



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como  
requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

“Aplicación de silicio en tres densidades de siembra sobre el  
rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) bajo riego en el sector  
San Agustín de Chilintomo- Guayas”.

**AUTOR:**

David Daniel Tomalá Duarte

**TUTOR:**

Ing. Agr. Fernando Cobos Mora, MBA

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2020

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a mis padres y a Dios por guiarme en este camino, por brindarme conocimiento y fuerza para así de esta manera cumplir un sueño más en mi vida.

A mis padres Víctor Tomalá Pino y Ana Duarte Carpio, quien con su esfuerzo, cariño y apoyo incondicional me han permitido a este momento tan importante.

A mi esposa Selena Vecilla y a mi hijo Derek, por ser mi fortaleza a seguir triunfando en la vida y por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al finalizar este trabajo quiero utilizar este espacio para manifestar mis mayores agradecimientos a Dios por sus bendiciones cada día, además por brindarme fuerzas, sabiduría y perseverancia para culminar con éxito una meta.

A toda mi Familia que me han demostrado su cariño.

A todas las Autoridades de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, por ser mi segundo hogar y por permitir concluir una meta deseada de mi vida.

A mi Director de Tesis Ing. Fernando Cobos Mora por compartir sus conocimientos a lo largo de este proceso guiado con paciencia y motivación.

Así mismo expreso mi gratitud a mis compañeros del aula, por haber compartido momentos inolvidables alegrías y molestias, ya que sin ellos no hubiera como dialogar.

David Daniel Tomalá Duarte

## CONTENIDO

CONTENIDO .....	4
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1. General .....	2
1.1.2. Específicos .....	2
1.2 Hipótesis .....	2
II. MARCO TEÓRICO .....	3
2.1. Origen del Arroz .....	3
2.2. Importancia del Arroz.....	5
2.3. Taxonomía del cultivo de arroz .....	5
2.4. Fases fenológicas .....	6
2.5. Descripción morfológica.....	6
2.6. Requerimientos agroecológicos.....	9
2.7. Preparación de suelo.....	11
2.8. Siembra.....	11
2.9. Riego .....	11
2.10. Control de malezas .....	12
2.11. Cosecha .....	12
2.12. Fertilización foliar .....	12
2.13. Deficiencias de nutrientes .....	14
2.14. Silicio en arroz.....	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1 Ubicación del Sitio experimental.....	17
3.2 Material genético .....	17
3.3 Métodos .....	18
3.4 Factores en estudio .....	18
3.5 Tratamientos en estudio.....	18
3.6 Diseño experimental .....	19
3.7 Análisis de varianza .....	19
3.8 Área experimental .....	20
3.8.1 Manejo ensayo.....	20
3.8.2 Preparación de suelo .....	20
3.8.3 Siembra .....	20
3.8.4 Fertilización .....	21

3.8.5 Control fitosanitario .....	21
3.8.6 Control de malezas .....	21
3.8.7 Riego .....	22
3.8.8 Cosecha .....	22
3.9.1 Altura de planta (cm).....	22
3.9.2 Macollos/m <sup>2</sup> .....	22
3.9.3 Longitud de la panícula (cm) .....	22
3.9.4 Granos por panícula .....	23
3.9.5 Número de panículas.....	23
3.9.6 Peso de 1000 semillas .....	23
3.9.7 Rendimiento del grano .....	23
3.9.8 Análisis económico .....	24
IV. RESULTADOS .....	25
4.1 Altura de planta.....	25
4.2 Numero de macollos por metro cuadrado .....	26
4.3 Longitud por panícula .....	27
4.4 Granos por panícula .....	28
IV. CONCLUSIONES .....	33
V. RECOMENDACIONES .....	34
VI. RESUMEN .....	35
VII. SUMMARY .....	36
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	37
IX. ANEXOS.....	41
10.1 PROMEDIOS DATOS DE CAMPO .....	41
10.2 ADEVAS .....	42

## ÍNDICE DE TABLA DE ILUSTRACIONES

Tabla 1 Características de semilla certificada de la variedad SFL-11 .....	17
Tabla 2 Tratamientos en estudios.....	19
Tabla 3 Análisis de varianza desarrollado bajo el siguiente esquema .....	19
Tabla 4 Número de tratamientos y repeticiones en el área experimental .....	20
Tabla 5 Altura de planta, afectados por tres densidades y tres dosis de fertilizantes, Chilintomo- Guayas, 2020. ....	25
Tabla 6 Numero de macollos por m <sup>2</sup> , afectados por tres densidades y tres dosis de fertilizantes, Chilintomo- Guayas, 2020.....	26
Tabla 7 Longitud de panícula (cm), afectados por tres densidades y tres dosis de fertilizantes, Chilintomo- Guayas, 2020. ....	27
Tabla 8 Granos por panícula (cm), afectados por tres densidades y tres dosis de fertilizantes, Chilintomo- Guayas, 2020. ....	28
Tabla 9 Panículas por m <sup>2</sup> , afectados por tres densidades y tres dosis de fertilizantes, Chilintomo- Guayas, 2020. ....	29
Tabla 10 Peso de 1000 granos (g), afectados por tres densidades y tres dosis de fertilizantes, Chilintomo- Guayas, 2020. ....	30
Tabla 11 Rendimiento del cultivo t/ha), afectados por tres densidades y tres dosis de fertilizantes, Chilintomo- Guayas, 2020.....	31
Tabla 12 Análisis económico, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2020.....	32

## I. INTRODUCCIÓN.

El arroz (*Oryza sativa L*), es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, no siendo diferente a nivel de Latinoamérica donde es importante el consumo per cápita, pues esta gramínea es empleada para la alimentación diaria de gran parte de la población humana. El mayor productor de arroz del mundo es China ya que en el 2010 produjo 197.2 millones de toneladas de esta gramínea, el segundo lugar lo obtuvo la India con 120 millones y el tercer lugar Indonesia con 66.4 millones.<sup>1</sup>

En el Ecuador, se siembran aproximadamente 382 000 hectáreas de arroz en el año; en la Provincia de Los Ríos existen suelos y condiciones climáticas favorables para el cultivo; sembradas en mayor porcentaje en condiciones de secano, obteniendo rendimientos promedios de 3,28 t/ha; estando por debajo del rendimiento de los países vecinos, lo implica la necesidad de incrementar los niveles actuales de productividad por unidad de superficie; lo cual se puede conseguir con la utilización de variedades altamente productivas y la aplicación de nuevas prácticas de manejo, enfocados a incrementar los rendimientos.<sup>2</sup>

El método de siembra es uno de los factores vagamente estudiados y que puede ser una de las causas de la obtención de los bajos rendimientos debido a la excesiva o escasa población de plantas por hectárea, lo que implica optimizar los distanciamientos de siembra especialmente para los nuevos cultivares.

El desarrollo del cultivo se puede ver afectado debido a la competencia por espacio, luz y nutrientes, además de crear un ambiente favorable para el desarrollo de plagas y enfermedades como el manchado de grano (*Sarocladium Oryzae*) que ha sido desde el año 2014 una de los problemas que más pérdidas económicas ha causado a este sistema productivo del Ecuador.

Por lo antes expuesto, se realizó el presente trabajo experimental, donde se evaluará el comportamiento agronómico del cultivo de arroz por efecto de las aplicaciones de dos dosis de silicio en tres densidades de siembra, con el propósito

---

<sup>1</sup> <https://www.actividadeseconomicas.org/2012/11/los-mayores-productores-agricolas-del.html>

<sup>2</sup> Datos tomados del MAGAP. Ecuador y el Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria. 2013.

de evaluar los rendimientos por hectárea en el sector de Pueblo Nuevo, en la provincia de Los Ríos.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1. General**

- Evaluar las aplicaciones de silicio en tres densidades de siembra sobre el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) bajo riego en el sector Pueblo Nuevo- Los Ríos.

### **1.1.2. Específicos**

- Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz bajo las densidades de siembra y dosis de silicio.
- Identificar los tratamientos de mejor comportamiento sobre el rendimiento del cultivo de arroz.
- Analizar económicamente los tratamientos en base al rendimiento y costo de producción.

## **1.2 Hipótesis**

**H<sub>0</sub>:  $\mu_A = \mu_B$**  Todos los tratamientos en estudio presentan estadísticamente resultados similares.

**H<sub>a</sub>:  $\mu_A \neq \mu_B$**  Al menos un tratamiento presenta resultados favorables.



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Origen del Arroz

Este cultivo es originario de Asia Meridional, China es el principal productor mundial y consumidor de esta gramínea, siendo el alimento básico de subsistencia para este país y la India. La introducción de este cereal a los países del Occidente se la atribuyen a Alejandro Magno según los historiadores (Abad 2010).

El cultivo de arroz empezó hace 6,500 años en regiones húmedas de Asia tropical y subtropical, desarrollándose en varias zonas, siendo China el primer país donde apareció en el año 5,000 antes de nuestra era, en el paraje de Hemu Du, Tailandia en el año 4,500 a.C. posteriormente se trasladó a Camboya, Vietnam y el sur de la India, de ahí se extendió a Corea, Myanmar, Pakistán, Sri Lanka, Japón, Filipinas e Indonesia en el año 800 a.C., este cultivo apareció por primera vez en el siglo IV a.C. en el mundo occidental, los musulmanes en el siglo VIII introdujeron esta gramínea a la Península Ibérica, más tarde en el siglo XV se propago a Italia y Francia llegando a todos los continentes. En el año 1694 llegó a Carolina del Sur, proveniente de Madagascar, siendo introducidas en las colonias españolas de América del Sur a principios del siglo XVIII (Lluch 2010).

Se manifiestan varias versiones sobre el origen de esta gramínea. Para algunos investigadores es originario de la India, mientras que otros mencionan que sus orígenes provienen de China, pero ciertos países y regiones sostienen que los lugares de origen del arroz, son: Filipinas, Java, Sur de Asia y al Oeste de África. Pero se señala que, de acuerdo con los registros arqueológicos esta gramínea tiene su origen como cultivo en China, más no como planta silvestre; lugar donde se extendió de manera comercial a las pendientes del Himalaya y al resto de los

países que mantenían contacto comercial con China, lugares con condiciones climáticas apropiadas para realizar el cultivo de esta gramínea, desde allí inició su proliferación a varios lugares del planeta (Díaz Granados & Chaparro-Giraldo, 2012).

Con toda esta expresión en cuanto al origen filogenético, la preexistencia de un ancestro común de esta gramínea en Gondwana, se asume que proceden de este ancestro, dos especies perennes: la *Oryza rufipogon* que proviene de Asia y *Oryza barthii*, aunque también se ha mencionado la *Oryza glaberrima* que se localizaba confinada en África (Pincioli *et al.* 2015).

*Oryza* comprende alrededor de veinte especies silvestres, representando una relevante fuente de variabilidad genética en caracteres de interés agronómico, entre las que más destacan están *O. rufipogon*, *O. barthii*, *O. longistaminata*, *O. meridionalis* y *O. glumaepatula*. Por otro parte, dicho género incluye dos especies cultivadas (*O. sativa* y *O. glaberrima*), estas especies son anuales y perennes, alógamas o autógamas (Torró 2010).

Actualmente *Oryza sativa* L. presenta 120,000 variedades, de las cuales 83,000 están en el banco de germoplasma del IRRI en Filipinas. Dentro de la especie se distinguen dos subespecies: índica y japónica (Katayama, 2010).

En el Ecuador, la producción de arroz se inició en el siglo XVIII, pero se fortaleció su consumo y comercialización en el siglo XIX. Este cultivo se desplegó principalmente en las provincias del Guayas, Manabí y Esmeraldas y es uno de los principales productos de cultivos transitorios, por ocupar más de la tercera parte de la superficie. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO), la producción de esta gramínea en el país se ubica en la posición N° 26 a

nivel mundial; así mismo, es considerado como uno de los países más consumidores de arroz dentro la Comunidad Andina, donde se señala que en el 2010, el consumo de arroz fue de 48 kg per cápita. (Barcia 2012).

## **2.2. Importancia del Arroz**

El arroz (*Oryza sativa* L.), es uno de los cultivos más importantes en el mundo y principal cereal básico como medio de sobrevivencia y alimentación de la humanidad. Se produce en 113 países y es el alimento de más de la mitad de la población mundial. Un pronóstico realizado por la FAO de la producción mundial de arroz en el 2018, mencionó que se producirían 769,9 millones de toneladas, eso significa 510,6 millones de toneladas de arroz elaborado. En América Latina y el Caribe, las condiciones favorables de crecimiento fomentaron una recuperación de la producción del 6 % en el 2017, significando estos alrededor de 28,4 millones de toneladas, siendo los principales países productores: Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Argentina y Venezuela. (FAO 2018).

## **2.3. Taxonomía del cultivo de arroz**

La taxonomía del arroz de acuerdo con Valladares (2010), es la siguiente:

**Reino:** Plantae

**Subreino:** Tracheobionta

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Liliopsida

**Subclase:** Commelinidae

**Orden:** Poales

**Familia:** Poaceae

**Subfamilia:** Ehrhartoidea

**Tribu:** Oryzeae

**Género:** *Oryza*

**Especie:** sativa L.

## **2.4. Fases fenológicas**

Rimache (2010), menciona que el crecimiento de la planta de arroz es un proceso fisiológico continuo que comprende un ciclo completo desde la germinación hasta la maduración del grano, dividiéndose en tres fases:

### **Fase vegetativa**

Esta fase comprende entre 55 a 60 días, desde la germinación de la semilla hasta la iniciación de la panícula.

### **Fase reproductiva**

Comienza desde el inicio de la panícula hasta la floración (35 a 40 días).

### **Fase de maduración**

Esta fase dura de 30 a 40 días, comienza con la floración y termina en la madurez total del grano.

## **2.5. Descripción morfológica**

Valladares (2010), menciona que, la planta de arroz es una hierba anual con tallos redondos, huecos y entrenudos; hojas bastante planas y una panícula terminal. Está adaptada a crecer en suelos inundados, pero también puede crecer en suelos de secano.

Mendelu (2018), indica que el arroz es una planta monocotiledónea que posee dos tipos de raíces: seminales y adventicias, típico de las gramíneas, tallos redondos formados por nudos y entrenudos, y su hoja es plana de forma laminada,

por lo habitual esta planta es autógama y se cultiva en suelos húmedos e inundados.

El sistema radicular del arroz es delgado, fibroso y fasciculado, donde posee dos tipos de raíces seminales, la cual dan origen a la radícula completa y las raíces adventicias, que tienen una libre ramificación y que se van formando a partir de los nudos inferiores del tallo joven, la que ayuda que se penetre al suelo con facilidad. Las raíces que se encuentra en los últimos nudos superficiales se señalan como raíces nodales y, las raíces adventicias o raíces denominada maduras se sitúan bajo tierra (Montes 2017).

Al inicio del ahijamiento, el sistema radicular primario es sustituido por el sistema radicular secundario (raíces adventicias) formadas en los nudos inferiores de los tallos jóvenes, siendo raíces gruesas, fibrosas, profundas y ramificadas, caracterizada por una mayor capacidad absorbente, el sistema radicular alcanza su máximo desarrollo al final del ahijamiento, cesando de absorber nutrientes cuando el grano se encuentra en estado lechoso. La raíz del arroz presenta la ventaja de adaptarse en ambientes saturados de agua (anaerobios), debido a que posee canalículos (espacios intercelulares aeríferos), asegurando el aporte de oxígeno desde la parte aérea de la planta (Llunch 2010).

La planta de arroz es una gramínea anual que posee un tallo de forma cilíndrica, se encuentra formada de nudos y entrenudos, en la región nodal o nudo es el lugar donde se originan las hojas de la planta y los entrenudos de la base no se elongan, lo cual hace que la base del tallo sea sólida (Valero, 2015). Cada nudo tiene una hoja en cuya axila se encuentra una yema que puede originar un hijo. El número de hijos es variable en función de la variedad, pero sobre todo de las condiciones edafoclimáticas y de las prácticas de cultivo (Sánchez 2014).

En las hojas situadas alternas a lo largo del tallo se distinguen la vaina, el limbo, lígula y aurículas, la última hoja de cada tallo se llama hoja bandera, envolviendo su vaina a la panícula, a medida que avanza el ciclo vegetativo de la planta, las primeras hojas en desarrollo (hojas basales) van secándose, de forma que en floración quedan solo entre cinco y seis hojas verdes (Sánchez 2014).

Las hojas son lineales, alternas, envainadoras con el ápice agudo. En el punto de unión de la vaina y el limbo, se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida, que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos, las hojas son los órganos que más rápido responden a los cambios nutricionales del suelo (Castellanos *et al.* 2017).

La lígula aparece en la parte superior de la vaina en todas las variedades de arroz, alcanza dos centímetros de longitud, es membranoso y se parte a medida que se desarrolla, suele ser incoloro o coloreado de un tinte rosa pálido o purpura, una lígula siempre va asociado con pigmento en la vaina. La aurícula se encuentra en la unión de la vaina y la lámina, teniendo forma de hoz, en la cara convexa de cada una de ellas, por lo general se presentan dientes largos y delgados, el color va relacionado con la coloración del nudo (Rimache 2010).

Las flores son hermafroditas de color verde blanquecino, se encuentran en la panícula, ubicada en la parte superior del nudo apical del tallo de la planta de arroz, denominado nudo ciliar, cuyo conjunto constituye una panoja grande grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración. La flor del arroz es completa; consta de seis estambres que componen anteras bicelulares y un pistilo. Consisten en el ovario, el estilo y el estigma. El ovario al madurarse, da forma al grano, que se compone de la siguientes parte que son: palea, lema, raquilla y aristas (Sinavimo 2017).

De La Cruz (2013) manifiesta que la panoja es un grupo de espiguillas nacidas en el nudo superior del tallo. La espiguilla individual, está formada por dos "glumas externas" (lemas estériles) muy pequeñas, y todas las demás partes florales se encuentra entre ellas o por encima de ellas. Crecen sobre el pedicelo, que las conectan con la rama de la panoja. El grano de arroz se compone del ovario maduro, el lema y la palea, la raquilla, los lemas estériles y las aristas cuando se encuentran endospermo. El lema y la pálea, con sus estructuras asociadas, constituyen la cáscara, y pueden retirarse mediante la aplicación de una presión giratoria.

El grano es el ovario maduro que contiene al ovulo madurado y está cubierto con firmeza por la lemma y la palea fértil, pero no funciona con ellas, la envoltura del grano maduro está formada por una cubierta membranosa compuesta por la pared del ovulo o pericarpio, el tegumento interior y la nucela que están apretados entre sí en forma plana y algo compacta, el grano es ovalado oblongo, por lo general liso y brillante, blanquizco o blanco traslúcido, con o sin porción abdominal blanca, durante el proceso de maduración la espiguilla se vuelve más corta y turgente (Rimache 2010).

## **2.6. Requerimientos agroecológicos**

La mayor producción a nivel mundial se concentra en los húmedos tropicales, cultivándose también en las regiones húmedas de los subtrópicos, en climas templados y mediterráneos, se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2,500 msnm. Esta gramínea necesita para germinar un mínimo de 10 a 13 °C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C, por encima de 40 °C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo exigible 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 e inconsistentes, 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 de 50 °C no se produce la floración (Merci 2011).

Las temperaturas críticas para la planta de arroz, están generalmente por debajo de 20 °C y superiores a 30 °C, variando según el estado de desarrollo de la planta. La temperatura es un elemento climático importante para el crecimiento, floración y productividad del cultivo de arroz, cada fase fenológica tiene su temperatura crítica, óptima, mínima y media, este cultivo exige temperaturas relativamente elevadas para la germinación y maduración, uniformemente creciente antes de la floración (antesis) (Morán 2012).

La radiación solar es la fuente de energía para el proceso fotosintético y la evapotranspiración, siendo fundamental para obtener buenos rendimientos, la sombra durante las etapas reproductivas tiene serios efectos sobre el número de espiguillas. Las variedades con tallos y hojas erectas que evitan el sombreado recíproco y así interceptan más luz solar, tienen una mejor fotosíntesis y consecuentemente mejores rendimientos. Para maximizar el rendimiento bajo un régimen de manejo óptimo, la época de siembra debe ser seleccionada de modo que el cultivo reciba altos niveles de radiación solar en las etapas reproductivas y de maduración (FAO 2009).



## **2.7. Preparación de suelo**

El arroz requiere suelos con textura media a pesada, la preparación se realiza bajo condiciones de terreno seco e inundado, en el primer caso se usa implementos tales como arado, romplow y rastra; en el terreno inundado se realiza el “fangueo”, que consiste en batir el suelo, con un tractor con gavias de hierro que reemplaza las llantas convencionales, siendo necesario nivelar cuando exista desnivel en el terreno (Brito 2012).

## **2.8. Siembra**

La siembra en nuestro país se realiza de forma directa y trasplante, la primera se la realiza con sembradora y al voleo en dos formas: mecánica (boleadora) y manual con semilla seca y tapada con un pase de rastra superficial. Utilizándose una cantidad de 100 kg/ha de semilla, cuando se usa el método de trasplante se necesita 45 kg de semilla para establecer el semillero necesario para una hectárea. Las distancias de siembra en trasplante y espeque con semilla seca y pre germinada son: 0.30 x 0.20 m; 0.25 x 0.30 m; 0.30 x 0.30 m, en el trasplante se colocan de cuatro a cinco plantas por sitio (INIAP 2014).

## **2.9. Riego**

El cultivo de arroz necesita elevados requerimientos de agua para su normal desarrollo, de 800-1250 mm durante el ciclo, en balance hídrico se ha encontrado el uso consuntivo promedio de 7.55 a 8.27 mm/día y la evapotranspiración del 25% del total de agua disponible (Ordeñana 2012).

Es importante destacar que no sólo la falta de agua reduce el potencial de rendimiento, sino también la época y la duración de la sequía en relación con los procesos fenológicos y a los periodos de inundación, los cuales provocan cambios fisiológicos, físico-químicos y microbiológicos en la interacción suelo-planta-agua (González *et al.* 2016).

#### **2.10. Control de malezas**

La maleza es un principal problema en el cultivo de arroz, la competencia de estas causas considerables disminuciones en el rendimiento, aumentan la incidencia de plagas, elevan los costos de producción, originan problemas durante el secado y limpieza de cosecha y disminuyen la calidad general del producto. El control químico es el principal medio para combatir las, una sola aplicación no es suficiente para el control, siendo necesaria una deshierba mecánica complementaria (Andrade *et al.* 2010).

#### **2.11. Cosecha**

El momento óptimo de la cosecha es cuando la panícula alcanza su madurez fisiológica (95% de los granos tengan el color paja y el resto estén amarillentos) y la humedad del grano sea del 20 al 27%, se recomienda la recolección mecanizada empleando una cosechadora (Infoagro 2012).

#### **2.12. Fertilización foliar**

La fertilización se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece

el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto (Trinidad y Aguilar 2014).

La fertilización foliar es una técnica que proporciona a las plantas nutrientes de manera aérea, complementando las deficiencias nutrimentales, las cuales se presentan en el desarrollo de la planta (Fertilizando 2011).

La fertilización constituye un factor importante en la obtención de altos rendimientos. La respuesta a la fertilización depende de la variedad, fertilidad del suelo, clima, manejo del agua y manejo de plagas. Conociendo el consumo total de nutrientes de un cultivo se puede estimar la dosis necesaria para obtener el rendimiento deseado, lo cual se logra, confrontando el consumo total con las cantidades presentes en el suelo para así determinar las cantidades necesarias para llegar a la meta establecida (Barahona 2018).

Es un método eficiente de suministro de micronutrientes, necesarios en pequeñas cantidades y pueden llegar a ser indisponibles si son aplicados al suelo. Para minimizar el riesgo de quemado de hojas, la concentración recomendada tiene que ser respetada y propagada preferiblemente en días nublados y en las primeras horas de la mañana o en las últimas del atardecer para evitar que las gotitas se sequen inmediatamente (FAO 2010).

En la actualidad se ha incrementado el uso de los fertilizantes foliares en la agricultura comercial, ya que es una técnica que provee los nutrimentos que requiere el cultivo como suplemento a la fertilización del suelo (Alcántar y Trejo 2010).

La planta de arroz requiere varios nutrientes esenciales para llegar a un óptimo rendimiento. Estos son los elementos mayores e incluyen nitrógeno, fósforo,

potasio, magnesio, azufre, carbono, hidrógeno y oxígeno. Aquellos elementos que son requeridos en menores cantidades pero que son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas son conocidos como elementos menores o trazas, e incluyen hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno, cloro y silicio (Pilaloa *et al.* 2017).

### **2.13. Deficiencias de nutrientes**

Cuando aparece la deficiencia puede ser tarde para corregirla y puede confundirse con excesos de otros nutrientes, enfermedades, daños por plagas o stress de otros factores (luz, agua, temp.). Distintas especies manifiestan en forma diferente una misma deficiencia. Cuando se manifiesta la deficiencia al principio aparecen en un único tipo de hojas (jóvenes o viejas) luego simétricos en relación a nervaduras. A su vez aparecen distantes a nervadura principal, se generan cambios graduales de color, con límites difusos y no hay ruptura de cutícula. (Fagro 2009).

Los nutrientes cumplen un papel esencial y específico en la fisiología vegetal; cuando uno de estos elementos no se encuentra en las cantidades adecuadas su deficiencia en los tejidos promueve cambios en el metabolismo de la planta. Los síntomas de deficiencia nutricional son más o menos característicos de cada nutriente y dependen de la gravedad de la deficiencia. El grado de movilidad que presentan los elementos en las plantas determina la localización de los síntomas de su deficiencia. Algunos nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) se consideran muy móviles, por lo cual las plántulas deficientes en estos elementos inicialmente presentan síntomas visuales en las hojas más viejas. (Sepúlveda, Claudia, *et al.* 2014).

## 2.14. Silicio en arroz

Según AGRI-CROP (2019), el silicio es un nutriente necesario para el cultivo del arroz, sus funciones son:

- El Si es un elemento benéfico para el arroz, pero sus funciones fisiológicas todavía no son claramente comprendidas. La planta requiere este elemento para desarrollar hojas, tallos y raíces fuertes.
- La formación de una capa gruesa de células epidérmicas reduce la susceptibilidad de la planta a enfermedades fúngicas y bacteriales y al ataque de insectos.
- Las plantas de arroz adecuadamente abastecidas con Silicio tienen hojas y hábitos de crecimiento erectos. Esto contribuye al uso eficiente de la luz y por lo tanto al uso eficiente de N.
- El Silicio incrementa la disponibilidad de Fósforo (P) en el suelo y el poder de oxidación de las raíces y alivia la toxicidad por Fe y Mn al reducir la absorción de estos elementos por la planta.

La función del silicio benéfica a ciertas plantas cuando están bajo estrés. Se ha comprobado que mejora la tolerancia a las sequías y retrasa la defoliación prematura de algunos cultivos que no se riegan y que puede mejorar la capacidad de resistencia de las plantas a las toxicidades de micronutrientes y de otros metales. Además, se ha comprobado que el silicio ayuda a incrementar la resistencia del tallo (Chen 2017).

En cuanto a deficiencia del silicio, la mayoría de las plantas crecerán de manera normal sin él. No obstante, unas pocas plantas presentan efectos

perjudiciales si no se aplica silicio. El arroz, el trigo y otros cultivos gramíneos exhiben una incidencia reducida de encorvamiento cuando se les proporciona silicio. En algunas plantas, la deficiencia de silicio también puede incrementar la posibilidad de que adquieran toxicidad por manganeso, cobre o hierro (Chen 2017).

La toxicidad, es poco común, los niveles de silicio en exceso pueden competir con la absorción de otros nutrientes. Los altos niveles de silicio en plantas, puede causar deformaciones. Las plantas consideradas como “no acumuladoras” de silicio son más sensibles al exceso de silicio en comparación con las que son “acumuladoras” (Chen 2017).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación del Sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizó en el km. 14,5 de la vía Babahoyo-Mata de Cacao: Recinto "San Agustín"; con coordenadas geográficas de 79° 26´ de Longitud Oeste y 1°56´ de Latitud Sur, y con una altura de 20 m.s.n.m. (Datos tomados de la estación meteorológica de la FACIAG).

#### 3.2 Material genético

Se utilizó semilla certificada de la variedad SFL-11, que presenta las características siguientes.

**Tabla 1 Características de semilla certificada de la variedad SFL-11**

<b>Características</b>	<b>valores/calificación</b>
<b>Rendimiento</b>	6 a 8 t/ha
<b>Ciclo vegetativo(días)</b>	127 a 131
<b>Altura de planta (cm)</b>	126cm
<b>Panícula por planta</b>	19 a 24
<b>Macollamiento</b>	Intermedio
<b>Peso de 1000 granos (g)</b>	29
<b>Longitud de grano (mm)</b>	7,5 (extra largo) descascarado
<b>Índice de pilado (%)</b>	67
<b>Desgrane</b>	Intermedio
<b>Centro blanco</b>	Ninguno
<b>Pyricularia grisea</b>	Tolerante

Fuente (<https://www.pronaca.com/>)

### **3.3 Métodos**

Para el presente trabajo de campo se utilizaron los métodos: Deductivo - Inductivo, Inductivo – Deductivo y Experimental.

### **3.4 Factores en estudio**

**Variable independiente:** Densidades de siembra y dosis de silicio aplicado.

**Variable dependiente:** Comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de arroz.

### **3.5 Tratamientos en estudio**

El trabajo experimental fue del tipo aplicado. De acuerdo a la técnica de contrastación utilizada se consideró experimental, cuantitativa, correlacional y explicativa; de tipo bifactorial, considerando dosis de silicio (FACTOR B) y distanciamiento de siembra (FACTOR A) como los factores en estudio, lo que determinó 9 tratamientos por bloque y 3 repeticiones.

El producto utilizado tiene por nombre comercial AXSIL, que es fuente de silicio activo y asimilable por las plantas, 100% natural que estimula el desarrollo del sistema radicular, incrementando la resistencia de las plantas al estrés abiótico y biótico, tales como alta y baja temperaturas, viento, alta concentraciones de sales y metales pesados, hidrocarburos, aluminio, insectos, hongos, enfermedades. El silicio contenido en AXSIL también se deposita en las paredes de las células de raíces, actuando como barrera contra la invasión de parásitos y patógenos. La dosis recomendada para aplicación foliar es de 0,75 a 1,0 l/ha



**Tabla 2 Tratamientos en estudios.**

TRATAMIENTOS	FACTOR A DISTANCIAMIENTO	DENSIDAD DE SIEMBRA	FACTOR B DOSIS DE FERTILIZANTE	INTERACCIONES
T1	20x20 cm	250 000	0,0 L/Ha	A1B1
T2	20x20 cm	250 000	0,5 L/Ha	A1B2
T3	20x20 cm	250 000	1,0 L/Ha	A1B3
T4	25x20 cm	200 000	0,0 L/Ha	A2B1
T5	25x20 cm	200 000	0,5 L/Ha	A2B2
T6	25x20 cm	200 000	1,0 L/Ha	A2B3
T7	30x20 cm	166 666	0,0 L/Ha	A3B1
T8	30x20 cm	166 666	0,5 L/Ha	A3B2
T9	30x20 cm	166 666	1,0 L/Ha	A3B3

Fuente: Autor

### 3.6 Diseño experimental

Para el diseño experimental se utilizó el un DBCA con arreglo factorial AxB. Donde el factor A es distanciamiento/densidad de siembra y el factor B es la dosis de fertilizantes aplicado. Para comparación de medias se usó la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad. El análisis de variancia se presenta a continuación.

### 3.7 Análisis de varianza

**Tabla 3 Análisis de varianza desarrollado bajo el siguiente esquema**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	
Total	26	$[(axb)r]-1$
Repeticiones	3	r-1
Densidades	2	a-1
Error A	6	$(r-1)(a-1)$
Dosis	2	b-1
AxB	4	$(a-1)(b-1)$
Error B	12	$a(r-1)(b-1)$

### 3.8 Área experimental

**Tabla 4 Especificaciones del área experimental**

<b>Área de Unidad experimental</b>	30 m <sup>2</sup>
<b>Área útil de tratamientos</b>	20 m <sup>2</sup>
<b>Área total del trabajo experimental</b>	810 m <sup>2</sup>
<b>Plantas por Unidad experimental</b>	750 (factor A); 600 (factor B); 500 (factor C)
<b>Total, de plantas en el área de estudio</b>	16 650

Fuente: Autor

#### 3.8.1 Manejo ensayo

Para el buen desarrollo del cultivo se respetó las normas de manejo del cultivo, efectuando las prácticas y labores rutinarias, que caracterizaron el manejo del mismo, para el proceso producción.

#### 3.8.2 Preparación de suelo

La preparación de terreno se realizó mediante el uso de rastra y de fangueo con la finalidad de conseguir un buen desmenuzamiento del terreno.

#### 3.8.3 Siembra

La siembra se efectuó mediante el sistema de trasplante, establecido primero el semillero, posteriormente se trasplantaron plántulas de 18 días de edad a las parcelas definitivas, respetando el distanciamiento de siembra establecido en el cuadro de tratamientos.

#### **3.8.4 Fertilización**

La fertilización edáfica se realizó en tres fracciones 0, 20 y 40 días después del trasplante en base a las recomendaciones de la casa comercial 140 kg/ha N; 45 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 90 kg/ha K<sub>2</sub>O. El nitrógeno se aplicó en dos aportes 50% en la segunda aplicación y 50% en la tercera aplicación. El fósforo se aplicó 100 % a la siembra, y el potasio fraccionado en dos partes 50% a la siembra y 50% en la segunda aplicación. Se realizaron aplicaciones foliares de silicio empleando como fuente el producto AXSIL en dosis de 0, 1 y 2 l/ha a los 15 y 30 días después del trasplante, según los tratamientos antes descritos.

#### **3.8.5 Control fitosanitario**

Para el control preventivo de insectos como *Hydrellia* sp. se utilizó el producto Engeo (Thiametoxam + Lambdacyhalotrina) en dosis de 200 cm<sup>3</sup>/ha; 20 días después de la siembra. Posteriormente para el control de langosta (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó Clorpirifos a dosis de 750 cm<sup>3</sup>/ha a los 40 días después de la siembra.

Además, para el control preventivo de enfermedades se utilizó un fungicida de la familia de los triazoles con nombre comercial Nativo (Trifloxistrobin + Tebuconazole) en dosis de 0,6 l/ha a los 50 días después de la siembra.

#### **3.8.6 Control de malezas**

Para el control de malezas se aplicó en preemergencia el herbicida Gamit, en dosis de 800 cc/ha, y en postemergencia temprana se aplicó Propanil en dosis de 4,0 L/ha a los 10 días, después de la siembra y posteriormente Checker, en dosis de 300 g/ha a los 30 días después de la siembra, calculado en 200 litros de agua.

### **3.8.7 Riego**

El riego se realizó por gravedad, con la utilización de una bomba para el ingreso de la lámina de agua al cultivo, la misma que se usó de forma frecuente para mantener el suelo en capacidad de campo y que el cultivo se pueda establecer sin inconveniente.

### **3.8.8 Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual, conforme se presentó la madurez fisiológica de las plantas en los diferentes tratamientos.

## **3.9 Variables de estudio**

### **3.9.1 Altura de planta (cm)**

Se lo determinó en el momento que la planta estuvo lista para la cosecha, siendo dicha medición desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula y fue expresado en cm.

### **3.9.2 Macollos/m<sup>2</sup>**

Se comprobó el número promedio de macollos/m<sup>2</sup> a los 30 días del cultivo, lanzando al azar un marco de 1m<sup>2</sup> y contabilizando el número de macollos por unidad experimental.

### **3.9.3 Longitud de la panícula (cm)**

Se realizó tomando en cuenta la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula, exceptuando las aristas en cada individuo.

#### **3.9.4 Granos por panícula**

Se determinó el número de granos presentes por panícula (3 panículas) de cada uno de los individuos de la población.

#### **3.9.5 Número de panículas**

En el mismo metro cuadrado en que se evaluaron los macollos al momento de la cosecha, se procedió a contar el número de panículas en cada unidad experimental.

#### **3.9.6 Peso de 1000 semillas**

La muestra tomada fue de 1000 semillas, teniendo el respectivo cuidado de que los mismos no estén dañados por insectos o enfermedades; luego fueron pesados en una balanza de precisión enunciando su promedio en gramos.

#### **3.9.7 Rendimiento del grano**

Estuvo determinado por el peso del grano proveniente del área útil de cada tratamiento. El peso se ajustó al 14 % de humedad transformándose a kilogramos por hectárea. Para uniformizar los pesos se empleó la fórmula:

$$P_u = \frac{P_a(100-h_a)}{(100-h_d)}$$

Donde:

P<sub>u</sub>= peso uniformizado

P<sub>a</sub>= peso actual

h<sub>a</sub>= humedad actual

h<sub>d</sub>=humedad deseada

### **3.9.8 Análisis económico**

El análisis económico se realizó en función del rendimiento y costo de producción del grano por hectárea.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Altura de planta

Los promedios de altura de planta, son mostrados en el Tabla 5. Donde el análisis de varianza no detectó diferencias significativas entre todos los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 1,32 % y el promedio de 115,5 para esta variable.

Sin embargo, la altura de planta del tratamiento T2 con dosis de 0,5 l/ha de Silicio, obtuvo la mayor altura de planta, con 94,33 cm. Viéndose más afectado estos valores para los tratamientos sin aplicación con 92,33 cm.

**Tabla 5** Altura de planta, afectados por tres densidades y tres dosis de fertilizantes, Chilintomo- Guayas, 2020.

Nº	Densidad (cm)	Dosis (l/ha)			Promedio
		0,0	0,5	1,0	X
T1	20x20	92,33 a	93,67 a	93,33 a	93,11
T2	20x25	92,33 a	94,33 a	94,00 a	93,55
T3	20x30	92,33 a	93,67 a	93,33 a	93,11
Promedio general					93,26
Significancia estadística					Ns
Coeficiente de variación (%)					1,32

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

Fuente: Autor

## 4.2 Numero de macollos por metro cuadrado

Para esta variable el análisis de varianza reportó diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variación 3,9% y un promedio de 518,75.

Todos los tratamientos aplicados presentaron diferencias estadísticas, el tratamiento T2 con una densidad de 20X25 y una dosis de 1,0 l/ha presentó el mayor número de macollos con 559,10; siendo el T1 con una densidad de 20X20 y una dosis de 0,0 l/ha), con 452,07 macollos el que presento el menor número.

**Tabla 6 Numero de macollos por m<sup>2</sup>, afectados por tres densidades y tres dosis de fertilizantes, Chilintomo- Guayas, 2020.**

Nº	Densidad (cm)	Dosis (l/ha)			Promedio X
		0,0	0,5	1,0	
T1	20x20	452,07 c	511,07 ab	532,47 ab	498,54
T2	20x25	476,87 bc	542,47 a	559,10 a	526,15
T3	20x30	512,27 ab	539,43 a	542,97 a	531,56
Promedio general					518,75
Significancia estadística					**
Coeficiente de variación (%)					3.9
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.					
ns= no significativo					
*= significativo					
**= altamente significativo					

Fuente: Autor



### 4.3 Longitud por panícula

La variable longitud por panícula, presento diferencias significativas entre tratamientos, el coeficiente de variación fue de 1,62% y un promedio de 24,13.

El tratamiento T1 con una densidad de 20X20 y una dosis de 1,0 l/ha, obtuvo la mayor longitud de panícula con 24,67 cm, superior al resto de tratamientos. El tratamiento que menor repercusión tuvo sobre esta variable fue el tratamiento con densidad 20x25 y dosis de 0,5 l/ha que obtuvo un promedio de 24.00 cm de panícula. (Tabla 7).

**Tabla 7 Longitud de panícula (cm), afectados por tres densidades y tres dosis de fertilizantes, Chilintomo- Guayas, 2020.**

Nº	Densidad (cm)	Dosis (l/ha)			Promedio
		0,0	0,5	1,0	X
T1	20x20	24,17 ab	24,17 ab	24,67 a	24,34
T2	20x25	23,50 b	24,00 ab	24,17 ab	23,89
T3	20x30	24,00 ab	24,33 ab	24,13 ab	24,15
Promedio general					24,13
Significancia estadística					Ns
Coeficiente de variación (%)					1,62

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.  
ns= no significativo  
\*= significativo  
\*\*= altamente significativo

Fuente: Autor

#### 4.4 Granos por panícula

Los granos por panícula no presento diferencias significativas entre tratamiento, el coeficiente de variación fue de 3,17% y un promedio de 98,76.

El tratamiento T1 con una densidad de 20X20 y una dosis de 0,5 l/ha, obtuvo la mayor cantidad de granos por panícula 104,57 estadísticamente igual a los tratamientos a esta dosis y superior numéricamente al tratamiento T3 con una densidad de 20X20 y una dosis de 0,0 l/ha, que presentó el menor valor 90,47. (Tabla 8).

**Tabla 8 Granos por panícula (cm), afectados por tres densidades y tres dosis de fertilizantes, Chilintomo- Guayas, 2020.**

Nº	Densidad (cm)	Dosis (l/ha)			Promedio
		0,0	0,5	1,0	X
T1	20x20	91,83 b	104,57 a	104,10 a	100,17
T2	20x25	90,80 b	102,10 a	101,93 a	98,28
T3	20x30	90,47 b	101,33 a	101,70 a	97,83
Promedio general					98,76
Significancia estadística					**
Coeficiente de variación (%)					3,17
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.					
ns= no significativo					
*= significativo					
**= altamente significativo					

Fuente: Autor

#### 4.5 Número de panículas.

El análisis de varianza reflejó diferencias altamente significativas para esta variable y el coeficiente de variación fue 3,91 %, con un promedio de 517,03 según registro de la Tabla 9.

La variedad de arroz SFL - 11 mostró mayor número de panículas/m<sup>2</sup> cuando se utilizó el tratamiento T2 con una densidad de 20X25 y una dosis de 1,0 l/ha con 557,37 panículas, estadísticamente igual al resto de tratamientos con esta dosis y superior numéricamente al tratamiento T1 con una densidad de 20X20 y una dosis de 0,0 l/ha, con 450,33 panículas/m<sup>2</sup>.

**Tabla 9 Panículas por m<sup>2</sup>, afectados por tres densidades y tres dosis de fertilizantes, Chilintomo- Guayas, 2020.**

Nº	Densidad (cm)	Dosis (l/ha)			Promedio X
		0,0	0,5	1,0	
T1	20x20	450,33 c	509,33 ab	530,73 ab	496,80
T2	20x25	475,17 bc	540,73 a	557,37 a	524,42
T3	20x30	510,57 ab	537,73 a	541,27 a	529,86
Promedio general					517,03
Significancia estadística					**
Coeficiente de variación (%)					3,91
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.					
ns= no significativo					
*= significativo					
**= altamente significativo					

Fuente: Autor

#### 4.6 Peso de mil semillas

En la variable peso de 1000 semillas el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 1,21% y promedio de 27,53 gramos. El tratamiento T2 con una densidad de 20X25 y una dosis de 1,0 l/ha, obtuvo la mayor cantidad de peso de 1000 semillas con 28,17 siendo superior al tratamiento T3 con una densidad de 20X30 y una dosis de 0,0 l/ha que presentó el menor peso con 26,87. (Tabla 10).

**Tabla 10 Peso de 1000 granos (g), afectados por tres densidades y tres dosis de fertilizantes, Chilintomo- Guayas, 2020.**

Nº	Densidad (cm)	Dosis (l/ha)			Promedio X
		0,0	0,5	1,0	
T1	20x20	27,1 bc	27,77 abc	27,87 ab	27,58
T2	20x25	27,17 bc	27,57 abc	28,17 a	27,64
T3	20x30	26,87 c	27,33 abc	27,9 ab	27,37
Promedio general					27,53
Significancia estadística					*
Coeficiente de variación (%)					1,21

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.  
ns= no significativo  
\*= significativo  
\*\*= altamente significativo

Fuente: Autor

#### 4.7 Rendimiento

En la variable rendimiento el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos y el coeficiente de variación fue 1,75% y un promedio de 8,34 toneladas. El tratamiento T3 con una densidad de 20X30 y una dosis de 0,5 l/ha, obtuvo la mayor cantidad de peso en toneladas con 8,6, y superior al tratamiento T3 con una densidad de 20X30 y una dosis de 0,0 l/ha, que presentó el menor peso en toneladas 8,03 (Tabla 11).

**Tabla 11 Rendimiento del cultivo t/ha), afectados por tres densidades y tres dosis de fertilizantes, Chilintomo- Guayas, 2020.**

Nº	Densidad (cm)	Dosis (l/ha)			Promedio
		0,0	0,5	1,0	X
T1	20x20	8,07 cd	8,5 ab	8,43 abcd	8,33
T2	20x25	8,1 bcd	8,47 abc	8,47 abc	8,35
T3	20x30	8,03 d	8,6 a	8,4 abcd	8,34
Promedio general					8,34
Significancia estadística					**
Coeficiente de variación (%)					1,75

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.  
ns= no significativo  
\*= significativo  
\*\*= altamente significativo

Fuente: Autor

#### 4.8 Análisis económico

En la Tabla 12 se observa el análisis económico. El costo fijo generado para producir una hectárea de arroz es de \$ 700 dando como mayor beneficio neto cuando se utilizó el tratamiento T2 con una densidad de 20X25 y una dosis de 0,5 l/ha con \$ 645,45

**Tabla 12 Análisis económico, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2020.**

Tratamientos	Densidad (cm)	Dosis (l/ha)	Promedio Rend. T/ha	Rend. sacas/ha	Valor de producción (USD)	Costos variables de producción				Beneficio neto (USD)
						Costos Fijos	Variables		Total	
							Fertilizantes	Cosecha + Transporte		
T1	20x20	<b>0.0</b>	8,07	40,33333333	\$1 290,67	\$700,00	\$0,00	\$0,27	\$700,27	\$590,40
T2	20x25	<b>0.5</b>	8,52	42,61666667	\$1 363,73	\$700,00	\$18,00	\$0,28	\$718,28	\$645,45
T3	20x30	<b>1.0</b>	8,43	42,16666667	\$1 349,33	\$700,00	\$32,00	\$0,28	\$732,28	\$617,06

<b>0,0 l/ha</b>	\$0
<b>0,5 l/ha</b>	\$18
<b>1,0 l/ha</b>	\$32

## IV.CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos se concluye:

- En la variable longitud de panícula, el tratamiento T1 con una densidad de 20X20 y una dosis de 1,0 l/ha mostro diferencias altamente significativas con respecto al tratamiento sin aplicación.
- El tratamiento T2 con una densidad de 20X25 y una dosis de 1,0 l/ha reacciono de manera superior con respecto a los tratamientos restantes.
- Referente a rendimiento el tratamiento T3 con una densidad de 20X30 y una dosis de 0,5 l/ha, con 8,6 toneladas obtuvo una diferencia significativa con respecto al resto de los tratamientos.
- En las variables altura de planta, numero de macollos por m<sup>2</sup>, panículas por m<sup>2</sup>, granos por panícula (cm), no se presentó diferencias significativas.
- Mediante el análisis económico se pudo constatar que el mejor rendimiento económico lo obtuvimos con el tratamiento T2 con una densidad de 20X25 y una dosis de 0,5 l/ha con \$645,45.

## V. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y análisis registrados en este trabajo experimental se proponen las siguientes recomendaciones:

- Estudiar otras densidades de siembra con menores cantidades de silicio en estudio a fin de determinar si influye en el comportamiento agronómico del cultivo.
- Continuar con las investigaciones en otros cultivos demostrando niveles óptimos de Silicio, debido a que otros cultivos extraen del suelo grandes cantidades de este nutriente.
- Realizar investigaciones en otras gramíneas con las dosis de Silicio ensayadas en este trabajo.



## VI. RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó en el km. 14,5 de la vía Babahoyo-Mata de Cacao: Recinto "San Agustín"; con coordenadas geográficas de 79° 26´ de Longitud Oeste y 1°56´ de latitud sur, y con una altura de 20 m.s.n.m. Como material de siembra se utilizaron la variedad de arroz INDIA SFL -11. Se utilizó un análisis; de tipo bifactorial, considerando dosis de silicio (FACTOR B) y distanciamiento de siembra (FACTOR A). Se empleó el diseño experimental Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos y 4 repeticiones, la prueba de significancia utilizada fue de Tukey al 95 % de probabilidad. Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo como preparación de suelo, siembra, riego, fertilización, control de malezas, control fitosanitario y cosecha. Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos: altura de planta, número de macollos, número de panículas, longitud de las panículas, granos por panículas, peso de 1000 granos, rendimiento, análisis económico. Por los resultados obtenidos se determinó que en la variable longitud de panícula, el tratamiento T1 con una densidad de 20X20 y una dosis de 1,0 l/ha mostró diferencias altamente significativas con respecto al tratamiento sin aplicación. El tratamiento T2 con una densidad de 20X25 y una dosis de 1,0 l/ha reaccionó de manera superior con respecto a los tratamientos restantes. Referente a rendimiento el tratamiento T3 con una densidad de 20X30 y una dosis de 0,5 l/ha, con 8,6 toneladas obtuvo una diferencia significativa con respecto al resto de los tratamientos. En el análisis económico se pudo constatar que el mejor rendimiento económico lo obtuvimos con el tratamiento T2 con una densidad de 20X25 y una dosis de 0,5 l/ha con \$645,45.

**Palabras claves:** Estimulante, rendimiento, evaluación, dosis, densidad.

## VII. SUMMARY

The present experimental work was carried out at km. 14,5 of the Babahoyo-Mata de Cacao road: "San Agustín" Campus; with geographic coordinates of 79° 26' of West Longitude and 1°56' of South latitude, and with a height of 20 m.s.n.m . The rice variety INDIA SFL -11 was used as planting material. An analysis was used; bifactorial type, considering silicon dose (FACTOR B) and planting spacing (FACTOR A). The Randomized Complete Blocks experimental design was used with five treatments and 4 repetitions, the significance test used was Tukey's 95% probability. All necessary agricultural work was carried out in rice cultivation for its normal development, such as soil preparation, planting, irrigation, fertilization, weed control, phytosanitary control and harvesting. To estimate the effects of the treatments, the following data were taken: plant height, number of tillers, number of panicles, length of panicles, grains per panicles, weight of 1000 grains, yield, economic analysis. Based on the results obtained, it was determined that in the variable panicle length, the T1 treatment with a density of 20X20 and a dose of 1,0 l / ha showed highly significant differences with respect to the treatment without application. Treatment T2 with a density of 20X25 and a dose of 1,0 l / ha reacted more than the other treatments. Regarding yield, the T3 treatment with a density of 20X30 and a dose of 0,5 l / ha, with 8,6 tons obtained a significant difference with respect to the rest of the treatments. In the economic analysis it was found that the best economic performance was obtained with the T2 treatment with a density of 20X25 and a dose of 0,5 l / ha with \$ 645,45

**Key words:** Stimulant, performance, evaluation, dose, density.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Abad, C. 2010. Cultivo de arroz. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Ecuador.

AGRI-CROP. 2019. Importancia General del Silicio en Cultivos de Arroz y Palma Aceitera. Disponible en <https://sites.google.com/site/agricrop4/home>.

Andrade, F., Celi, R., Hurtado, D. & Arboleda, J. 2010. Programa Nacional del Arroz (*Oryza sativa* L.) de alto rendimiento y calidad del grano en sistema de riego. Guayas. Ecuador.

Barahona-Amores, L., Villarreal-Núñez, J., Samaniego-Sánchez, R., QuirósMcIntire, E. 2018. Absorción de nutrientes de dos variedades de arroz en un suelo entisol bajo seco en Tonosí-Panamá. *Ciencia Agropecuaria* N°. 28:56-74.

Barcia, W. (2012). Producción de arroz en el Ecuador. Obtenido de <http://ambitoeconomico.blogspot.com/2012/10/la-produccion-de-arroz-en-el-ecuador.html>.

Brito, D. 2012. Estudio de los Niveles de Fertilidad y su Influencia en la Productividad del Cultivo de Arroz (*Oryza sativa*) en el Recinto Las Maravillas del Cantón Daule. Guayaquil. Ecuador.

Castellanos Reyes, M., Valdés Carmenate, R., López Gómez, A., & Guridi Izquierdo, F. (2017). Mediciones de índices de verdor relacionadas con área foliar y productividad de híbrido de maíz. *Cultivos Tropicales*, vol. 38(núm. 3), 112-116. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193253129016.pdf>.

Chen, J. 2017. Rol del silicio en el cultivo de plantas. Promix. Disponible en <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-silicio-en-el-culti>Chen, J., 2017. vo-de-plantas/.

De La Cruz, J. (2013). Agronomía. Recuperado el 06 de febrero de 2019, de Morfología del Arroz: <http://melagro.blogspot.com/2013/03/morfologia-del-arroz.html>

Díaz, C., & Chaparro, A. (2012). Métodos y usos agrícolas de la Ingeniería Genética aplicada al cultivo del arroz. Colomb. Biotecnol., vol. 14(núm. 2), 179-195. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4195029>.

FAO. (2018). Seguimiento del mercado del arroz de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la seguridad alimentaria, XXI(1), 10 p. Obtenido de <http://www.fao.org/3/I9243ES/i9243es.pdf>.

FAO. 2009. Comisión Internacional del Arroz Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Italia.

González, Y., Ruiz, M. & Muñoz, Y. 2016. Manejo del agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) por trasplante, su efecto en el rendimiento agrícola e industrial. Ecuador.

Infoagro. 2012. El cultivo del arroz (2ª parte). Chile.

INIAP. (2014). Arroz. Recuperado el 06 de marzo de 2020, de Introducción. [www.iniap.gob.ec](http://www.iniap.gob.ec).

Katayama, T. (2010). Photodegradation of pesticides in plant and soil surfaces. Environmental Contamination Toxicology. 182:1-195.

Llunch, J. 2010. Cultivos herbáceos extensivos. Cereales. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

Llunch, J. 2010. Cultivos herbáceos extensivos. Cereales. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

MENDELU. (2018). Innovation of study programs FA MENDELU towards internationalization of study. doi:CZ. 1.07/2.2.00/28.0020.

Merci, A. 2011. Requerimientos Edafoclimaticos para el Cultivo de Arroz. Ecuador.

Montes , M. (2017). Respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) al estrés hídrico y su impacto en la productividad. Trabajo de titulación previo a la obtención de Título Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19640/1/Montes%20Recalde%20Mar%C3%ADa%20Dolores.pdf>.

Morán, J. 2012. Requerimientos Edafoclimáticos. Cultivo de Arroz. Ecuador.

Ordeñana Burnham, O. R. (2012). Producción, Agronomía y control de malezas. Babahoyo, Ecuador.

Pilaloa, W., Alvarado, A., Pacheco, P., 2017. Reducción de la fertilización edáfica con aplicación de fertilizantes foliares en cultivo de arroz”, Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible, n. 29.

Pincioli, María; Ponzio, Nora R; Salsamendi, Maité;. (2015). El arroz alimento de millones. (M. Pincioli, & N. Ponzio, Edits.) Buenos Aires, Argentina. Obtenido de [ftp://www1.faa.unicen.edu.ar/pub/Arroz\\_Alimento\\_de\\_millones.pdf](ftp://www1.faa.unicen.edu.ar/pub/Arroz_Alimento_de_millones.pdf).

Rimache, M. 2010. Cultivo del arroz. Perú. 111 p.

Sánchez A. 2012. Mejora de la Eficacia de los Quelatos de Hierro Sintético a Través de Sustancias Húmicas y Aminoácidos (Tesis Doctoral), Departamento de Agroquímica y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante, Alicante, España. Pag. 160,161,165, 170.

SINAVIMO. (2017). Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas. Obtenido de *Oryza sativa* L.: <http://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/oryza-sativa>.

Torró, L. 2010. Análisis de los factores que determinan la Resistencia al encamado y características del grano de arroz (*Oryza sativa* L.) y su asociación con otros

caracteres, en varias poblaciones y ambiente: bases genéticas y QTLs implicados. Tesis Doctoral. Departamento de biotecnología, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. Pp.311.

Trinidad, A., Aguilar, D. 2014. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos Terra Latinoamericana. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Vol. 17, núm. 3, pp. 247-255.

Valero, J. (2015). Repuesta de cultivares de arroz a la fertilización con hierro y zinc, sobre su concentración en el grano, en la Amazonia Ecuatoriana. Trabajo de titulación previo a la obtención de Título Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuaria, Babahoyo, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/640/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000114.pdf>.

Valladares, C. (2010). Taxonomía y Botánica de los cultivos de granos. Obtenido de [http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico\\_Franco/6toBot/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf](http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico_Franco/6toBot/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf).

Valladares, C, 2010. Taxonomía y botánica de los cultivos de grano. Ecuador.

## IX.ANEXOS

### 10.1 PROMEDIOS DATOS DE CAMPO

Repeticiones	Tratamiento	Densidad	Dosis	Altura de planta	Numero de macollos por m <sup>2</sup>	Paniculas por m <sup>2</sup>	Longitud de panícula (cm)	Granos por panícula	Peso de 1000 granos (g)	Rendimiento del cultivo t/ha
1	1	1	1	90,00	427,5	425,7	24,00	89,20	26,80	8,30
1	2	1	2	93,00	511,9	510,1	24,50	105,40	28,10	8,60
1	3	1	3	94,00	532,6	530,8	25,00	104,50	27,90	8,50
1	4	2	1	91,00	475,0	473,3	24,00	93,30	27,20	8,20
1	5	2	2	94,00	568,8	567,0	24,00	100,30	27,90	8,60
1	6	2	3	94,00	591,8	590,0	24,50	105,00	28,30	8,50
1	7	3	1	90,00	505,5	503,8	24,00	87,20	26,60	8,10
1	8	3	2	95,00	539,4	537,7	24,00	106,40	27,10	8,60
1	9	3	3	93,00	562,0	560,3	24,40	103,30	27,20	8,40
2	1	1	1	94,00	445,6	443,9	25,00	98,00	27,10	8,00
2	2	1	2	94,00	522,7	521,0	24,00	103,10	27,40	8,70
2	3	1	3	92,00	552,2	550,5	25,00	102,10	27,60	8,40
2	4	2	1	93,00	485,3	483,6	23,00	92,40	27,30	8,10
2	5	2	2	95,00	538,5	536,8	24,00	102,60	27,50	8,30
2	6	2	3	94,00	571,1	569,4	24,00	102,40	27,90	8,60
2	7	3	1	94,00	515,3	513,6	24,00	95,10	26,80	8,05
2	8	3	2	92,00	548,7	547,0	24,50	102,40	27,30	8,40
2	9	3	3	93,00	543,6	541,9	24,00	101,30	27,90	8,50
3	1	1	1	93,00	483,1	481,4	23,50	88,30	27,40	7,90
3	2	1	2	94,00	498,6	496,9	24,00	105,20	27,80	8,20
3	3	1	3	94,00	512,6	510,9	24,00	105,70	28,10	8,40
3	4	2	1	93,00	470,3	468,6	23,50	85,70	27,00	8,01
3	5	2	2	94,00	520,1	518,4	24,00	101,10	27,30	8,50
3	6	2	3	94,00	514,4	512,7	24,00	98,40	28,30	8,30
3	7	3	1	93,00	516,0	514,3	24,00	90,10	27,20	7,95
3	8	3	2	94,00	530,2	528,5	24,50	97,50	27,60	8,80
3	9	3	3	94,00	523,3	521,6	24,00	100,50	28,60	8,30

## 10.2 ADEVAS

Altura de planta

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta	27	0,44	0,08	1,32

Datos desbalanceados en celdas,  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados, !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,81	10	1,88	1,24	0,3408
Repeticiones	4,96	2	2,48	1,63	0,227
Tratamiento	13,85	8	1,73	1,14	0,3916
Densidad	0	0	0	sd	sd
Dosis	0	0	0	sd	sd
Densidad*Dosis	0	0	0	sd	sd
Error	24,37	16	1,52		
Total	43,19	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,50121

Error: 1,5231 gl: 16

Repeticiones	Medias	n	E,E,	
3	93,67	9	0,58	A
2	93,44	9	0,58	A
1	92,67	9	0,58	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,58480

Error: 1,5231 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E,E,	
5	94,33	3	1,01	A
6	94	3	1,01	A
2	93,67	3	1,01	A
8	93,67	3	1,01	A
9	93,33	3	1,01	A
3	93,33	3	1,01	A
7	92,33	3	1,01	A
1	92,33	3	1,01	A
4	92,33	3	1,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,50121

Error: 1,5231 gl: 16

Densidad	Medias	n	E,E,	
2	93,56	9	0,58	A
1	93,11	9	0,58	A
3	93,11	9	0,58	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,50121

Error: 1,5231 gl: 16

Dosis	Medias	n	E,E,		
2	93,89	9	0,58	A	
3	93,56	9	0,58	A	B
1	92,33	9	0,58		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,58480

Error: 1,5231 gl: 16

Densidad	Dosis	Medias	n	E,E,	
1	1	92,33	3	1,01	A
2	1	92,33	3	1,01	A
3	1	92,33	3	1,01	A
1	2	93,67	3	1,01	A
2	2	94,33	3	1,01	A
3	2	93,67	3	1,01	A
1	3	93,33	3	1,01	A
2	3	94	3	1,01	A
3	3	93,33	3	1,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Numero de macollos por m<sup>2</sup>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Numero de macollos por m <sup>2</sup>	27	0,82	0,72	3,9

Datos desbalanceados en celdas,  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F, V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	30758,85	10	3075,88	7,53	0,0002
Repeticiones	1674,02	2	837,01	2,05	0,1614

Tratamiento	29084,83	8	3635,6	8,9	0,0001
Densidad	0	0	0	sd	sd
Dosis	0	0	0	sd	sd
Densidad*Dosis	0	0	0	sd	sd
Error	6538	16	408,62		
Total	37296,85	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=24,58847

Error: 408,6249 gl: 16

Repeticiones	Medias	n	E,E,	
2	524,78	9	9,53	A
1	523,83	9	9,53	A
3	507,62	9	9,53	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=58,71604

Error: 408,6249 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E,E,			
6	559,1	3	16,51	A		
9	542,97	3	16,51	A		
5	542,47	3	16,51	A		
8	539,43	3	16,51	A		
3	532,47	3	16,51	A	B	
7	512,27	3	16,51	A	B	
2	511,07	3	16,51	A	B	
4	476,87	3	16,51		B	C
1	452,07	3	16,51			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=24,58847

Error: 408,6249 gl: 16

Densidad	Medias	n	E,E,		
3	531,56	9	9,53	A	
2	526,14	9	9,53	A	
1	498,53	9	9,53		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=24,58847

Error: 408,6249 gl: 16

Dosis	Medias	n	E,E,	
3	544,84	9	9,53	A
2	530,99	9	9,53	A

1                                      480,4                      9                                      9,53                                      B  
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=58,71604

Error: 408,6249 gl: 16

Densidad	Dosis	Medias	n	E,E,			
1	1	452,07	3	16,51			C
2	1	476,87	3	16,51		B	C
3	1	512,27	3	16,51	A	B	
1	2	511,07	3	16,51	A	B	
2	2	542,47	3	16,51	A		
3	2	539,43	3	16,51	A		
1	3	532,47	3	16,51	A	B	
2	3	559,10	3	16,51	A		
3	3	542,97	3	16,51	A		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Panículas por m<sup>2</sup>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Panículas por m <sup>2</sup>	27	0,82	0,72	3,91

Datos desbalanceados en celdas,  
 Para otra descomposición de la SC  
 especifique los contrastes apropiados,, !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	30753,1	10	3075,31	7,53	0,0002
Repeticiones	1668,95	2	834,47	2,04	0,1621
Tratamiento	29084,15	8	3635,52	8,9	0,0001
Densidad	0	0	0	sd	sd
Dosis	0	0	0	sd	sd
Densidad*Dosis	0	0	0	sd	sd
Error	6536,01	16	408,5		
Total	37289,11	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=24,58474

Error: 408,5009 gl: 16

Repeticiones	Medias	n	E,E,	
2	523,08	9	9,53	A
1	522,08	9	9,53	A
3	505,92	9	9,53	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=58,70713

Error: 408,5009 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E,E,			
6	557,37	3	16,5	A		
9	541,27	3	16,5	A		
5	540,73	3	16,5	A		
8	537,73	3	16,5	A		
3	530,73	3	16,5	A	B	
7	510,57	3	16,5	A	B	
2	509,33	3	16,5	A	B	
4	475,17	3	16,5		B	C
1	450,33	3	16,5			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=24,58474

Error: 408,5009 gl: 16

Densidad	Medias	n	E,E,		
3	529,86	9	9,53	A	
2	524,42	9	9,53	A	
1	496,8	9	9,53		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=24,58474

Error: 408,5009 gl: 16

Dosis	Medias	n	E,E,		
3	543,12	9	9,53	A	
2	529,27	9	9,53	A	
1	478,69	9	9,53		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=58,70713

Error: 408,5009 gl: 16

Densidad	Dosis	Medias	n	E,E,			
1	1	450,33	3	16,5			C
2	1	475,17	3	16,5		B	C
3	1	510,57	3	16,5	A	B	
1	2	509,33	3	16,5	A	B	
2	2	540,73	3	16,5	A		
3	2	537,73	3	16,5	A		
1	3	530,73	3	16,5	A	B	

2	3	557,37	3	16,5	A
3	3	541,27	3	16,5	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Longitud de panícula (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de panícula (cm)	27	0,53	0,24	1,62

Datos desbalanceados en celdas,  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados,, !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,78	10	0,28	1,82	0,1385
Repeticiones	0,49	2	0,24	1,6	0,2328
Tratamiento	2,29	8	0,29	1,87	0,1363
Densidad	0	0	0	sd	sd
Dosis	0	0	0	sd	sd
Densidad*Dosis	0	0	0	sd	sd
Error	2,45	16	0,15		
Total	5,23	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,47602

Error: 0,1531 gl: 16

Repeticiones	Medias	n	E,E,	
1	24,27	9	0,18	A
2	24,17	9	0,18	A
3	23,94	9	0,18	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,13671

Error: 0,1531 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E,E,		
3	24,67	3	0,32	A	
8	24,33	3	0,32	A	B
6	24,17	3	0,32	A	B
1	24,17	3	0,32	A	B
2	24,17	3	0,32	A	B
9	24,13	3	0,32	A	B
7	24	3	0,32	A	B
5	24	3	0,32	A	B

4                                      23,5                      3                                      0,32                                      B  
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,47602

Error: 0,1531 gl: 16

Densidad	Medias	n	E,E,	
1	24,33	9	0,18	A
3	24,16	9	0,18	A
2	23,89	9	0,18	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,47602

Error: 0,1531 gl: 16

Dosis	Medias	n	E,E,	
3	24,32	9	0,18	A
2	24,17	9	0,18	A
1	23,89	9	0,18	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,13671

Error: 0,1531 gl: 16

Densidad	Dosis	Medias	n	E,E,		
1	1	24,17	3	0,32	A	B
2	1	23,50	3	0,32		B
3	1	24,00	3	0,32	A	B
1	2	24,17	3	0,32	A	B
2	2	24,00	3	0,32	A	B
3	2	24,33	3	0,32	A	B
1	3	24,67	3	0,32	A	
2	3	24,17	3	0,32	A	B
3	3	24,13	3	0,32	A	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Granos por panícula

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Granos por panícula	27	0,85	0,75	3,17

Datos desbalanceados en celdas,  
 Para otra descomposición de la SC  
 especifique los contrastes apropiados,, !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	882,27	10	88,23	9	0,0001
Repeticiones	45,74	2	22,87	2,33	0,1291
Tratamiento	836,53	8	104,57	10,67	<0,0001
Densidad	0	0	0	sd	sd
Dosis	0	0	0	sd	sd
Densidad*Dosis	0	0	0	sd	sd
Error	156,83	16	9,8		
Total	1039,11	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,80824

Error: 9,8019 gl: 16

Repeticiones	Medias	n	E,E,	
2	99,93	9	1,48	A
1	99,4	9	1,48	A
3	96,94	9	1,48	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=9,09388

Error: 9,8019 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E,E,	
2	104,57	3	2,56	A
3	104,1	3	2,56	A
8	102,1	3	2,56	A
6	101,93	3	2,56	A
9	101,7	3	2,56	A
5	101,33	3	2,56	A
1	91,83	3	2,56	B
7	90,8	3	2,56	B
4	90,47	3	2,56	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,80824

Error: 9,8019 gl: 16

Densidad	Medias	n	E,E,	
1	100,17	9	1,48	A
3	98,2	9	1,48	A
2	97,91	9	1,48	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,80824

Error: 9,8019 gl: 16

Dosis	Medias	n	E,E,		
2	102,67	9	1,48	A	
3	102,58	9	1,48	A	
1	91,03	9	1,48		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,09388

Error: 9,8019 gl: 16

Densidad	Dosis	Medias	n	E,E,		
1	1	91,83	3	2,56		B
3	1	90,80	3	2,56		B
2	1	90,47	3	2,56		B
1	2	104,57	3	2,56	A	
3	2	102,10	3	2,56	A	
2	2	101,33	3	2,56	A	
1	3	104,10	3	2,56	A	
2	3	101,93	3	2,56	A	
3	3	101,70	3	2,56	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Peso de 1000 granos (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de 1000 granos (g)	27	0,74	0,57	1,21

Datos desbalanceados en celdas,  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados,, !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,94	10	0,49	4,46	0,004
Repeticiones	0,41	2	0,21	1,87	0,1865
Tratamiento	4,53	8	0,57	5,11	0,0028
Densidad	0	0	0	sd	sd
Dosis	0	0	0	sd	sd
Densidad*Dosis	0	0	0	sd	sd
Error	1,77	16	0,11		
Total	6,71	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,40487

Error: 0,1108 gl: 16



Repeticiones	Medias	n	E,E,	
3	27,7	9	0,16	A
1	27,46	9	0,16	A
2	27,42	9	0,16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,96680

Error: 0,1108 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E,E,			
6	28,17	3	0,27	A		
9	27,9	3	0,27	A	B	
3	27,87	3	0,27	A	B	
2	27,77	3	0,27	A	B	C
5	27,57	3	0,27	A	B	C
8	27,33	3	0,27	A	B	C
4	27,17	3	0,27		B	C
1	27,1	3	0,27		B	C
7	26,87	3	0,27			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,40487

Error: 0,1108 gl: 16

Densidad	Medias	n	E,E,	
2	27,63	9	0,16	A
1	27,58	9	0,16	A
3	27,37	9	0,16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,40487

Error: 0,1108 gl: 16

Dosis	Medias	n	E,E,			
3	27,98	9	0,16	A		
2	27,56	9	0,16		B	
1	27,04	9	0,16			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,96680

Error: 0,1108 gl: 16

Densidad	Dosis	Medias	n	E,E,		
1	1	27,1	3	0,27	B	C
2	1	27,17	3	0,27	B	C
3	1	26,87	3	0,27		C

1	2	27,77	3	0,27	A	B	C
2	2	27,57	3	0,27	A	B	C
3	2	27,33	3	0,27	A	B	C
1	3	27,87	3	0,27	A	B	
2	3	28,17	3	0,27	A		
3	3	27,9	3	0,27	A	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Rendimiento del cultivo t/ha

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento del cultivo t/ha	27	0,78	0,64	1,75

Datos desbalanceados en celdas,  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados,, !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,2	10	0,12	5,64	0,0012
Repeticiones	0,12	2	0,06	2,7	0,0974
Tratamiento	1,09	8	0,14	6,37	0,0009
Densidad	0	0	0	sd	sd
Dosis	0	0	0	sd	sd
Densidad*Dosis	0	0	0	sd	sd
Error	0,34	16	0,02		
Total	1,54	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17761

Error: 0,0213 gl: 16

Repeticiones	Medias	n	E,E,	
1	8,42	9	0,07	A
2	8,34	9	0,07	A
3	8,26	9	0,07	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,42413

Error: 0,0213 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E,E,			
8	8,6	3	0,12	A		
2	8,5	3	0,12	A	B	
6	8,47	3	0,12	A	B	C
5	8,47	3	0,12	A	B	C

3	8,43	3	0,12	A	B	C	D
9	8,4	3	0,12	A	B	C	D
4	8,1	3	0,12		B	C	D
1	8,07	3	0,12			C	D
7	8,03	3	0,12				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17761

Error: 0,0213 gl: 16

Densidad	Medias	n	E,E,	
2	8,35	9	0,07	A
3	8,34	9	0,07	A
1	8,33	9	0,07	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17761

Error: 0,0213 gl: 16

Dosis	Medias	n	E,E,	
2	8,52	9	0,07	A
3	8,43	9	0,07	A
1	8,07	9	0,07	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,42413

Error: 0,0213 gl: 16

Densidad	Dosis	Medias	n	E,E,			
1	1	8,07	3	0,12			C
2	1	8,1	3	0,12		B	C
3	1	8,03	3	0,12			
1	2	8,5	3	0,12	A	B	
2	2	8,47	3	0,12	A	B	C
3	2	8,6	3	0,12	A		
1	3	8,43	3	0,12	A	B	C
2	3	8,47	3	0,12	A	B	C
3	3	8,4	3	0,12	A	B	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )