de Silicio y distanciamiento de siembras probadas en este estudio tuvieron resultados aceptables en las características morfológicas, agronómicas y de molinería, debido a un adecuado manejo agronómico con que se llevó el cultivo y las condiciones agro-climatológicas adecuadas que se presentaron durante el desarrollo de investigación.

5 CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del presente trabajo de investigación, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. Los resultados experimentales obtenidos demuestran que la dosificación de silicio con 50Kg y la densidad de siembra de 5 plantas por golpe influyen significativamente en los caracteres de vigor de la planta, altura de planta, número de macollos por golpe, número de panículas por golpe, longitud de panícula, granos llenos por panícula, originando incrementos en el rendimiento de grano y producción final; siendo superior significativamente al testigo sin aplicación de Silicio.
2. El mayor promedio sobre el peso de 1000 granos, lo obtuvieron las interacciones dosis de Silicio por densidad de siembra en el T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha) con un peso promedio de 20.33 gr. y la interacción dosis de Silicio por densidad de siembra en el T7 (5 plantas X 25 kg Silicio / ha) que obtuvo un peso promedio de 20.11 gr; respectivamente.
3. La interacción dosis de Silicio y densidad de siembra en el T8 (5 plantas X 50 kg Silicio / ha), se destacó por el mayor rendimiento de grano cáscara con 8,720.00 kg/ha, superando estadísticamente a la interacción dosis de Silicio y densidad de siembra en el T3 (2 plantas X 0 kg Silicio / ha), que obtuvo el menor rendimiento con 6,734.50 kg/ha. El testigo T12 (12 plantas x 0kg de Silicio / ha) obtuvo un promedio de 7,216.25 kg/ha.

6 RECOMENDACIONES

- 1.** Aplicar silicio en dosis de 50 kg /ha, con la densidad de siembra de 5 plantas por golpe.
- 2.** Repetir el presente proyecto de investigación para corroborar los resultados obtenidos y repetir la densidad de siembra y dosis de silicio que ha tenido mejor respuesta productiva en el valle de Tumbes, realizándolo en diferentes localidades, que difieran en cuanto a condiciones de clima y suelo, con el fin de encontrar la mayor producción posible en diferentes épocas de siembra.
- 3.** Continuar el estudio del silicio, considerando evaluaciones de carácter fitosanitario para conocer la tolerancia a factores biológicos como plagas y enfermedades en el cultivo de arroz.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALVARES Y DAZA, 2008. Aplicación de un fertilizante enriquecido con silicio y materia orgánica en arroz (*Oryza sativa* L.) cultivado en Ibagué y el Guamo. Tolima – Colombia. P. 4605-4617.
2. ANDRADE y HURTADO, 2007. Taxonomía, morfología, crecimiento y desarrollo de la planta de arroz. E.E. Boliche, INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. EC). Manual No. 66. p. 11.
3. BEJARANO Y ORDÓÑEZ, 1999. Respuesta del cultivo de arroz a la aplicación de sílice en los Llanos orientales. Revista Arroz. 48(419): P. 20–30
4. BERMUDEZ, J. 2004. El cultivo del arroz. Consultado 10 Enero del 2017. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
5. BRUZZONE Y HEROS, 2011. Manejo integrado en producción y sanidad de arroz. Piura – Perú. P. 16
6. CARRILLO CLAVIJO, 2011. Efecto de dos dosis de abono foliar kling silicio en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el sector la Rosita Corrales – Tumbes.
7. CIAT, 2005. Morfología del cultivo de Arroz, Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Cali, Colombia.
8. FARÍAS, 2004. Efecto de la aplicación de cuatro (4) dosis de fitorregulador promalina en tres densidades de siembra del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), siembra a trasplante en el valle de Tumbes”.

9. GUZMAN, B 2006. manejo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) sembrado bajo riego en finca ranchos horizonte; Cañas, Guanacaste, Costa Rica. Costa Rica. P. 21
10. INEI, 2015. Producción de arroz en Perú. Disponible en <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-arroz-cascara-se-incremento-en-494-8565/>
11. INFOAGRO, 2010. Cultivo de Arroz. disponible en: <http://w.w.w.infoagro.co/herbaceos/cereales/arroz.htm>.
12. LAVOURA, A. 1997. Recomendaciones técnicas sobre el cultivo de arroz, Revista especializada en arroz en Brasil, Vol. 50, 30.
13. LECARNAQUE Y MALASQUES, 2007 Ensayo de doce densidades de siembra al transplante en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. ir-43 en el Centro de Investigación y Extensión Agraria “Los Cedros”,- Tumbes. P. 32
14. LITZEMBERGER, S. 1976. Guía para cultivos en los trópicos y sub-trópicos. AID. Washington, D. C.
15. SANCHEZ MARCELO, 2017. Efecto de tres dosis de biol en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L. var Tinajones), a partir del ensilado biológico de residuos acuícolas en Tumbes – 2016.
16. SANTISTEBAN Y AZAÑERO, 2007. Estudio comparativo de cuatro distanciamientos y número de plantas/golpe en siembra al transplante en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) ir – 43 en el Centro Experimental “Los Cedros” Tumbes – Perú.

17. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (SAG), 2003 - Dirección de ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Manual técnico para el cultivo de arroz. (*Oryza sativa* L.) Comayagua, Honduras, P. 59.
18. TERESA, 2002. Investigación e información sobre la recuperación de la vida en el suelo. Revista agro ecológica Leisa Vol. 18. P. 25.
19. UPHOFT, N. 1999 How to Halp rice plants grows better and produce more: teach your selt. And others cornell inter. institute, for food, agriculture and develop ment, cornell univ, lthaca, New York, P. 12.
20. UPHOFF, N. 2000. Significativos Incrementos de Productividades en Arroz Cambiando Prácticas Culturales, recopilado por el Colegio de Ingenieros del Perú - Consejo Nacional, traducido al Español por la Economista Agrícola Isabel Luque Barba. P. 55,56.
21. ZAPATA, 2007. Estudio de tres dosis nitrogenadas en tres distanciamientos bajo el sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Variedad nir – 1 en el valle de Tumbes”
22. ZARATE, 2012. Comparativo de rendimientos de cinco cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) en siembra al trasplante en el valle de Jaén campaña 2010-I – Jaén – Perú.

ANEXOS

Tabla 18 Cronograma de actividades que se realizaron en la presente tesis

Actividades	Tiempo (meses)					
	0 ^o	1 ^o	2 ^o	3 ^o	4 ^o	5 ^o
<u>Fase Preliminar</u>						
- Obtención de información.	x					
- Elaboración, revisión y presentación anteproyecto.	x					
- Aprobación del proyecto.	x					
<u>Fase de Ejecución</u>						
- Limpieza del campo.		x				
- Muestreo de suelo.		x				
- Preparación de terreno.		x				
- Delimitación del campo experimental.		x				
- Siembra del almacigo.		x				
- Trasplante a campo definitivo.		x				
- Aplicación de los fertilizantes foliares.		x				
- Labores culturales.		x	x	x		
- Registro de observaciones experimentales.		x	x	x	x	
<u>Fase de gabinete</u>	x		x	x	x	
- Tabulación, procesamiento y análisis de la información y discusión de los resultados		x				x
- Redacción y presentación del informe final.						x

Tabla 19 Presupuesto analítico utilizado en el presente proyecto de investigación.

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL SI.
I.	Mano de obra				580
	Almacigo	Jornal	1	20	20
	Preparación de campo definitivo	Jornal	2	50	100
	Riegos	Jornal	5	10	50
	Trasplante	Jornal	2	40	80
	Primera Fertilización + silicio	Jornal	1	30	30
	Segunda Fertilización + silicio	Jornal	1	30	30
	Tercera Fertilización	Jornal	1	30	30
	Aplicación de pesticida (total)	Jornal	4	15	60
	Aplicación Abono foliar	Jornal	2	15	30
	Deshierbo	Jornal	2	15	30
	Cosecha	Jornal	4	30	120
II.	Insumos				307.5
	Semilla certificada	Kilos	5	2.5	12.5
	Fertilizantes	Global	1	100	100
	Silicio (Silicis - Perú)	Kilos	25	70	70
	Fertilizantes foliares	Litros	1	25	25
	Pesticidas	Global	1	100	100
III.	Otros servicios				310
	Análisis de Suelo		1	30	30
	Análisis de molinería		12	10	120
	Tipeo de anteproyecto y proyecto				50
	Redacción y presentación del informe final				50
	Material de Oficina				10
	pasajes				50
	Sub Total				1197.5
	Imprevistos 10 % del Sub Total				119.75
	Total				1317.25

Figura 13 Croquis del campo experimental:

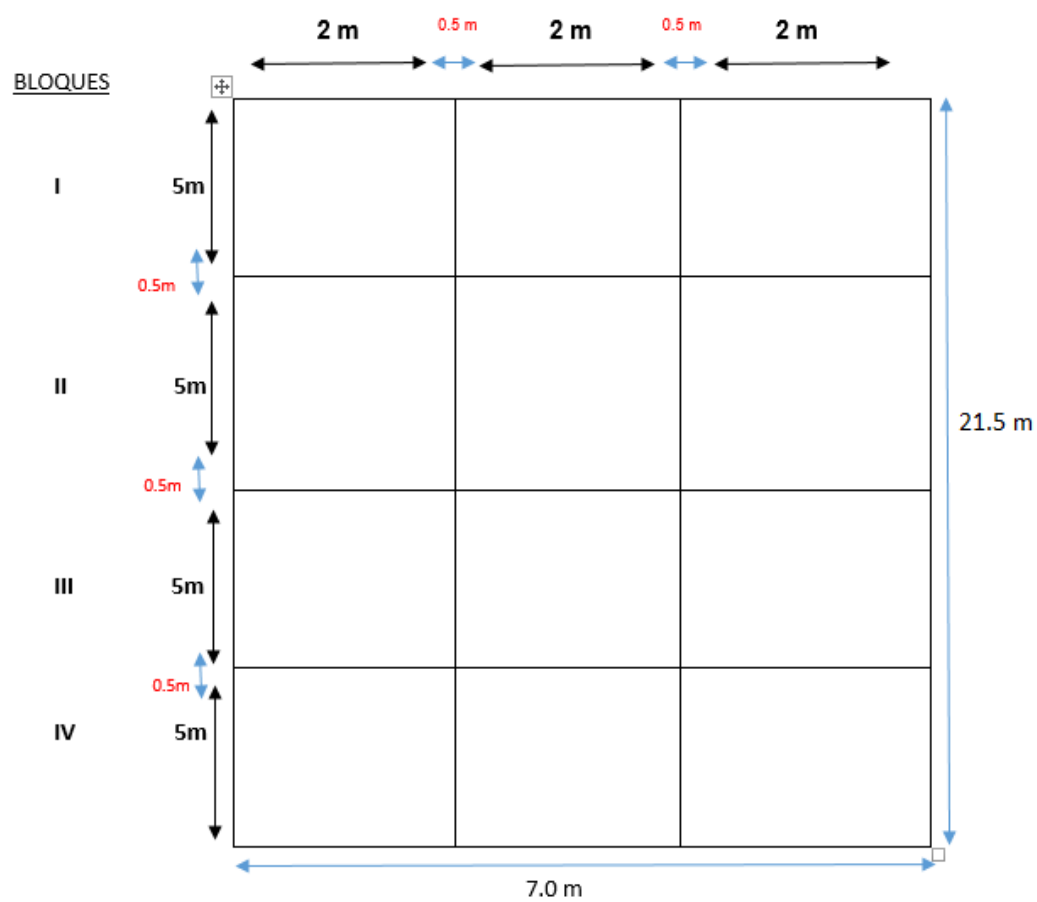


Tabla 20 Análisis de varianza (ANVA) para número macollos a los 30 días “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) en Tumbes”.

FV	SC	GL	CM	Fo	F 5%	F 1%	Significancia
Bloques	0.0039	3	0.0013	1.73	3.86	6.99	ns
S	4.4278	3	1.4759	1944.19	3.86	6.99	**
Error(a)	0.0068	9	0.0008				
Total PG	4.4386	15					
D	0.1010	2	0.0505	19.94	3.40	5.61	**
SxD	0.6026	6	0.1004	39.66	2.51	3.67	**
Error (b)	0.0608	24	0.0025				
Total Sub-P	5.2029	47					

Tabla 21 promedio por bloques en número de macollos a los 30 días

	S1			Total	S2			Total	S3			Total	S4		
	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3
BLOQUE I	18.4	20.8	19.6		22.1	20.4	20.8		22.4	24.2	21.9		25.2	26.5	29.8
BLOQUE II	18.1	19.7	19.3		22.6	19.7	20.6		22.6	23.8	21.5		24.8	27.3	29.5
BLOQUE III	19.2	20.3	18.8		21.5	20	21.3		21.8	24.1	22.2		25.5	27.1	29.8
BLOQUE IV	17.8	20.5	19.6		21.9	21.1	20.5		22.3	24.6	21.5		24.9	26.8	29.7
Promedios	18.38	20.33	19.33		22.03	20.30	20.80		22.28	24.18	21.78		25.10	26.93	29.70

Tabla 22 Análisis de varianza (ANVA) para número macollos a los 65 días “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) en Tumbes”.

FV	SC	GL	CM	Fo	F 5%	F 1%	Significancia
Bloques	0.0047	3	0.0016	0.66	3.86	6.99	ns
S	4.7958	3	1.5986	682.47	3.86	6.99	**
Error(a)	0.0211	9	0.0023				
Total PG	4.8216	15					
D	0.3669	2	0.1834	247.03	3.40	5.61	**
SxD	0.8667	6	0.1444	194.51	2.51	3.67	**
Error (b)	0.0178	24	0.0007				
Total Sub-P	6.0729	47					

Tabla 23 promedio por bloques en número de macollos a los 65 días

	S1			Total	S2			Total	S3			Total	S4		
	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3
BLOQUE I	23.6	22.1	25.2		24.5	26.4	23.4		22.1	24.6	24		28.6	31.9	35.1
BLOQUE II	23.8	22.3	26		24.2	25.9	23.1		22.3	23.9	23.6		28.2	31.6	34.8
BLOQUE III	23.1	21.6	25.4		24.2	26.3	23.3		22	24.5	24.4		28.4	30.5	34.7
BLOQUE IV	22.8	21.7	24.8		24.7	26.4	23.2		22.4	24.6	23.7		28.4	30.7	35.2
Promedios	23.33	21.93	25.35		24.40	26.25	23.25		22.20	24.40	23.93		28.40	31.18	34.95

Tabla 24 Análisis de varianza (ANVA) para altura de la planta a los 30 días “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) en Tumbes”.

FV	SC	GL	CM	Fo	F 5%	F 1%	Significancia
Bloques	0.2575	3	0.0858	2.31	3.86	6.99	ns
S	8.1142	3	2.7047	72.85	3.86	6.99	**
Error(a)	0.3342	9	0.0371				
Total PG	8.7058	15					
D	13.9467	2	6.9733	106.37	3.40	5.61	**
SxD	103.3733	6	17.2289	262.81	2.51	3.67	**
Error (b)	1.5733	24	0.0656				
Total Sub-P	127.5992	47					

Tabla 25 promedio por bloques en altura de planta a los 30 días

	S1			Total	S2			Total	S3			Total	S4		
	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3
BLOQUE I	35.4	33.1	32.8		33.5	29.6	34.4		31.3	35.1	34.2		32.1	32.5	35.2
BLOQUE II	35.6	33	31.6		33.4	30.2	33.8		31.1	34.8	34.1		32	32.4	35
BLOQUE III	35.4	33	31.8		33.4	30.1	34.1		31.3	34.7	34.2		32.4	32.2	35.1
BLOQUE IV	34.9	33.2	31.8		33.2	29.7	34.1		31	35.2	34.5		32.2	32.2	35.1
Promedios	35.33	33.08	32.00		33.38	29.90	34.10		31.18	34.95	34.25		32.18	32.33	35.10

Tabla 26 Análisis de varianza (ANVA) para altura de la planta a los 65 días “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) en Tumbes”.

FV	SC	GL	CM	Fo	F 5%	F 1%	Significancia
Bloques	0.0540	3	0.0180	0.40	3.86	6.99	ns
S	121.8323	3	40.6108	898.30	3.86	6.99	**
Error(a)	0.4069	9	0.0452				
Total PG	122.2931	15					
D	187.8554	2	93.9277	2273.21	3.40	5.61	**
SxD	338.0196	6	56.3366	1363.44	2.51	3.67	**
Error (b)	0.9917	24	0.0413				
Total Sub-P	649.1598	47					

Tabla 27 promedio por bloques en altura de planta a los 65 días

	S1			Total	S2			Total	S3			Total	S4		
	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3
BLOQUE I	93.5	92.5	79.8		94.3	91.3	90.2		94.2	91	91.5		88.5	90.3	89.8
BLOQUE II	93.2	92.2	79.5		94.2	91	91.1		94.5	91.3	91.4		88.4	91	89.6
BLOQUE III	93.4	92.5	79.7		94.3	91.2	90.8		94.3	91.2	91.6		88.6	90.8	89.6
BLOQUE IV	93.5	92.3	80		94	91.3	90.7		94.2	90.8	91.3		88.4	90.7	90
Promedios	93.40	92.38	79.75		94.20	91.20	90.70		94.30	91.08	91.45		88.48	90.70	89.75

Tabla 28 Análisis de varianza (ANVA) para días al 50% de floración “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) en Tumbes”.

FV	SC	GL	CM	Fo	F 5%	F 1%	Significancia
Bloques	0.1004	3	0.0335	13.19	3.86	6.99	**
S	0.5568	3	0.1856	73.09	3.86	6.99	**
Error(a)	0.0229	9	0.0025				
Total PG	0.6801	15					
D	0.0624	2	0.0312	4.25	3.40	5.61	*
SxD	0.1899	6	0.0316	4.31	2.51	3.67	*
Error (b)	0.1764	24	0.0074				
Total Sub-P	1.1089	47					

Tabla 29 promedio por bloques en días al 50% de floración

	S1			Total	S2			Total	S3			Total	S4		
	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3
BLOQUE I	100	103	100		100	98	100		98	98	95		98	95	95
BLOQUE II	103	105	100		105	100	100		100	100	95		98	95	95
BLOQUE III	100	105	103		103	98	102		98	100	95		100	98	95
BLOQUE IV	103	105	103		105	98	102		98	98	103		100	98	98
Promedios	101.50	104.50	101.50		103.25	98.50	101.00		98.50	99.00	97.00		99.00	96.50	95.75

Tabla 30 Análisis de varianza (ANVA) para número de panículas por golpe “Efecto de la aplicación de dos dosis de Silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) en Tumbes”.

FV	SC	GL	CM	Fo	F 5%	F 1%	Significancia
Bloques	0.0218	3	0.0073	1.00	3.86	6.99	ns
S	4.5067	3	1.5022	205.75	3.86	6.99	**
Error(a)	0.0657	9	0.0073				
Total PG	4.5942	15					
D	0.9267	2	0.4634	34.32	3.40	5.61	**
SxD	0.3592	6	0.0599	4.43	2.51	3.67	*
Error (b)	0.3240	24	0.0135				
Total Sub-P	6.2042	47					

Tabla 31 promedio por bloques en número de panículas por golpe

	S1			Total	S2			Total	S3			Total	S4		
	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3
BLOQUE I	20	21	22		20	24	22		22	24	23		26	29	31
BLOQUE II	19	20	21		19	24	21		23	23	21		26	30	31
BLOQUE III	18	21	22		20	23	23		22	25	23		28	28	30
BLOQUE IV	20	21	23		18	25	22		21	23	24		23	29	32
Promedios	19.25	20.75	22.00		19.25	24.00	22.00		22.00	23.75	22.75		25.75	29.00	31.00

Tabla 32 Análisis de varianza (ANVA) para longitud de la panícula “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) en Tumbes”.

FV	SC	GL	CM	Fo	F 5%	F 1%	Significancia
Bloques	0.4856	3	0.1619	6.07	3.86	6.99	**
S	15.7040	3	5.2347	196.13	3.86	6.99	**
Error(a)	0.2402	9	0.0267				
Total PG	16.4298	15					
D	9.2879	2	4.6440	60.85	3.40	5.61	**
SxD	16.4604	6	2.7434	35.95	2.51	3.67	**
Error (b)	1.8317	24	0.0763				
Total Sub-P	44.0098	47					

Tabla 33 promedio por bloques en longitud de la panícula

	S1			Total	S2			Total	S3			Total	S4		
	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3
BLOQUE I	20.7	20.9	21.5		21.1	22.6	20.7		22.2	22.5	20.3		20.9	20.1	19.8
BLOQUE II	20.7	20.5	21.5		21	22.3	20.3		22.6	22.4	20.1		20.5	20.3	19.5
BLOQUE III	20.6	21.1	21.6		21.2	22.5	20.2		22	22.5	20.8		21	20	19.4
BLOQUE IV	19.8	20.8	21.4		20.8	22.5	20.6		21.9	22.3	20.2		21	20.2	18.7
Promedios	20.45	20.83	21.50		21.03	22.48	20.45		22.18	22.43	20.35		20.85	20.15	19.35

Tabla 34 Análisis de varianza (ANVA) para número de granos llenos por panícula “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) en Tumbes”.

FV	SC	GL	CM	Fo	F 5%	F 1%	Significancia
Bloques	0.0629	3	0.0210	1.19	3.86	6.99	ns
S	12.3230	3	4.1077	232.88	3.86	6.99	**
Error(a)	0.1587	9	0.0176				
Total PG	12.5446	15					
D	4.5707	2	2.2853	179.15	3.40	5.61	**
SxD	2.6813	6	0.4469	35.03	2.51	3.67	**
Error (b)	0.3062	24	0.0128				
Total Sub-P	20.1028	47					

Tabla 35 promedio por bloques en número de granos llenos por panícula

	S1			Total	S2			Total	S3			Total	S4		
	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3
BLOQUE I	155.5	145	125.9		154.6	152.4	143		166.2	158.5	143		127.5	113.8	123.5
BLOQUE II	150.8	146.2	120.8		153.5	150.5	138.7		160.7	157.4	142.1		130	112	125.2
BLOQUE III	156.3	137.2	124.3		156.1	153.6	139		158.4	150.9	139.5		125.8	114.5	124.6
BLOQUE IV	159.8	144.5	125.2		154	152.4	140.7		162.1	156.7	130.8		127.6	113.6	123
Promedios	155.60	143.23	124.05		154.55	152.23	140.35		161.85	155.88	138.85		127.73	113.48	124.08

Tabla 36 Análisis de varianza (ANVA) para % granos vanos por panícula “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) en Tumbes”.

FV	SC	GL	CM	Fo	F 5%	F 1%	Significancia
Bloques	0.1405	3	0.0468	0.23	3.86	6.99	ns
S	34.4193	3	11.4731	55.23	3.86	6.99	**
Error(a)	1.8695	9	0.2077				
Total PG	36.4293	15					
D	67.3779	2	33.6890	292.87	3.40	5.61	**
SxD	32.7501	6	5.4583	47.45	2.51	3.67	**
Error (b)	2.7608	24	0.1150				
Total Sub-P	139.3181	47					

Tabla 37 promedio por bloques en % granos vanos por panícula

	S1			Total	S2			Total	S3			Total	S4		
	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3
BLOQUE I	3.97	5.08	6.76		4.52	4.54	7.94		5.49	3.78	6.47		6.43	5.9	7.69
BLOQUE II	3.8	5.3	6.51		4.34	5.02	8.19		5.32	3.55	6.39		6.41	5.53	7.36
BLOQUE III	3.81	5.45	5.89		4.29	4.32	7.68		5.15	3.43	6.13		7.8	6.28	7.21
BLOQUE IV	3.9	5.41	6.31		4.59	4.19	7.81		4.83	3.65	5.96		7.11	5.98	7.33
Promedios	3.87	5.31	6.37		4.44	4.52	7.91		5.20	3.60	6.24		6.94	5.92	7.40

Tabla 38 Análisis de varianza (ANVA) para rendimiento de grano en cascara en Kg/ha “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) en Tumbes”.

FV	SC	GL	CM	Fo	F 5%	F 1%	Significancia
Bloques	11451.5625	3	3817.1875	0.19	3.86	6.99	ns
S	13349530.7292	3	4449843.5764	217.46	3.86	6.99	**
Error(a)	184167.1875	9	20463.0208				
Total PG	13545149.4792	15					
D	749964.0417	2	374982.0208	18.33	3.40	5.61	**
SxD	1127065.4583	6	187844.2431	9.18	2.51	3.67	**
Error (b)	490928.5000	24	20455.3542				
Total Sub-P	15913107.4792	47					

Tabla 39 promedio por bloques en rendimiento de grano en cascara

	S1			Total	S2			Total	S3			Total	S4		
	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3
BLOQUE I	7230	6957	6578		7450	7800	7300		8500	8850	8125		7050	7110	7235
BLOQUE II	7580	6850	6710		7540	7700	7280		8300	8710	7980		7120	7250	7100
BLOQUE III	7200	7100	7050		7300	7610	7400		8450	8520	8100		7350	7080	7320
BLOQUE IV	7280	6900	6600		7520	7850	7370		7980	8800	8160		7140	7160	7210
Promedios	7322.50	6951.75	6734.50		7452.50	7740.00	7337.50		8307.50	8720.00	8091.25		7165.00	7150.00	7216.25

Tabla 40 Análisis de varianza (ANVA) para peso de mil granos en Kg/ha “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) en Tumbes”.

FV	SC	GL	CM	Fo	F 5%	F 1%	Significancia
Bloques	0.0089	3	0.0030	0.12	3.86	6.99	ns
S	37.0940	3	12.3647	516.93	3.86	6.99	**
Error(a)	0.2153	9	0.0239				
Total PG	37.3182	15					
D	1.7094	2	0.8547	221.00	3.40	5.61	**
SxD	1.4680	6	0.2447	63.26	2.51	3.67	**
Error (b)	0.0928	24	0.0039				
Total Sub-P	40.5883	47					

Tabla 41 promedio por bloques en peso de mil granos

	S1			Total	S2			Total	S3			Total	S4		
	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3	PG	D1	D2	D3
BLOQUE I	18.83	19.55	19.2		19.33	19.78	19.1		20.15	20.38	19.81		17.84	17.53	17.36
BLOQUE II	18.75	19.2	18.85		19.25	19.93	19.23		20.05	20.29	19.75		18.05	17.72	17.42
BLOQUE III	18.77	19.54	19.11		19.31	19.81	18.95		20.16	20.31	19.78		18.03	17.69	17.45
BLOQUE IV	18.91	19.48	19.21		19.28	19.76	19.11		20.08	20.33	19.76		17.95	17.55	17.38
Promedios	18.82	19.44	19.09		19.29	19.82	19.10		20.11	20.33	19.78		17.97	17.62	17.40



PERÚ

Ministerio de Agricultura
y RiegoProyecto Especial Binacional Puyango-
Tumbes

REPORTE N° 026/2018-MINAGRI-PEBPT-D.I.A.R

SOLICITANTE: Johan Harrinson Morales Panta
Ref: Solicitud S/N de fecha 15/11/2018.

ESTACIÓN CIA TUMPIS
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS
(mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2018	4.3	10.2	4.4	0.2	16.9	0.0	0.0	0.2	-	-	-	-

HUMEDAD RELATIVA MENSUAL (%)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2018	83.0	86.0	85.6	79.2	86.7	85.0	86.7					

TEMPERATURA MAXIMA MENSUAL (°C)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2018	31.6	31.2	31.6	31.5	29.8	27.9	26.5					

TEMPERATURA MINIMA MENSUAL (°C)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2018	22.7	23.2	23.3	23.4	22.8	20.8	19.9					

VELOCIDAD DEL VIENTO MENSUAL (m/seg.)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2018	2.4	2.1	2.2	2.1	1.9	2.0	2.0					

Av. Panamericana Norte Km 4.5 - Tumbes
Telefax: 072-525356
E mail: dejeculiva@pebpt.gob.pe
Página web: www.pebpt.gob.pe

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
Proyecto Especial Binacional Puyango-Tumbes

D. Pedro Enrique Benites Espinoza
ABOGADO RESPONSABLE DE LA LEY DE TRANSPARENCIA

21 NOV 2018

Figura 14 Datos meteorológicos registrados durante la evaluación “Efecto de la aplicación de dos dosis de Silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) en Tumbes”.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Departamento Académico de Suelos
ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS



Procedencia: Tumbes
Solicitante: Johann Harrison Morales Panta
Usuario: Tesista
Código: UNT1

DETERMINACIONES	VALOR	NIVEL
pH (1:2.5)	6.08	Ligeramente ácido
C.E. (dS/m)	0.50	Normal
Calcáreo (%CaCO ₃)	0.00	Bajo
Materia orgánica (%)	0.30	Bajo
Nitrógeno total (%)	0.02	Bajo
Fosforo disponible (ppm P)	9	Medio
Potasio asimilable (ppm K)	178	Medio
Textura	Fco. Arc.	Moderadamente fina
% Arena	25	-
% Limo	43	-
% Arcilla	32	-
C.I.C (meq /100g)	16.87	Alto
Ca ⁺⁺ (meq /100g)	12.08	-
Mg ⁺⁺ (meq /100g)	4.12	-
K ⁺ (meq /100g)	0.42	-
Na ⁺ (meq /100g)	0.25	-
PSI (%)	1.48	Bajo

Nota

Muestras tomadas por el usuario

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DPTO. ACADÉMICO DE SUELOS

José Remigio Arguelli
DIRECTOR

Figura 15 Análisis de suelo realizado en la Universidad Nacional de Piura – Facultad de Agronomía



Figura 16 Análisis de molinería



Figura 17 Análisis de molinería del tratamiento con mejor rendimiento (T8)



Figura 18 Preparación del terreno



Figura 19 Preparación de la semilla de arroz (*Oryza sativa* L.) var. Esperanza para almacigo



Figura 20 Preparación del almacigo



Figura 21 trasplante del cultivo de arroz



Figura 22 Fertilización del cultivo de arroz



Figura 23 Fumigación del cultivo para control de plagas y enfermedades



Figura 24 Evaluación del cultivo para la toma de muestras en la evaluación del vigor, número de golpes, altura de planta, número de macollos a los 30 días después del trasplante.



Figura 25 Aplicación del abono silicio en las etapas de macollamiento y punto de algodón



Figura 26 Evaluación del cultivo para la toma de muestras en la evaluación de altura de planta, número de macollos, a los 65 días después del trasplante



Figura 27 cosecha del cultivo de arroz y Toma de muestras para evaluar las diferentes variables



Figura 28 Fase de gabinete para la evaluación de número de panículas, longitud de panículas, número de granos llenos, granos vanos, rendimiento y peso de mil granos.