



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL



FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Previo la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

Dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

Autor:

Alex Steward Zambrano Salcedo

Tutor:

Ing. Francisco Muñoz Montecé M.Sc

Vinces

Los Ríos

Ecuador

2017



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

Dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador

Autor:

Alex Stiward Zambrano Salcedo

Tribunal de sustentación

Aprobado por

Presidente

Vocal principal

Vocal principal

Vinces, 2017

La responsabilidad del contenido de este trabajo de Investigación, corresponde exclusivamente a Alex Steward Zambrano Salcedo, y el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de Ciencias para el Desarrollo de la Universidad de Guayaquil.

Alex Steward Zambrano Salcedo

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a mis padres Alejandro Zambrano Ronquillo y Rebeca Salcedo Cepeda, a mi hermano Maiko Zambrano Salcedo y demás familiares quienes han dado todo lo posible por mi bienestar y educación.

En especial a mi hijo por este logro, porque él me dio la fuerza para alcanzar una de mis metas que fue llegar a ser profesional.

AGRADECIMIENTO

A la Ing. Marisol Vera Oyague M.Sc, y el Ing. Francisco Muñoz M.Sc. al Ing. Lauro Díaz M.Sc y Ing. Cecibel Franco por sus conocimientos prácticos impartidos y ayuda prestada.

A los compañeros de aula, por su amistad y apoyo brindado durante la época de estudiantes.

ÍNDICE GENERAL		Pág.
ÍNDICE DE CONTENIDO		
ÍNDICE DE CUADROS		
ÍNDICE DE TABLAS		
RESUMEN		IV
SUMMARY		V
I. INTRODUCCIÓN		1
1.1 Situación problematizadora.....		2
1.1.1 Descripción del problema.....		2
1.1.2 Problema.....		3
1.1.3 Preguntas de la investigación.		3
1.1.4 Delimitación del problema.		3
1.2 Objetivos		3
1.2.1 General.		3
1.2.2 Específicos.....		3
II. MARCO TEÓRICO		4
2.1 Taxonomía del cultivo de arroz.....		4
2.2 Variedad INIAP 14		4
2.3 El silicio		5
2.3.1 Función y beneficios del Silicio (Si) en el cultivo del arroz.		5
2.3.2 Fossil Shell agro.		6
2.4 Plagas en el cultivo de arroz.....		7
2.4.1 <i>Tagosodes orizicolus</i> (Sogata).....		7
2.4.2 <i>Rupela albinella</i> (novia del arroz).....		7
2.4.3 <i>Mahanarva andigena spp.</i> (Salivazos).....		7
2.4.4 <i>Pomacea maculata y canaliculata</i> (El caracol manzana).		8
2.5 Enfermedades en el cultivo de arroz		8
2.5.1 Manchado del grano, asociado a un complejo de hongos.		8
2.5.2 Helminthosporiosis (mancha rojiza en las hojas).....		9
2.6 Experiencias investigativas		9
III. MARCO METODOLÓGICO		13
3.1 Ubicación del lote experimental.		13
3.2 Material vegetal		13
3.3 Factor estudiado.....		13

3.4 Tratamientos.	13
3.5 Diseño experimental.	13
3.6 Pruebas de rangos múltiples.	14
3.7 Delineamiento experimental.....	14
3.8 Manejo del experimento	15
3.8.1 Toma de muestras del suelo.	15
3.8.2 Preparación del suelo.....	15
3.8.3 Preparación del semillero.	15
3.8.4 Trasplante.	15
3.8.5 Riego.....	15
3.8.6 Fertilización.....	15
3.8.7 Manejo de malezas.	16
3.8.8 Manejo de fitoparasitarios.	16
3.8.9 Cosecha.....	17
3.9 Datos a evaluar.....	17
3.9.1 Variables cuantitativas.....	17
3.9.2 Variables cualitativas.....	18
3.9.3 Análisis económico.	20
3.10 Instrumentos.....	22
3.10.1 Equipos.	22
3.10.2 Materiales de oficina.	22
3.10.3 Insumos.....	22
3.10.4 Materiales de campo.....	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1 Variables cuantitativas	23
4.1.1 Número de macollos/planta.....	23
4.1.2 Número de espiga/planta.	24
4.1.3 Porcentaje de granos vanos.	25
4.1.4 Rendimiento en kg/ha.....	26
4.2 Variables cualitativas.	27
4.2.1 Porcentaje de daño causado por larvas de <i>Rupela albinella</i>	27
4.2.2 Daño caracol manzano (porcentaje).	28
4.2.3 Sogata <i>Tagosodes orizicolus</i>	28

4.2.4 Manchado de grano.	29
4.2.5 Virus de la Hoja Blanca (VHB).....	30
4.2.6 Pyricularia orizae.....	31
4.2.7 Rizoctonia.....	31
4.2.8 Análisis económico.	32
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
VII. BIBLIOGRAFIAS	35
ANEXOS.....	40

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el sector “El Recreo” del cantón Vinces, provincia de Los Ríos ubicada en el km 2,5 en la vía Vinces-Palestina, las coordenadas geográficas son de latitud Sur 1° 33’ 68” y de longitud Occidental 79° 46’ 01”, cuyos objetivos fueron: medir el nivel de incidencia y severidad de problemas fitoparasitarios en el cultivo de arroz, para establecer el resultado del micro elemento y determinar la dosis de silicio más adecuada, para la protección de enfermedades fúngicas y plagas en el cultivo de arroz. Utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, donde se destacó el T₁ = Testigo en las variables: granos vanos con 8 %, rendimiento de 8 200,00 kg/ha, Sogata *Tagosodes orizicolus* con 4-2-2 individuos a los 15-30-45 días, el manchado de grano con 10,52 % con grado 5 severidad, la incidencia del (VHB) con 7,00 % y 6,20 % para los 55 y 70 días, con grado de severidad 3. Siguiendo el T₄ = Fossil Shell agro* Dosis 3 que obtuvo daño causado por larvas de *Rupela albinella* de 3,2 %-3,4 % y 4,2 % a los 15-30 y 45 días, no hubo presencia del caracol manzano y con solo 4 plantas afectadas por Rizoctonia, el T₂ = Fossil Shell agro*Dosis 1 obtuvo el mayor número de macollos/planta a los 55 días y al momento de la cosecha con 24 y 23 macollos respectivamente, alcanzando 23 espiga/planta

Palabras claves: arroz, silicio, protección, plagas, enfermedades.

SUMMARY

This research work was carried out in the "El Recreo" sector of Vinces, in the province of Los Ríos located at km 2,5 on the Vinces-Palestina road. The geographical coordinates are South latitude 33'68 "and The objective of this study was to measure the incidence and severity of phyto-parasitic problems in rice cultivation in order to establish the micro-element result and to determine the most adequate silicon dose for the protection of fungal diseases And pests in rice cultivation. Using a randomized complete block design with four treatments and five replicates, where the T₁ = Witness in the variables: vain grains with 8%, yield of 8 200,00 kg/ha, Sogata *Tagosodes orizicolus* with 4-2 -2 individuals at 15-30-45 days, grain spotting with 10.52% with grade 5 severity, incidence of (HBV) with 7,00 % and 6,20 % at 55 and 70 days, with Degree of severity 3. Following the T₄ = Fossil Shell agro * Dose 3 that obtained damage caused by *Rupela albinella* larvae of 3,2 % -3,4 % and 4,2 % at 15-30 and 45 days, there were no The presence of the apple snail and with only 4 plants affected by *Rizoctonia*, T₂ = Fossil Shell agro * Dosage 1 obtained the highest number of tillers/plant at 55 days and at the time of harvest with 24 and 23 tillers respectively, reaching 23 Spike/plant

Key words: rice, silicon, protection, pests, diseases.

I. INTRODUCCIÓN

Según la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura (FAO), la producción de arroz en Ecuador ocupa el puesto número 26 a nivel mundial (2010), además de considerarnos uno de los países más consumidores de arroz dentro la Comunidad Andina (Barcia, 2012). En nuestro país la producción de arroz depende de las estaciones climáticas, las zonas de cultivo y los grados de tecnificación. Debido a las características climatológicas la producción se divide en dos ciclos, época lluviosa (enero-abril) y época seca (mayo-diciembre) (MAGAP, 2012).

En Ecuador en el año 2013 la superficie cosechada fue de aproximadamente 396 720 ha, con una producción de 1 515 836 t (MAGAP, 2013). La mayor área sembrada de arroz está en la costa, con mejor producción en las provincias del Guayas y Los Ríos, con el 58,96 % y 29,81 %, respectivamente; le sigue Manabí con el 6,17 % y las provincias restantes con producciones menores. También se siembra en cantidades bajas, en las provincias andinas y en la Amazonía (Gurumendi, 2015).

Se ha notado en nuestro país que los últimos años, el cultivo de arroz es afectado por diversas enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus; siendo necesario buscar alternativas para su manejo de manera que sea rentable para el agricultor y a su vez benéfico para el medio ambiente. Entre las enfermedades más relevantes en el aspecto económico tenemos las causadas por el hongo *Pyricularia grisea*, manchado de grano (complejo de hongos, bacterias e insectos) virus de la hoja blanca, también tenemos el incremento de otras como tizón de la vaina y pudrición de la panícula, causado por especies de *Rhizoctonia* y *Sarocladium orizae*, la mancha parda por *Bipolaris sp.* (Vivas & Intriago, 2012).

Desde hace más de 40 años se están informando los efectos benéficos del silicio en la resistencia de los cultivos a los fitoparasitos; sin embargo, la información es aún pobre en muchos cultivos y grupos de insectos. Aunque los resultados más alentadores se concentraron en un inicio en el arroz y otras gramíneas, se informan también en las especies de insectos que se ubican principalmente en los órdenes Lepidóptera, Hemíptera y Thysanóptera (Castellanos, Prado, & Silva, 2015). Evitando también enfermedades fungosas al formar barreras estructurales externas y promover la producción de fenoles (Delgado, Sandoval, Rodríguez, & Cárdenas, 2009).

En años recientes en el cultivo de arroz se han presentado enfermedades dificultando así la productividad y rentabilidad de este cultivo, obligando a los agricultores a la compra y utilización de plaguicidas de muy alto valor económico para no ser afectados por estas enfermedades (Tito, 2014). Pero el uso indiscriminado de estos plaguicidas están provocando la resistencia de los patógenos lo que hace más riesgoso su control (Gurumendi, 2015).

Las empresas agroquímicas están proporcionando diversos productos a base de silicio, pero al no disponer de fuentes de información investigativas relevantes de su comportamiento ante el control de plagas y enfermedades en nuestro medio los agricultores dudan de su efectividad. Por el auge del cultivo del arroz en el país y por los beneficios que aporta el silicio a la resistencia de cultivos a diversas enfermedades, se plantea establecer un experimento con el uso de silicio en el cultivo de arroz como una alternativa al control de las plagas y enfermedades.

En el caso de arroz, se ha comprobado que el silicio induce a una excelente resistencia contra enfermedades como *Rhizoctonia*, *Pyricularia*, *Helminthosporium*, *Rynchosporium* y *Sarocladium*, las cuales según la variedad y la época de siembra son muy importantes en la producción de arroz (Furcal, 2012).

Los agricultores están probando técnicas para aprovechar el silicio proveniente de las cenizas de cascarillas de arroz como una fuente para enriquecer los suelos, para complementar la nutrición del cultivo, ellos a su vez han apreciado las bondades de este elemento, el cual proporciona cierta resistencia a diversas enfermedades y plagas en el cultivo de arroz. Por tales motivos fue necesaria esta investigación que guiará a los agricultores a usar el silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz.

1.1 Situación problematizadora

1.1.1 Descripción del problema.

La afección de problemas fúngicos y la incidencia de plagas se han incrementado en nuestro medio con efectos nocivos sobre la calidad y productividad del cultivo de arroz, las enfermedades reducen generalmente el rendimiento y calidad del grano en un 40 %; además, algunas de las plagas insectiles también ocasionan daño directo y producen compuestos tóxicos o son transmisores de enfermedades, este problema se ha ido incrementando con la

aplicación de pesticidas sin un adecuado régimen o manejo, lo que ha contribuido a la resistencia genética de las plagas y enfermedades a estas materias activas, causando considerables pérdidas para los agricultores y una gran contaminación al medio ambiente.

1.1.2 Problema.

La incidencia y severidad de problemas fitoparasitarios en el cultivo de arroz han limitado la producción y calidad del grano, haciendo que los agricultores utilicen de manera excesiva diversos plaguicidas para proteger el cultivo.

1.1.3 Preguntas de la investigación.

¿Cuál fue la dosis adecuada de silicio para el manejo de los fitoparásitos en el cultivo de arroz?

¿Qué efectos tubo la aplicación de silicio en el manejo de fitoparásitos en el cultivo de arroz?

1.1.4 Delimitación del problema.

1.1.4.1 Temporal.

La resistencia a los fitoparásitos se presenta por primea vez en 1 942 hasta la actualidad, obligando a investigar nuevas fórmulas químicas para manejar los fitopatógenos.

1.1.4.2 Espacial.

En los terrenos del Lcdo. Alejandro Zambrano Ronquillo.

1.2 Objetivos

1.2.1 General.

Evaluar dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

1.2.2 Específicos.

- ✓ Determinar la dosis adecuada en el manejo de los fitoparásitos en el cultivo de arroz.

- ✓ Establecer el fitoparásitos mejor controlado según dosis.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Taxonomía del cultivo de arroz

Terranova, (citado por Torres, 2013) indica que el nombre científico del arroz es *Oryza sativa* y su clasificación sistemática es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Oryza*

Especie: *sativa* L.

2.2 Variedad INIAP 14

La variedad INIAP-14 Filipino, se la puede sembrar en clima tropical por las zonas de la cuenca alta y baja del río Guayas. Esta cumple un ciclo vegetativo de 113- 117 días. Altura de planta de 99-107 cm, grano largo, arroz entero al pilar 62 %, latencia de la semilla 4-6 semanas, resistente al acame; su siembra puede ser de forma directa con sembradora con 80 kg/ha de semilla o directa al voleo 100 kg/ha de semilla, por trasplante: 30-45 kg/ha semilla para semillero (INIAP, 2013)

En cuanto a enfermedades *Pyricularia grisea*: Susceptible en la zona de Valencia (provincia de Los Ríos). La hoja blanca: Moderadamente resistente. El manchado del grano: Moderadamente resistente. *Sarocladium oryza*: Moderadamente resistente. Rendimiento esperado: 5 300-6 800 kg/ha en seco (arroz en cáscara al 14% de humedad). 8 400-10 000 kg/ha en riego (arroz en cáscara al 14 % de humedad) (INIAP, 2013).

Tabla 1.- Características de la variedad INIAP 14

Características de la variedad INIAP 14	
Descripción	Semillas certificadas de arroz que tienen grano largo y un ciclo precoz
Métodos de siembra	Siembra voleo 100 kg.
Presentación	Sacos de 45 kg.
Tipo de siembra	Riego y secano
Porcentaje de germinación	> a 90 %
Rendimiento (kg/ha)	8 400-10 000
Ciclo vegetativo (días)	113-117
Altura de planta (cm)	99-107
Grano entero al pilar (%)	62 %
Ancho de grano (mm)	2,3
Acame	Resistente
<i>Sarocladium sp</i>	Moderadamente resistente
Pyricularia grisea	Resistente
Manchado de grano	Moderadamente resistente
Virus de la hoja blanca	Moderadamente resistente

Fuente: Agroscopio, (2014). Características de la variedad INIAP 14 filipino

2.3 El silicio

El Silicio (SiO₂), no está clasificado como un micro elemento esencial en la agricultura. Sin embargo, un buen cultivo de arroz toma del terreno de 500 a 1 000 kg/ha de óxido de silicio (SiO₂) en cada cosecha, e incluso más. El silicio es absorbido por las plantas en forma de Ácido Monosilícico Si(OH)₄ y transportado igualmente, a través del xilema, siendo su distribución en la planta dependiente de los órganos involucrados. Después de solidificarse debajo de la cutícula, sobre las células epidérmicas, el silicio se vuelve inmóvil dentro de la planta de arroz. Los silicatos se encuentran almacenados en la paja, la cáscara del grano y en los propios granos de arroz (Zaragoza, 2012).

2.3.1 Función y beneficios del Silicio (Si) en el cultivo del arroz.

La absorción de (Si) es mejor que la absorción de nitrógeno (N) en la planta de arroz, el Si es más eficiente que el (N) al depositarse en las raíces donde forma un gel y esta es la razón

de la rigidez de los tallos; además, se deposita en las hojas siendo esta la razón de la erguides de las hojas, como dureza de las panículas y granos de arroz.

Los resultados de Fallah, (citado Horna, 2013) mostraron que a concentraciones de entre el 3 % y 5 % puede ser el nivel mínimo necesario para que el tejido resista las enfermedades y mejore los rendimientos del arroz. La deficiencia genera plantas con estructura celular débil y muy quebradizas o muy propensas al acame.

Sobre la eficiencia del silicio para el control de enfermedades es corroborado por Rodríguez et al, 2008 (citado por Horna, 2013) en otro cultivo como la soya en Brasil, quienes observaron que al aplicar silicato de potasio pone como una estrategia alternativa para el control de la roya de la soya.

Lima, (2010) menciona que la resistencia de las plantas a las enfermedades se puede aumentar mediante la formación de barreras mecánicas o cambiando las respuestas químicas de la planta al ataque del parásito mediante el aumento de la síntesis de toxinas que pueden actuar como sustancias inhibidoras o repelentes. Barreras mecánicas incluyen cambios en la anatomía, como por ejemplo células de la epidermis más gruesa y un mayor grado de lignificación y silicificación (acumulación de silicio).

La sílice amorfa u "opal", ubicada en la pared celular tiene un marcado efecto sobre las propiedades físicas de la misma. Al acumularse en las células en la capa epidérmica el silicio puede ser una barrera física estable en la penetración de algunos tipos de hongos, principalmente en hierbas. En este sentido, el papel del silicio integrado en la pared celular es similar al de la lignina, un componente estructural que es resistente a la compresión (Lima, 2010).

2.3.2 Fossil Shell agro.

Es un fertilizante con alto nivel de pureza, posee minerales y microelementos muy importantes y básicos en el desarrollo nutricional de las plantas, los cuales consiguen suplir carencias en las desmineralizadas tierras de cultivos. En ausencia de microelementos, los macroelementos inorgánicos no pueden ser asimilados por las plantas en todo su potencial. Este contiene 86 % de sílica amorfa y 14 % de microelementos quelatados. Aparte de sus

propiedades nutricionales otra interesante explicación es que posee proporción fúngica la cual sirve para proteger granos y semillas, de hongos, virus y bacterias (CEPA, 2015).

2.4 Plagas en el cultivo de arroz

2.4.1 *Tagosodes orizicolus* (Sogata).

Los machos de *T. orizicolus* tienen una longitud aproximada de 2 mm, de color pardo oscuro o negro, las hembras miden entre 3,33-3,35 mm, de color más claras que los machos, los huevos son transparentes y miden entre 0,5-0,7 mm de largo. Las ninfas son de color blanquecino y su tamaño varía entre 0,65-0,6 mm de largo por 0,2-0,3 mm de ancho, a medida que crecen se va incrementando la nitidez de las líneas laterales que poseen en el dorso (Labrín, 2007).

El insecto causa dos tipos de daño en la planta de arroz. El daño mecánico, que lo hace tanto al alimentarse como cuando coloca sus huevos; y el segundo, por ser el único insecto, capaz de transmitir el Virus de la Hoja Blanca (VHB) pudiendo dañar en casos extremos hasta el 100 % de las plantas, cuando la variedad cultivada es susceptible al virus. El insecto puede transmitir el virus en cualquiera de sus estados de desarrollo: ninfa o adulto (Vivas & Astudillo, 2008).

2.4.2 *Rupela albinella* (novia del arroz).

Las larvas barrenan los tallos de abajo hacia arriba, pudiendo encontrarse en infestaciones severas ocasionadas por la presencia de hasta dos larvas por tallo, en este caso se produce el debilitamiento de la planta por la destrucción de los tejidos vasculares, afectando el metabolismo de diferentes órganos que impiden la absorción del agua y nutrientes que el cultivo necesita para su normal desarrollo y fructificación, se estima que los daños que ocasionan las larvas dependen principalmente de la abundancia del insecto, de las condiciones ecológicas y del estado sanitario del cultivo (Castro, 2011).

2.4.3 *Mahanarva andigena* spp. (Salivazos).

El salivazo o mosca pinta es la plaga más perjudicial en caña de azúcar, en arroz es menos frecuente, esta plaga puede llegar a provocar reducciones significativas hasta del 60 % en los rendimientos (SAGARPA, 2012).

Uno de los principales daños del adulto es la típica intoxicación sistemática llamada “quema de las hojas”. El ataque que produce el insecto es la extracción de savia ocasionando pérdida de vigor de las plantas, disminución en el rendimiento, pérdidas en la calidad de la panela, y reducción del azúcar (Calle, 2013).

2.4.4 *Pomacea maculata* y *canaliculata* (El caracol manzana).

Es el caracol de agua dulce más grande del mundo, pudiendo llegar a alcanzar los 15 cm de longitud en estado adulto. Posee un sifón tubular de hasta dos veces su tamaño, que le permite respirar estando sumergido, la concha es muy grande de forma globosa y de color amarillo-marrón con bandas oscuras. El pie es de color gris con manchas oscuras. Es una especie herbívora muy voraz que se alimenta de numerosas especies de plantas acuáticas de fácil digestión, realiza las puestas fuera del agua, sobre superficies duras o vegetación acuática. Los huevos son de color rosa-rojizo brillante y con el tiempo, adquieren un tono blanquecino (Rodríguez, Aitana, Nuñez, García, & Hernández, 2014).

El caracol manzana, permanece sumergido durante el día y oculto en la vegetación cerca de la superficie, es más activo durante la noche, cuando sale del agua en busca de vegetación para alimentarse, es muy polífago y voraz. Se alimenta de numerosas especies de plantas acuáticas, prefiriendo las flotantes o sumergidas frente a las emergentes. En el cultivo del arroz, los daños más importantes se producen durante los primeros estados fenológicos de las plántulas. En función del número de individuos presentes, las pérdidas pueden alcanzar hasta el 60 % y 90 % de las plantas (Lopez, 2015).

2.5 Enfermedades en el cultivo de arroz

2.5.1 Manchado del grano, asociado a un complejo de hongos.

Es una de las enfermedades más importantes en el cultivo de arroz, debido a que está ampliamente distribuida en todas las regiones productoras de arroz en el mundo y es de gran importancia en muchos países, la enfermedad es causada por diversos géneros de hongos como *Alternaria spp*; *Aspergillus spp*; *Bipolaris australiensis*; *B. oryzae*; *Curvularia spp*; *Epicoccum sp*; *Fusarium spp*; *Microdochium oryzae*; *Nigrospora sp*; *Penicillium spp*; *Periconia sp*; *Phoma spp*; *Rhizopus sp* (Ross, 2014).

Esta enfermedad afecta componentes del rendimiento (alto porcentaje de vaneo; disminución del poder germinativo, vigor y tamaño de las plántulas; disminución del número

de granos por panoja y del peso de los granos manchados), y calidad (disminución de granos enteros; granos quebradizos en el proceso de molino, granos yesosos, con coloraciones anormales); además, en los campos de producción de semillas el problema obliga al descarte de muchos lotes, ya que los hongos causales pueden ser transmitidos por dicho órgano (Gutiérrez & Mazzanti de Castañón, 2003).

2.5.2 Helminthosporiosis (mancha rojiza en las hojas).

El hongo infecta en cualquier etapa del cultivo; sin embargo, las incidencias más críticas a la planta ocurren al final del cultivo. Las lesiones foliares varían desde pequeños puntos hasta manchas circulares u ovals que se distribuyen casi uniformemente por toda la lámina foliar; la coloración marrón inicial se torna más clara en el centro y aparece con frecuencia un halo amarillento. A nivel de panícula el fitopatógeno invade el cuello, raquis, ramificaciones y granos (glumas), originando manchas marrones cubiertas por crecimiento del hongo. Esto disminuye el rendimiento y la calidad molinera (Goya, 2005).

Los efectos más importantes se producen en las hojas, en donde aparecen manchas castañas; en los ataques intensos, las hojas se secan antes que las plantas maduren. Manchas pardas-negras, circulares u ovaladas, de diferente tamaño y con un centro de color blanquecino-azul aparecen sobre las hojas, las vainas y los cotiledones. En una fase más avanzada de la enfermedad se vienen presentando también manchas negras sobre los tallos y las glumas de las inflorescencias maduras. El crecimiento de la planta se inhibe y la formación de las semillas se obstaculiza (EcuRed, 2012).

2.6 Experiencias investigativas

De acuerdo a Orejuela, (2010) manifiesta en su investigación de “evaluación de la aplicación de varias dosis de ácido monosílico en la producción del cultivo de arroz. Var. INIAP 15” que se obtuvieron rangos de significancia en cuanto al número de macollos los más alto valores fueron a los 15 días después del trasplante el tratamiento con silicio 400 cc/ha alcanzó un promedio de 15,58. A los 30 días el tratamiento con silicio 500 cc/ha llegó a 29 y a los 45 días después del trasplante el tratamiento con silicio 200 cc/ha con un promedio de 22 macollos.

El mismo autor en la variable grano por espiga encontró significancia entre los tratamientos, los más altos fueron el silicio 200 cc/ha y 100 cc/ha con medias de 94 y 93.

Coloma, (2015) en el trabajo sobre el “efecto de la aplicación foliar con dos fuentes de silicio en la agronomía y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L),” el tratamiento Zumsil (ácido monosilico) a 200 cc/ha fue el que alcanzó mayor número de panículas/planta con 23 pero sin llegar a una diferencia significativa. El Zumsil a 150 cc/ha obtuvo un rendimiento de 9361 kg/ha, pero sin diferencia significativa entre los tratamientos.

Furcal & Herrera, (2013) en su investigación “Efecto del silicio y plaguicidas en la fertilidad del suelo y rendimiento del arroz” menciona que a pesar de la baja concentración de silicio en las hojas, sin importar los tratamientos, se observó que el porcentaje promedio de incidencia de enfermedades fue muy bajo y similar en cada tratamiento, con un rango entre 11,01 %. Del mismo modo, en varias unidades experimentales no se encontró larvas, pupas ni adultos en lo que se refiere a plagas.

Los análisis estadísticos realizados a la población de plantas muestreadas para incidencia de enfermedad no muestran diferencia estadística significativa ($p \geq 0,05$), lo que sugiere que hubo uniformidad en la población de plantas muestreadas para las variables de incidencia de enfermedad e insectos.

Lawrence, (2005) en su trabajo titulado “El papel del silicio en la supresión de las enfermedades del arroz” menciona que el manchado del grano, la severidad se redujo en un 17,5 %, en promedio utilizando 200 kg/ha de SiO₂, mientras que el peso de granos aumentó 20 %.

Muriithi, Mugai, & Kihurani, (2010) en su trabajo “Efecto del nitrógeno y del silicio sobre el manejo del manchado de arroz (*Pyricularia oryzae*) en el esquema de riego de mwea de Kenia” obtuvo una menor infección en donde se aplicó 1500 y 1000 kg ha⁻¹ de silicio quedando en la escala (International Rice Research Institute) dentro del grado 3, la infección de la enfermedad se redujo cuando aumentó de la frecuencia de silicio.

Furcal (2012) en su trabajo “la aplicación del silicio tiende a reducir la incidencia y severidad de enfermedades e insectos en el cultivo del arroz” menciona que asocian este comportamiento a que el silicio es absorbido por las plantas como un ácido silícico Si(OH)₄, lo que hace suponer que el mecanismo de resistencia de la planta esté asociado a la cantidad

de silicio en el tejido celular, esta resistencia aumenta conforme aumenta el contenido de silicio en la planta,

El porcentaje de granos vanos de acuerdo al análisis estadístico no se mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en las dos cosechas 2010 y 2011 el tratamiento que predominó con menor porcentaje de granos vanos fue (silicio con plaguicidas o alternativas químicas) SFP con 12,22 % y 15,09 % respectivamente.

Vivas, Astudillo y Poleo, (2009) en la investigación “Monitoreo de *Tagosodes orizicolus* M. e incidencia del virus de la hoja blanca (VHB) en el cultivo de arroz en calabozo, estado guárico, Venezuela” encontrando que el porcentaje de plantas infestadas en campo por el VHB en la época de sequía alcanzó niveles muy bajos entre 0,47 % y 1,45 % con un promedio de 0,76 % $\pm 0,26$.

Las poblaciones del insecto sogata se manifestaron bastantes bajas tanto en verano como en invierno con poblaciones entre 1 y 4 con un promedio de $3,16 \pm 0,98$ por pase doble de malla. El porcentaje del VHB detectado en parcelas, con influencia de la época de sequía y de lluvia, obtuvo niveles muy bajos entre 0,34 % y 1,34 % durante los años de estudio.

El trabajo de Castro, (2011) “Altura del daño ocasionado por larvas de *Rupela albinella* (Cramer), en tres variedades de arroz, bajo tres sistemas de manejo de agua” utilizando la variedad INIAP 14 se encontró el mayor valor (6,3 % de macollos atacados que representan el 8 % de daño. Explica que en un ataque severo las pérdidas pueden ascender a un 50 % de la producción por vaneamiento de las panículas, pudrición y secamiento de los tallos fuertemente afectados; aunque, regularmente los daños que ocasionan no pasan del 5 %

En investigaciones realizadas sobre la “calidad de semilla de arroz en función de la incidencia y severidad de enfermedades en la zona de Daule” Briones (2014) encontró que a mayor grado de severidad, elevado es el porcentaje de transmisión del hongo a la planta. Los resultados fueron: porcentaje de semillas llenas sin manchas lo obtuvo la variedad SFL 11 con 87 %, seguido de INIAP 15 e INIAP 11 (Reciclada) con 72 % y 67 % respectivamente. El porcentaje de semillas llenas con manchas en las variedades INIAP 15 e INIAP 11 (Reciclada) fue 24 % y 22 % en su orden, siendo iguales estadísticamente entre

sí. Mientras que la semilla SFL 11 presentó el 6 % de semillas con manchas, siendo altamente significativo.

El trabajo de Ronquillo (2014) de "Búsqueda de alternativas para el manejo integrado del tizón de la vaina (*Rhizoctonia solani* K) en arroz (*Oryza sativa* L.)" se aprecia que *R. solani* tubo presencia en 10 genotipos indicando que las variedades INIAP 14 e INIAP 15 mostraron síntomas con grado inferior a dos; los cultivares con mayor valor fueron Go-00623 y Go-38426 lo que indica de acuerdo a la escala que los porcentajes superior a 16 % de daño fueron iguales estadísticamente entre sí. Estos datos encontrados se pudo deber a las condiciones climáticas favorables para el patógeno.

Castellanos, Prado, y Silva (2015) en los tres experimentos sobre el "efecto del silicio en las plagas agrícolas" mencionan que son pocos pero en ellos se determinaron que las plagas del arroz como des-foliadores, thrips y la mosca de la agalla, con una aplicación de silicio contribuyeron a la reducción de las poblaciones de estos insectos. En un estudio en que se evaluó la incidencia de las ninfas de *Sogatella furcifera* (Horváth) (Hemiptera: Delphacidae) en plántulas de arroz cultivadas en concentraciones de Si (0 a 150 ppm de SiO₂) se obtuvo una disminución en el número de ninfas del último instar y aumentó el número de individuos machos en la población en estudio.

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación del lote experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el sector “El Recreo” del cantón Vinces, provincia de Los Ríos ubicada en el km 2,5 en la vía Vinces-Palestina, las coordenadas geográficas fueron de latitud Sur 1° 33’ 68” y de longitud Occidental 79° 46’01”, altura de 14 m.n.sm, temperatura promedio 26 °C y precipitación promedio anual 1 680 mm¹/

3.2 Material vegetal

Se utilizó la variedad de arroz INIAP 14.

3.3 Factor estudiado

Se evaluó tres dosis de Fossil Shell agro como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*), ante problemas fitoparasitarios.

3.4 Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos como se explica en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Tratamientos de dosis de silicio.

Tratamientos		Variabilidad	Dosis/ha.
N°	Código		
1	Testigo absoluto	(sin silicio)	0
2	Fossil Shell agro * Dosis 1	Recomendado	2,00 kg
3	Fossil Shell agro * Dosis 2	+ 25 %	2,50 kg
4	Fossil Shell agro * Dosis 3	- 25 %	1,50 kg

3.5 Diseño experimental

Se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, dando un total de 20 unidades experimentales.

¹ Datos tomados del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

Cuadro 2. Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación		Grados de Libertad
Tratamiento	$t - 1$	3
Bloques	$r - 1$	4
Error	$(t - 1)(r - 1)$	12
Total	$tr - 1$	19

Modelo matemático.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \pi + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Una observación

μ = Media de la población

β_j = Efecto jotaésimo de los bloques

π = Efecto iesimo de los tratamientos

ϵ_{ij} = Efecto aleatorio (Error experimental)

3.6 Pruebas de rangos múltiples

Los datos de campos fueron evaluados por medio del análisis de varianza, se comparó las medias de los tratamientos, utilizando la prueba de rango múltiple de Tukey al 5 % de probabilidad estadística.

3.7 Delineamiento experimental

Tipo de diseño	= BCA
Número de tratamientos	= 4
Número de repeticiones	= 5
Número de parcelas	= 20
Número de hileras por parcela	= 10
Distancia entre bloques (m)	= 1
Distancia entre hileras (m)	= 0,25
Distancia entre planta (m)	= 0,20
Longitud de la parcela: (m)	= 6
Ancho de la parcela: (m)	= 2,5
Área de cada parcela (m ²)	= 15

Borde por parcela (hileras)	= 0,50
Área útil de cada parcela (m ²)	= 12
Área total del experimento (m ²)	= 442

3.8 Manejo del experimento

3.8.1 Toma de muestras del suelo.

Se tomó una muestra de suelo en el sitio del experimento y luego fue enviado al laboratorio de suelos del INIAP, donde se realizó el análisis químico de los macro y micro elementos, pH, M.O y textura.

3.8.2 Preparación del suelo.

Se delimitó el terreno y se realizó dos pases de rastra, luego se inundó, posteriormente fue fangueado con la finalidad de homogeneizar el terreno, previo a la siembra.

3.8.3 Preparación del semillero.

Esta labor se la realizó en camas, con semillas pre-germinadas depositando al voleo aproximadamente una cantidad de 200 gramos de semilla/m².

3.8.4 Trasplante.

Se realizó cuando las plántulas llegaron a los 25 días de germinadas, a una distancia de siembra de 0,25 m x 0,20 m entre hileras y plantas respectivamente, dejando tres plántas/sitio.

3.8.5 Riego.

Se aplicó riego por inundación, conservando una lámina de agua superior a 5 centímetros durante el ciclo del cultivo hasta 15 días antes de la cosecha, disminuyendo el nivel cada vez que se fertilizaba.

3.8.6 Fertilización.

La fertilización se realizó en función a las necesidades del cultivo, como fuente de fertilizante se aplicó urea (46 % N), DAP (46 % P₂O₅) y muriato de potasio (60 % K₂O), como se puede observar en el cuadro 3 se realizó una distribución en la que corresponden: 300 kg de urea +100 kg de ClK + 150 kg DAP/ha.

La urea se la dividió en tres aplicaciones:

- ✓ El 40 % del total se aplicó a los 15 días de sembrado (120 kg/ha)
- ✓ El 40 % del total se aplicó a los 30 días de sembrado (120 kg/ha)
- ✓ El 20 % del total se aplicó a los 45 días de sembrado (60 kg/ha)

El CLK fue dividido en tres aplicaciones:

- ✓ El 40 % del total se aplicó a los 15 días de sembrado (40 kg/ha)
- ✓ El 40 % del total se aplicó a los 30 días de sembrado (40 kg/ha)
- ✓ El 20 % del total se aplicó a los 45 días de sembrado (20 kg/ha)

El DAP fue dividido en tres aplicaciones:

- ✓ El 40 % del total se aplicó a los 15 días de sembrado (60 kg/ha)
- ✓ El 40 % del total se aplicó a los 30 días de sembrado (70 kg/ha)
- ✓ El 20 % del total se aplicó a los 45 días de sembrado (20 kg/ha)

Cuadro 3. Resumen de la fertilización que se aplicó en el experimento.

	PRODUCTOS		
	DAP	CLK	UREA
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
15 días	60	40	120
30 días	70	40	120
45 días	20	20	60

3.8.7 Manejo de malezas.

Esta labor se realizó en forma química con el herbicida Pendimethalin (2 L/ha), para el control en preemergencia. Posteriormente se realizó dos deshierbes manuales y se controló la incidencia de malezas manteniendo un nivel de agua superior a los cinco centímetros para evitar la germinación de estas.

3.8.8 Manejo de fitoparasitarios.

Se aplicaron las dosis de Fossil Shell agro de forma foliar, disuelto en 200 litros de agua a los 5-20-35 días después de la siembra para prevenir problemas fitoparasitarios en el cultivo.

Cuadro 4. Dosis del producto aplicado en los tratamientos.

Tratamientos	5 parcelas	Parcelas	Agua/ 5 parcel.	Agua/parcela
T ₁ = Testigo	0	0	0	0
T ₄ = Fossil Shell agro* Dosis 3	11,25 g	2,25 g	1 500 cc	300 cc
T ₂ = Fossil Shell agro* Dosis 1	15,00 g	3 g	1 500 cc	300 cc
T ₃ = Fossil Shell agro* Dosis 2	18,75 g	3,75 g	1 500 cc	300 cc

3.8.9 Cosecha.

Se efectuó de forma manual, para lo cual se utilizó hoz, lona y sacos, una vez que las plantas alcanzaron la madurez fisiológica (18 % y 20 % de humedad) con la ayuda de un determinador de humedad del MD7822, en el cual se colocó la muestra de 0,5 libras de grano de arroz para obtener la humedad.

3.9 Datos evaluados

3.9.1 Variables cuantitativas.

3.9.1.1 Número de macollos/planta.

Se contó el número de macollos en 10 plantas elegidas al azar dentro del área útil de cada tratamiento a los 55 días y al momento de la cosecha.

3.9.1.2 Número de espiga/planta.

Se contó el número de espigas de las 10 plantas tomadas al azar dentro del área útil al momento de la cosecha y este valor se lo promedió en cada tratamiento.

3.9.1.3 Porcentaje de granos vanos.

En la cosecha se tomaron 10 panículas al azar, por unidad experimental; el vaneamiento se determinó mediante el conteo de los granos totales de la espiga, luego se realizó el conteo de granos vanos y mediante una regla de tres se expresó su valor en porcentajes.

3.9.1.4 Rendimiento (kilogramos/hectárea).

El rendimiento de arroz paddy, se cosechó cada parcela, posteriormente se realizó a la trilla y limpieza, para finalmente ajustarlo al 14 % de humedad y pesarlo. El rendimiento se expresó en kg/ha. Para lo cual se utilizó la siguiente fórmula y así se calculó el peso del grano de arroz en seco:

Dónde:

$$\text{PS} = \text{Peso seco} \qquad \text{PS} = \text{Pa} \times \frac{100 - \text{ha}}{100 - \text{hd}}$$

Pa= Peso actual

Ha= Humedad actual

Hd= Humedad deseada

3.9.2 Variables cualitativas.

3.9.2.1 Porcentaje de daño causado por larvas de *Rupela albinella*.

Se procedió a revisar daños causados por larvas en el campo de 10 tallos al azar en el área útil de muestreo de cada parcela, a los 15-30-45 días

$$\text{Daño de } \textit{Rupela} \% = \text{tallos con daños} / \text{total de tallos} * 100$$

3.9.2.2 Daño caracol manzano (porcentaje).

El daño causado por el caracol manzano a plántulas, se evaluó en 10 plantas seleccionadas del área útil, en las cuales se observó el número de plantas muertas en cada tratamiento, a los dos y tres días después del trasplante usando la siguiente formula:

$$\% \text{ de daño} = \frac{\# \text{ de plantas consumidas del área útil}}{\# \text{ de plantas}} \times 100$$

3.9.2.3 *Sogata Tagosodes orizicolus*.

Se realizaron monitoreos en el cultivo a los 15-30-45 días después del trasplante, con la ayuda de una malla entomológica en cada fecha de muestreo se realizó dos pases por toda la parcela para la captura de éste:

3.9.2.4 Evaluación de enfermedades.

Para evaluar las enfermedades se utilizaron las siguientes escalas del INIAP que se describen a continuación:

3.9.2.5 Manchado de grano.

Se tomaron 10 espigas dentro del área útil de cada repetición, luego se procedió al conteo del total de granos, posteriormente se separaron los granos sanos de los manchados y

finalmente por medio de una regla de tres simple, se estableció el porcentaje de área afectada, para así obtener con la ayuda de la escala de INIAP el grado de infección de esta enfermedad.

Escala para la evaluación de incidencia y severidad del manchado de granos, INIAP. Estación Experimental del Litoral Sur 2013.

ESCALA	DESCRIPCIÓN
0	Ninguna lesión visible
1	Menos del 1% del área afectada
3	Del 1 % al 5 % del área afectada
5	Del 6 % al 25 % del área afectada
7	Del 26 % al 50 % del área afectada
9	Del 51 % al 100 % del área afectada

3.9.2.6 Virus de la Hoja Blanca (VHB)

En los mismos lotes donde se recolectaron los insectos, se realizó una evaluación de incidencia del virus VHB entre 55-70 días después de la siembra. Se tomaron 10 plantas al azar dentro del área útil de cada parcela, contando el número de hojas que presentaron síntomas del VHB y el número de hojas totales. El porcentaje de incidencia del VHB se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ incidencia VHB} = (\text{N}^\circ \text{ Hojas con VHB} / \text{N}^\circ \text{ Total de hojas}) \times 100$$

Escala para la evaluación de incidencia y severidad de hoja blanca, INIAP. Estación Experimental del Litoral Sur 2013

Grados	Categoría	Descripción
0	Ninguna	Plantas sanas
1	Menos del 1 %	Plantas con pocas hojas ligeramente moteadas
2	1-5 %	Planta con varias hojas moteadas
3	6-10 %	Plantas con leves rayas amarillentas
5	21-30 %	Plantas con hoja bandera afectada, amarillamiento moteado de hoja
7	41-60 %	Amarillamiento severo de hojas, panículas afectadas

9	81% -100 %	Amarillamiento y secamiento de hojas. Muerte de plantas o esterilidad de grano
---	------------	--

3.9.7.6 *Pyricularia oryzae*.

Se determinó la incidencia en el área útil al momento de la floración y cosecha, en diez plantas de acuerdo a la cantidad de hojas enfermas, su respectivo grado de severidad en el follaje y cuello de panícula se utilizó las escalas que se describe.

Escala para la evaluación de *P. oryzae* en el follaje y cuello de panícula. INIAP. Estación Experimental del Litoral Sur. 2013

Grados	Categoría	Descripción
0	Ninguna lesión	Ninguna lesión
1	Menos del 1 %	Hojas parcialmente afectadas
3	1% -5 %	Mayoría de sus hojas afectadas en su totalidad.
5	6% -25 %	Eje o base de panícula parcialmente afectada
7	26 %-50 %	Eje o base de panícula afectada totalmente, con menos del 30 % del grano lleno
9	51% -100 %	Base de la panícula, afectado totalmente con menos del 30 % del grano lleno

3.9.3 Análisis económico.

Este análisis se lo determinó en base a los ingresos y costo de los tratamientos, se obtuvo la relación beneficio-costos de los mismos, este se basó en los precios actuales y rendimientos obtenidos, para lo cual se realizaron los siguientes cálculos:

3.9.3.1 Ingreso bruto.

Ingreso obtenido por concepto de venta de la producción de arroz por cada tratamiento según el precio referencial del mercado interno. Se lo determinó de la siguiente manera.

$$IB = Y * PY$$

Donde

IB = Ingreso Bruto

Y = Producto

PY = Precio del Producto.

3.9.3.2 Costos totales de los tratamientos.

Se lo determinó sumando los costos fijos (mano de obra, arriendo de terreno, arado etc.) y los costos variables (siembra, control de maleza, insectos-plagas, fertilización, riego, cosecha, etc.) se lo calcularon mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{CT = X + PX}$$

Dónde:

CT = Costo Total

X = Costo Variable

PX= Costo fijo

3.9.3.3 Beneficio neto de los tratamientos.

Se obtuvo de restar el beneficio bruto de los costos totales de cada tratamiento y se lo determinó con la siguiente fórmula

$$\mathbf{BN = IB - CT}$$

Dónde:

BN = Beneficio Neto

IB= Ingreso Bruto

CT = Costo Total

3.9.3.4 Beneficio neto de los tratamientos.

Se dividió el beneficio neto de cada tratamiento para sus costos totales, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{R (B / C) = BN/CT}$$

Dónde:

R (B/C) Relación Beneficio / costo

BN = Beneficio Neto

CT= Costo Total

3.10 Instrumentos

3.10.1 Equipos.

- ✓ Computadoras
- ✓ Cámaras fotográficas
- ✓ Determinador de humedad

3.10.2 Materiales de oficina.

- ✓ Cuadernos de apuntes
- ✓ Hojas de registro,
- ✓ Pendrive
- ✓ Discos grabables
- ✓ Calculadoras

3.10.3 Insumos.

- ✓ Semilla certificada (INIAP 14)
- ✓ Fossil Shell agro
- ✓ Fertilizantes (Urea, DAP, CIK)
- ✓ Pendimenthalin

3.10.4 Materiales de campo.

- ✓ Bomba de mochila
- ✓ Machete (rabón)
- ✓ Cinta métrica.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables cuantitativas

4.1.1 Número de macollos/planta.

De acuerdo al análisis de varianza, aplicado a los promedios del número de macollos a los 55 días y a la cosecha, resultó no significativa para los tratamientos y las repeticiones, con coeficientes de 17,81 % y 17,73 % respectivamente (Ver cuadro 1, 2 del anexo).

Realizada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad se puede observar que no difieren estadísticamente los resultados, numéricamente el T₂ = Fossil Shell agro* dosis 1 obtuvo a los 55 días y a la cosecha el mayor número de macollos/planta con 24 y 23 macollos, respectivamente. Mientras que el T₃ = Fossil Shell agro* dosis 2 presentó menor valor con 20 macollos/ planta en ambas fechas.

Estos resultados son inferiores a Orejuela (2010) debido a que su mejor tratamiento fue con silicio 500 cc/ha donde llegó a la cosecha con 28 macollos/plantas, esto puede estar ligado al manejo de fertilización temprana realizado en el cultivo, además utilizó varias dosis de NPK en los tratamientos con la misma variedad.

Cuadro 5. Número de macollos/planta a los 55 días y a la cosecha, en la evaluación de dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

Tratamientos	Número de macollos/planta	
	55 días	Cosecha
T ₂ = Fossil Shell agro* dosis 1	24 a*	23 a*
T ₄ = Fossil Shell agro* dosis 3	23 a	23 a
T ₁ = Testigo absoluto	21 a	21 a
T ₃ = Fossil Shell agro* dosis 2	20 a	19 a
Valor Tukey (5 %)	7,52	7,31

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad

4.1.2 Número de espiga/planta.

Al efectuar el análisis de varianza resultó no significativa para los tratamientos y las repeticiones, con coeficientes de 19,84 % (Ver cuadro 3 del anexo).

Aplicando la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad se puede observar que no difieren estadísticamente sus resultados, numéricamente el T₂ = Fossil Shell agro* dosis 1 llegó a el mayor número con 23 espiga/planta; seguido del T₃ = Fossil Shell agro* dosis 2 y T₄ = Fossil Shell agro* dosis 3 con 21 espigas/planta y con un menor número el T₁ = Testigo con 19 espigas/planta.

Similares a los resultados de Coloma (2015) quien obtuvo 22 espigas/plantas en el tratamiento Zumsil (ácido monosilico) a 200 cc/ha, esto probablemente se dio porque el silicio cumple el papel fundamental de ayudar al desarrollo vegetativo de la planta como forma estructural de las células.

Cuadro 6. Número de espiga/planta, en la evaluación de dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

Tratamientos	Número de espiga/planta.
T ₂ = Fossil Shell agro* dosis 1	23 a*
T ₄ = Fossil Shell agro* dosis 3	21 a
T ₁ = Testigo absoluto	21 a
T ₃ = Fossil Shell agro* dosis 2	19 a
Valor Tukey (5 %)	7,95

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad

4.1.3 Porcentaje de granos vanos.

Al realizar el análisis de varianza en la variable podemos observar que fue no significativo para los tratamientos y las repeticiones, con coeficiente de 70,12 % (Ver cuadro 4 del anexo).

Según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, los porcentaje de granos vanos no difieren estadísticamente, numéricamente el T₄ = Fossil Shell agro* dosis 3 obtuvo el 29 % de granos vanos, seguido del T₃ = Fossil Shell agro* dosis 2 con 18,80 % y el menor porcentaje lo presentó el T₁ = Testigo con 8 % (ver cuadro 7).

Lo que difiere con Furcal (2012) que registró menores porcentajes de granos vanos con un máximo 12,22 % en el tratamiento (silicio con plaguicidas o alternativas químicas). El bajo porcentaje de granos vanos puede ser por una baja incidencia del manchado de grano, además las alternativas químicas utilizadas como complemento influyeron directamente en la presencia de patógenos que afectan el llenado del grano.

Cuadro 7. Porcentaje de granos vanos, en la evaluación de dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

Tratamientos	Porcentaje de granos vanos.
T ₄ = Fossil Shell agro* dosis 3	29,00 % a*
T ₃ = Fossil Shell agro* dosis 2	18,80 % a
T ₂ = Fossil Shell agro* dosis 1	15,80 % a
T ₁ = Testigo absoluto	8,00 % a
Valor Tukey (5 %)	28,29

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad

4.1.4 Rendimiento en kg/ha.

De acuerdo al análisis de varianza aplicado a los promedios resultó no significativa para los tratamientos y las repeticiones, con coeficientes de 11,18 % (Ver cuadro 5 del anexo).

Realizada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, se puede observar que no difieren estadísticamente sus resultados, numéricamente el T₁ = Testigo obtuvo mayor rendimiento con 8 200,00 kg, seguido del T₃ = Fossil Shell agro* dosis 2 con 8 120,00 kg y con menor valor se registró el T₄ = Fossil Shell agro* dosis 3 con 7 666,67 kg (ver cuadro 8).

Los resultados fueron inferiores a los obtenidos por Coloma (2015) donde el tratamiento Zumsil a 150 cc/ha obtuvo 9 361 kg/ha. A pesar que se utilizó la misma variedad, su rendimiento fue influenciado por las diferentes dosis de fertilización utilizadas en cada investigación.

Cuadro 8. Rendimiento en kg/ha, en la evaluación de dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

Tratamientos	Rendimiento en kg/ha
T ₁ = Testigo absoluto	8 200,00 kg a*
T ₃ = Fossil Shell agro* dosis 2	8 120,00 kg a
T ₂ = Fossil Shell agro* dosis 1	7 756,00 kg a
T ₄ = Fossil Shell agro* dosis 3	7 666,67 kg a
Valor Tukey (5 %)	1 666,26

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad

4.2 Variables cualitativas.

4.2.1 Porcentaje de daño causado por larvas de *Rupela albinella*.

Según el análisis de varianza se pudo comprobar que el daño causado por larvas de *Rupela albinella* a los 15-30-45 días fue no significativo para los tratamientos, pero si para las repeticiones, con coeficientes de 45,18 %, 48,32 % y 47,84 % respectivamente (ver cuadro 6, 7, 8 del anexo).

Al someter los promedios a la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, se pudo comprobar que no difieren estadísticamente los resultados a los 15-30-45 días, correspondiéndole los porcentajes de daño más altos al T₁ = Testigo con 4,4 %-5,2 % y 4,4 % respectivamente, seguido del T₃ = Fossil Shell agro* dosis 2 que presentó 4,2 % en las evaluaciones realizadas y el menor porcentaje lo mostro el T₄ = Fossil Shell agro* dosis 3 con 3,2 %-3,4 % y 4,2 % de daños respectivamente (Ver cuadro 9).

Menores a los resultados de Castro (2011) quien en su trabajo utilizó la misma variedad INIAP 14 encontró (6,3 % de macollos atacados que representan el 8 % de daño), explica que en un ataque severo las perdidas pueden ascender a un 50 % de la producción por vaneamiento de las panículas, pudrición y secamiento de los tallos fuertemente afectados; aunque, regularmente los daños que ocasionan no pasan del 5 %, por lo que en nuestro caso se puede evidenciar bajas incidencias de los daños ocasionados.

Cuadro 9. Porcentaje de daño causado por larvas de *Rupela albinella*, en la evaluación de dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

Tratamientos	Porcentaje de daño causado		
	15 días	30 días	45 días
T ₁ = Testigo absoluto	4,4 % a*	5,2 % a*	4,4 % a*
T ₃ = Fossil Shell agro* dosis 2	4,2 % a	4,2 % a	4,2 % a
T ₂ = Fossil Shell agro* dosis 1	4,2 % a	4,2 % a	4,2 % a
T ₄ = Fossil Shell agro* dosis 3	3,2 % a	3,4 % a	4,2 % a
Valor Tukey (5 %)	4,24	3,86	3,82

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad

4.2.2 Daño por caracol manzano (porcentaje).

Según los dos monitoreos realizados no se identificaron daños de caracol manzano *Pomacea maculata* y *canaliculata* en el cultivo de arroz.

4.2.3 Sogata *Tagosodes orizicolus*.

Según el análisis de varianza se pudo comprobar que los individuos de Sogata *Tagosodes orizicolus* a los 15 y 45 días no fue significativo para los tratamientos y las repeticiones, a excepción de los 30 días donde hubo diferencia significativa para los tratamientos, con coeficientes de 41,57 %, 125,61 % y 67,40 % respectivamente (ver cuadro 11, 12, 13 del anexo).

Al someter los promedios a la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, se pudo comprobar que no difieren estadísticamente los resultados a los 15-30-45 días, correspondiéndole al mayor número de insectos al T₃ = Fossil Shell agro* dosis 2 con 7-0-2 individuos respectivamente, seguido del T₄ = Fossil Shell agro* dosis 3 con 6-0-3 insectos y el T₁ = Testigo con 4-2-2 individuos, (Ver cuadro 10).

Los resultados coinciden con Vivas, Astudillo y Poleo (2009) quienes también registraron las poblaciones de sogata con 4 insectos, por lo que manifestaron que la incidencia de esta plaga está ligada con los factores climáticos, debido a esto se concluyó que la utilización de silicio para su control no haya tenido efecto.

Cuadro 10. Sogata *Tagosodes orizicolus*, en la evaluación de dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinges-Ecuador.

Tratamientos	Sogata <i>Tagosodes orizicolus</i>		
	15 días	30 días	45 días
T ₃ = Fossil Shell agro* dosis 2	7 a*	0 a*	2 a*
T ₄ = Fossil Shell agro* dosis 3	6 a	0 ab	3 a
T ₂ = Fossil Shell agro* dosis 1	5 a	1 ab	2 a
T ₁ = Testigo absoluto	4 a	2 b	2 a
Valor Tukey (5 %)	4,254	1,533	3,037

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad

4.2.4 Manchado de grano.

De acuerdo al análisis de varianza aplicado a los promedios resultó no significativa para los tratamientos y las repeticiones, con coeficientes de 58,18 % (Ver cuadro 14 del anexo).

Realizada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad se puede observar que no difieren estadísticamente sus resultados, numéricamente el T₃ = Fossil Shell agro* dosis 2 llegó a 14,90 %, seguido del T₄ = Fossil Shell agro* dosis 3 con 13,77 % y con menor porcentaje se encontró el T₁ = Testigo que obtuvo 10,52 %, los tratamientos se ubicaron en grado 5 según la escala de severidad de INIAP (ver cuadro 11).

Los porcentajes fueron inferiores a los obtenidos por Briones (2014), quien en su trabajo sobre la incidencia de granos manchados, registró que las variedades INIAP 15 e INIAP 11 (Reciclada) fue de 24 % y 22 % en su orden, mencionando que a mayor grado de manchado de los granos más alto fue el porcentaje de transmisión del hongo a la planta. Debido a esa comparación podemos darnos cuenta que nuestro trabajo, que a pesar de haber utilizado semilla certificada y se lo trato con varias dosis de silicio no muestra buena acción en cuanto al control de esta enfermedad, ya que se encuentra cerca del porcentaje de otras plantas que no son tratadas con silicio.

Cuadro 11. Manchado de grano, en la evaluación de dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinges-Ecuador.

Tratamientos	Manchado de grano	Escala
	15 días	INIAP
T ₃ = Fossil Shell agro* dosis 2	14,90 % a*	5
T ₄ = Fossil Shell agro* dosis 3	13,77 % a	5
T ₂ = Fossil Shell agro* dosis 1	10,82 % a	5
T ₁ = Testigo absoluto	10,52 % a	5
Valor Tukey (5 %)	13,658	

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad

4.2.5 Virus de la Hoja Blanca (VHB).

De acuerdo al análisis de varianza aplicado a los promedios resultó no significativa para los tratamientos y las repeticiones, con coeficientes de 23,65 % y 22,75 % (Ver cuadro 15 y 16 del anexo).

En el cuadro 12 se puede observar que de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad no difieren estadísticamente sus resultados a los 55 y 70 días; sin embargo, los porcentajes más altos de incidencia del (VHB) los alcanzaron el T₄ = Fossil Shell agro* dosis 3 y T₂ = Fossil Shell agro* dosis 1 con 9,40 % y 8,00 % respectivamente, y el menor porcentaje lo presentó el T₁ = Testigo con 7,00 % y 6,20 % respectivamente para las fechas evaluadas, con grado de severidad 3 en la escala de INIAP para todos los tratamientos.

Estos porcentajes superan numéricamente a los registrados por Vivas, Astudillo y Poleo (2009) quienes encontraron una incidencia del VHB en el verano y el invierno de 0,34 % y 1,34 %. Aunque en las dos investigaciones se mantiene el nivel de severidad 3 de la escala INIAP. El nivel de incidencia del virus está ligado a la presencia del patógeno vector (sogata), que pudo ser afectada por factores ambientales que no favorecieron la presencia de los insectos vectores.

Cuadro 12. Virus de la Hoja Blanca (VHB), en la evaluación de dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

Tratamientos	Virus de la Hoja Blanca (VHB)		Escala INIAP
	55 días	70 días	
T ₄ = Fossil Shell agro* dosis 3	9,40 % a*	8,00 % a*	3
T ₂ = Fossil Shell agro* dosis 1	9,40 % a	8,00 % a	3
T ₃ = Fossil Shell agro* dosis 2	7,20 % a	6,20 % a	3
T ₁ = Testigo absoluto	7,00 % a	6,20 % a	3
Valor Tukey (5 %)	3,664	3,032	

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad

4.2.6 *Pyricularia orizae*.

De acuerdo a las evaluaciones tomadas no se presentó ningún síntoma de la presencia de *Pyricularia orizae* en las hojas evaluadas cultivo de arroz.

4.2.7 *Rhizoctonia solani*.

De acuerdo al análisis de varianza aplicado a los promedios resultó no significativa para los tratamientos y las repeticiones, con coeficientes de 45,96 % (Ver cuadro 17 del anexo).

Realizada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad se puede observar que no difieren estadísticamente sus resultados, numéricamente T₁ = Testigo obtuvo la mayor afectación con seis plantas, seguido del T₂ = Fossil Shell agro* dosis 1 con cinco plantas y con menor valor se encontró el T₄ = Fossil Shell agro* dosis 3 que llegó a cuatro plantas (ver cuadro 11).

Estos datos son inferiores a los promedios de severidad de *Rhizoctonia solani* de Ronquillo (2014) en 10 genotipos, indican que las variedades INIAP 14 e INIAP 15 mostraron síntomas con grado inferior a 2; los cultivares con mayor valor fueron Go-00623 y Go-38426 lo que indica que de acuerdo a la escala los porcentajes superior a 16 % de daño fueron iguales estadísticamente entre sí. Puede que en nuestra investigación el silicio haya actuado en contra de la enfermedad, debido a que los daños encontrados en el testigo fueron superiores a los demás tratamientos.

Cuadro 11. Rizoctonia, en la evaluación de dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

Tratamientos	N° de plantas afectadas
T ₁ = Testigo absoluto	6 a*
T ₂ = Fossil Shell agro* Dosis 1	5 a
T ₃ = Fossil Shell agro* Dosis 2	4 a
T ₄ = Fossil Shell agro* Dosis 3	4 a
Valor Tukey (5 %)	3,840

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad

4.2.8 Análisis económico.

En el cuadro 8 se calculó la relación beneficio/costo de los tratamientos, en el cual se puede apreciar que el T₁ = Testigo fue el que obtuvo mayor relación B/C con \$ 1,02 dando una rentabilidad de 101,94 %, seguido del T₃ = Fossil Shell agro* dosis 2 con \$ 0,94 lo que correspondió a una rentabilidad de 94,19 % y la menor relación B/C la obtuvo el T₄ = Fossil Shell agro* dosis 3 con \$ 0,87 y rentabilidad de 86,62 %.

Cuadro 12. Análisis de la relación beneficio/costo, en la evaluación de dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

Tratamientos	Ingreso bruto \$	Costo total \$	Beneficio neto \$	R-B/C \$	Rent. %
T ₁ = Testigo absoluto	2460,00	1218,18	1241,82	1,02	101,94
T ₂ = Fossil Shell agro* Dosis 1	2326,80	1241,34	1085,46	0,87	87,44
T ₃ = Fossil Shell agro* Dosis 2	2436,00	1254,45	1181,55	0,94	94,19
T ₄ = Fossil Shell agro* Dosis 3	2300,00	1232,47	1067,53	0,87	86,62

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ❖ De acuerdo al análisis de los resultados se llegó a las siguientes conclusiones:
- ❖ Ninguna de las dosis aplicadas superaron al $T_1 =$ Testigo, quien se destacó en las variables: granos vanos con 8 %, rendimiento del grano con 8 200,00 kg/ha, Sogata *Tagosodes orizicolus* con 4-2-2 individuos a los 15-30 y 45 días respectivamente, el manchado de grano con 10,52 % con grado 5 en la escala de severidad de INIAP, la incidencia del virus de la hoja blanca (VHB) con 7,00 % y 6,20 % respectivamente para los 55 y 70 días, con grado de severidad 3.
- ❖ Si comparamos las dosis el $T_4 =$ Fossil Shell agro* Dosis 3 obtuvo menor porcentaje de daño causado por larvas de *Rupela albinella* con 3,2 %, 3,4 % y 4,2 % a los 15-30 y 45 días y con solo 4 plantas afectadas por Rizoctonia.
- ❖ Al no encontrarse diferencia significativa entre los tratamientos y por predominar el testigo en la mayoría de las variables, se acepta la hipótesis nula que dice: “Ninguna dosis de silicio en el cultivo de arroz tendrá mejor efecto en el manejo de los fitoparasitos”.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar experimentos con productos a base silicio de mayor concentración como fertilizante foliar.
- ✓ Seguir experimentando con productos a base de silicio en otros cultivos y bajo otras condiciones ambientales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barcia, W. (29 de Octubre de 2012). La producción de arroz en Ecuador. Obtenido de ambitoeconomico.blogspot.com: <http://ambitoeconomico.blogspot.com/2012/10/la-produccion-de-arroz-en-el-ecuador.html>
- Briones, H. (29 de enero de 2014). Universidad de Guayaquil. Recuperado el 9 de Junio de 2015, de Calidad de semilla de arroz en función de la incidencia de enfermedades en la Zona de Daule - See more at: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4150#sthash.4RnLfeMB.dpuf>: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4150>
- Calle, G. (24 de enero de 2013). Universidad Central Del Ecuador. Recuperado el 22 de agosto de 2016, de Prospección de insectos plaga y sus controladores biológicos en el cultivo de caña panelera (*saccharum officinarum*). pacto, pichincha.: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1004/1/T-UCE-0004-6.pdf>
- Castellanos, L., Prado, R., & Silva, N. (enero de 2015). Cultivos Tropicales. *INCA*, 36(especial), 16-24. Obtenido de El silicio en la resistencia de los cultivos a las plagas agrícolas: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=0258-593620150005&lng=en&nrm=iso
- Castro, Á. (23 de enero de 2011). Universidad Técnica De Babahoyo. Obtenido de Altura del daño ocasionado por larvas de *Rupela albinella* (Cramer), en tres variedades de arroz, bajo tres sistemas de manejo de agua: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/87/6/T-UTB-FACIAG-AGR-000016.pdf>
- Coloma, L. (22 de enero de 2015). Universidad De Guayaquil. Recuperado el 3 de septiembre de 2016, de repositorio.ug.edu.ec: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7427#sthash.4CJhcVm5.dpuf>
- Delgado, I., Sandoval, M., Rodríguez, M., & Cárdenas, E. (12 de enero de 2009). Obtenido de Aplicaciones foliares de calcio y silicio en la incidencia de mildiu en lechuga.
- EcuRed. (16 de enero de 2012). *Helminthosporiosis* del arroz. Recuperado el 27 de marzo de 2016, de [ecured.cu](http://www.ecured.cu): http://www.ecured.cu/Helminthosporiosis_del_arroz

- Furcal, P. (15 de Enero de 2012). Efecto del silicio en la fertilidad del suelo, en la incidencia de enfermedades y el rendimiento del cultivo de arroz (*oryza sativa*). Recuperado el 19 de marzo de 2016, de Instituto Tecnológico de Costa Rica: http://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2855/Informe_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Furcal, P. (11 de enero de 2012). Efecto del silicio en la fertilidad del suelo, en la incidencia de enfermedades y el rendimiento del cultivo de arroz (*oryza sativa*) var cr 4477. Recuperado el 11 de marzo de 2017, de <http://repositoriotec.tec.ac.cr>: http://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2855/Informe_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Furcal, P., & Herrera, A. (12 de diciembre de 2013). Efecto del silicio y plaguicidas en la fertilidad del suelo y rendimiento del arroz. Recuperado el 29 de agosto de 2016, de scielo.sa.cr: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212013000200013
- Goya, V. (13 de Enero de 2005). Escuela superior politecnica del litoral. Recuperado el 27 de agosto de 2016, de dspace.espol.edu.ec: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/94246/D-65258.pdf>
- Gurumendi, B. (23 de enero de 2015). Universidad De Guayaquil. Recuperado el 7 de mayo de 2016, de Efecto de épocas de aplicación foliar de bioneat*ag (14-0-0) en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* l): <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7387/1/TESIS%20BRENDA%20NARCISA%20GURUMENDI%20R..pdf>
- Gutiérrez, S., & Mazzanti de Castañón, M. (15 de enero de 2003). Hongos asociados a granos manchados de arroz. Recuperado el 22 de febrero de 2016, de [unne.edu.ar](http://www.unne.edu.ar): <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/5-Agrarias/A-052.pdf>
- Horna, F. (12 de Enero de 2013). Mas rendimientos despues del control de la enfermedad viral de la cinta blanca o cinta amarilla del arroz. Recuperado el 29 de marzo de 2016, de [monografias.com](http://www.monografias.com): <http://www.monografias.com/trabajos93/mas-rendimientos-despues-del-control-enfermedad-viral-cinta-blanca/mas-rendimientos-despues-del-control-enfermedad-viral-cinta-blanca.shtml>

- INIAP. (21 de enero de 2013). Obtenido de Arroz: <http://www.ecuanoticias.com.ec/iniap14.html>
- Labrín, N. (18 de enero de 2007). Centro Agronómico Tropical de. Recuperado el 5 de agosto de 2016, de Estudio de la resistencia en variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) venezolanas al virus de la hoja blanca: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1062e/A1062e.pdf>
- Lawrence, D. (10 de febrero de 2005). The Role of Silicon in Suppressing Rice Diseases. Recuperado el 3 de septiembre de 2016, de [apsnet.org](http://www.apsnet.org): <http://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/Documents/2005/SiliconRiceDiseases.pdf>
- Lima, O. (3 de Marzo de 2010). El silicio y la resistencia de las plantas al ataque de hongos patógenos. Recuperado el 7 de agosto de 2016, de [diatom.com.br](http://www.diatom.com.br): <http://www.diatom.com.br/es-ES/noticias/item/articulo-el-silicio-y-la-resistencia-de-las-plantas-al-ataque-de-hongos-patogenos>
- Lopez, M. (3 de febrero de 2015). Protocolo de prospecciones del género pomacea (*perry*). Recuperado el 29 de abril de 2016, de [magrama.gob.es](http://www.magrama.gob.es) : http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/protocoloprospeccionespomacea_tcm7-387864.pdf
- MAGAP. (16 de Abril de 2012). Rendicion de cuentas . Obtenido de [produccion.gob.ec](http://www.produccion.gob.ec): <http://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/02/Informe-Rend-Ctas-MAGAP1.pdf>
- MAGAP. (23 de enero de 2013). Arroz: producción y rendimiento. Recuperado el 2 de agosto de 2016, de [agricultura.gob.ec](http://www.agricultura.gob.ec): http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownload/modulos/cadenas_agroproductivas/arroz/produccion/superficie_produccion_rendimiento_arroz.pdf
- Muriithi, C., Mugai, E., & Kihurani, A. (23 de enero de 2010). *Scientific Conference Proceedings*. Recuperado el 3 de septiembre de 2016, de Effect of nitrogen and silicon on management of rice blast (*pyricularia oryzae*) in mwea irrigation scheme of kenya: <http://journals.jkuat.ac.ke/index.php/jscp/article/view/739/681>

- Orejuela, J. (20 de enero de 2010). Escuela superior politecnica del litoral. Recuperado el 29 de agosto de 2016, de [dspace.espol.edu.ec: https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10892/3/OREJUELAS%20MAGALLANES%20JUAN%20DARIO.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10892/3/OREJUELAS%20MAGALLANES%20JUAN%20DARIO.pdf)
- Rodriguez, E., Aitana, B., Nuñez, E., García, C., & Hernández, S. (05 de Marzo de 2014). El Caracol Manzana *Pomacea Maculata Y Pomacea Canaliculata*. Recuperado el 28 de ABRIL de 2016, de [tecnicoagricola.es: http://www.tecnicoagricola.es/el-caracol-manzana-pomacea-maculata-y-pomacea-canaliculata/](http://www.tecnicoagricola.es/el-caracol-manzana-pomacea-maculata-y-pomacea-canaliculata/)
- Ronquillo, J. (30 de enero de 2014). Universidad De Guayaquil. Obtenido de "Búsqueda De Alternativas Para El Manejo Integrado Del Tizón De La Vaina (Rhizoctonia Solani Kuhn) En Arroz (Oryza Sativa L.)": <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4166/1/TESIS%20EN%20ARROZ%20JUAN%20RONQUILLO%20S%C3%81NCHEZ%202014.pdf>
- Ross, F. L. (27 de enero de 2014). Universidad Católica De Santiago De Guayaquil. Recuperado el 22 de mayo de 2015, de Identificación de microorganismos asociados al manchado y vaneamiento de la Panícula del arroz en zonas productoras de Guayas y Los Ríos.: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1820>
- SAGARPA. (15 de Mayo de 2012). Mosca pinta o salivazo. Recuperado el 16 de marzo de 2016, de [sipove.gob.mx: http://www.sipove.gob.mx/Doc_SIPOVE/SVegetal/Publica/salivazo/Fichas/FT_Salivazo.pdf](http://www.sipove.gob.mx/Doc_SIPOVE/SVegetal/Publica/salivazo/Fichas/FT_Salivazo.pdf)
- Tito, L. (6 de Mayo de 2014). Universidad de Guayaquil. Recuperado el 16 de septiembre de 2016, de Efecto del sulfato de cobre pentahidratado sobre patógenos foliares en tres densidades poblacionales en el cultivo de arroz (oryza sativa l.).
- Torres, R. (23 de enero de 2013). Evaluación agronómica de cinco variedades de arroz(oryza sativa l.) a dos distancias en siembra directa bajo el sistema de cultivo en secano en la comunidad de nushino ishpingo del cantón arajuno, provincia de pastaza. Recuperado el 19 de diciembre de 2016, de Escuela Superior Politécnica De Chimborazo: <http://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2800/1/13T0767%20TORRES%20RAM%C3%93N.pdf>

- Vivas , L., & Intriago, D. (23 de Junio de 2012). Guia para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedadaes en el cultivo de arroz en Ecuador. *Boletín Divulgativo no. 426(426)*, 3. (iniap, Ed.) Guayaquil, Guayas, Ecuador: INIAP.
- Vivas, L., & Astudillo, D. (3 de abril de 2008). Enfermedades virales transmitidas por la familia Delphacidae con énfasis en el insecto sogata (*Tagosodes orizicolus*). Recuperado el 29 de abril de 2016, de [sian.inia.gov.ve](http://www.sian.inia.gov.ve): http://www.sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas_tec/inia_hoy/IHOY1/pdf/IH01vivas.pdf
- Vivas, L., Astudillo, D., & Poleo, J. (21 de abril de 2009). Monitoreo de *Tagosodes Orizicolus* M. e incidencia del virus de la hoja blanca "*VHB*" en el cultivo de arroz en calabozo, estado guárico, Venezuela. Obtenido de <http://www.scielo.org.ve>: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2009000400010
- Zaragoza. (3 de Agosto de 2012). Sociedad española de productos humicos sa. Obtenido de <http://www.interempresas.net/>: http://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/81972/074---03.08.12---El-Silicio-en-Arroz.pdf

ANEXOS

Cuadro 1 de anexo. Análisis de varianza y su significancia del número de macollos/planta a los 55 días, dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

F.V.	gl	SC	CM	F. calculad	F. Tabla
Tratamiento	3	51,80	17,27 NS	1,08	3,49
Repeticiones	4	22,50	5,63 NS	0,35	3,26
Error	12	192,70	16,06		
Total	19	267,00			

C.v = 17,81 %

NS = No significativo

*****=Significativo

******= Altamente significativo

Cuadro 2 de anexo. Análisis de varianza y su significancia del número de macollos/planta a la cosecha, dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

F.V.	gl	SC	CM	F. calculad	F. Tabla
Tratamiento	3	46,55	15,52 NS	1,02	3,49
Repeticiones	4	30,70	7,68 NS	0,51	3,26
Error	12	181,70	15,14		
Total	19	258,95			

C.v = 17,73 %

NS = No significativo

*****=Significativo

******= Altamente significativo

Cuadro 3 de anexo. Análisis de varianza y su significancia del Número de espiga/planta, dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

F.V.	gl	SC	CM	F. calculad	F. Tabla
Tratamiento	3	32,95	10,98 NS	0,61	3,49
Repeticiones	4	24,30	6,08 NS	0,34	3,26
Error	12	215,30	17,94		
Total	19	272,55			

C.v = 19,84 %

NS = No significativo

*=Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 4 de anexo. Análisis de varianza y su significancia del Porcentaje de granos vanos, Dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

F.V.	gl	SC	CM	F. calculad	F. Tabla
Tratamiento	3	1132,20	377,40 NS	2,40	3,49
Repeticiones	4	147,30	36,82 NS	0,23	3,26
Error	12	1890,30	157,53		
Total	19	3169,80			

C.v = 70,12

NS = No significativo

*=Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 5 de anexo. Análisis de varianza y su significancia del rendimiento en kg/ha, dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

F.V.	gl	SC	CM	F. calculad	F. Tabla
Tratamiento	3	1042470,77	347490,26 NS	0,44	3,49
Repeticiones	4	2253103,94	563275,99 NS	0,72	3,26
Error	12	9449599,66	787466,64		
Total	19	12745174,37			

C.v = 11,18

NS = No significativo

*=Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 6 de anexo. Análisis de varianza y su significancia del Porcentaje de daño causado por larvas de *Rupela albinella* a los 15 días, dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

F.V.	gl	SC	CM	F. calculad	F. Tabla
Tratamiento	3	4,4	1,47 NS	0,29	3,49
Repeticiones	4	62,5	15,63 NS	3,07	3,26
Error	12	61,1	5,09		
Total	19	128			

C.v = 45,18

NS = No significativo

*=Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 7 de anexo. Análisis de varianza y su significancia del Porcentaje de daño causado por larvas de *Rupela albinella* a los 30 días, dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

F.V.	gl	SC	CM	F. calculad	F. Tabla
Tratamiento	3	8,15	2,72 NS	0,64	3,49
Repeticiones	4	59	14,75 *	3,5	3,26
Error	12	50,6	4,22		
Total	19	117,75			

C.v = 48,32

NS = No significativo

*=Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 8 de anexo. Análisis de varianza y su significancia del Porcentaje de daño causado por larvas de *Rupela albinella* a los 45 días, dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

F.V.	gl	SC	CM	F. calculad	F. Tabla
Tratamiento	3	0,15	0,05 NS	0,01	3,49
Repeticiones	4	32	8 NS	1,94	3,26
Error	12	49,6	4,13		
Total	19	81,75			

C.v = 47,84 %

NS = No significativo

*=Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 11 de anexo. Análisis de varianza y su significancia de Sogata *Tagosodes orizicolus*. A los 15 días, Dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

F.V.	gl	SC	CM	F. calculad	F. Tabla
Tratamiento	3	28,15	9,38 NS	1,83	3,49
Repeticiones	4	25,20	6,30 NS	1,23	3,26
Error	12	61,60	5,13		
Total	19	114,95			

C.v = 41,57

NS = No significativo

*=Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 12 de anexo. Análisis de varianza y su significancia de Sogata *Tagosodes orizicolus*. A los 30 días, Dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

F.V.	gl	SC	CM	F. calculad	F. Tabla
Tratamiento	3	7,75	2,58 *	3,88	3,49
Repeticiones	4	0,80	0,20 NS	0,30	3,26
Error	12	8,00	0,67		
Total	19	16,55			

C.v = 125,61

NS = No significativo

*=Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 13 de anexo. Análisis de varianza y su significancia de Sogata *Tagosodes orizicolus*. A los 45 días, Dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

F.V.	gl	SC	CM	F. calculad	F. Tabla
Tratamiento	3	1,60	0,53 NS	0,20	3,49
Repeticiones	4	5,80	1,45 NS	0,55	3,26
Error	12	31,40	2,62		
Total	19	38,80			

C.v = 67,40

NS = No significativo

*=Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 14 de anexo. Análisis de varianza y su significancia del Manchado de grano, Dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

F.V.	gl	SC	CM	F. calculad	F. Tabla
Tratamiento	3	70,47	23,49 NS	0,44	3,49
Repeticiones	4	326,56	81,64 NS	1,54	3,26
Error	12	634,90	52,91		
Total	19	1031,93			

C.v = 58,18

NS = No significativo

*=Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 15 de anexo. Análisis de varianza y su significancia del Virus de la Hoja Blanca (VHB) a los 55 días, Dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

F.V.	gl	SC	CM	F. calculad	F. Tabla
Tratamiento	3	26,55	8,85 NS	2,32	3,49
Repeticiones	4	23,50	5,88 NS	1,54	3,26
Error	12	45,70	3,81		
Total	19	95,75			

C.v = 23,65

NS = No significativo

*=Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 16 de anexo. Análisis de varianza y su significancia del Virus de la Hoja Blanca (VHB) a los 70 días, Dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

F.V.	gl	SC	CM	F. calculad	F. Tabla
Tratamiento	3	16,20	5,40 NS	2,07	3,49
Repeticiones	4	22,30	5,58 NS	2,14	3,26
Error	12	31,30	2,61		
Total	19	69,80			

C.v = 22,75

NS = No significativo

*=Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 17 de anexo. Análisis de varianza y su significancia de Ryzoctonia, Dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

F.V.	gl	SC	CM	F. calculad	F. Tabla
Tratamiento	3	12,55	4,18 NS	1,00	3,49
Repeticiones	4	18,20	4,55 NS	1,09	3,26
Error	12	50,20	4,18		
Total	19	80,95			

C.v = 45,96

NS = No significativo

*=Significativo

**= Altamente significativo

Cuadro 18 del anexo. Costo de producción fijo en dólares del cultivo de arroz, Dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

Rubro	Unidad	Cantidad	C.Unitario	Total \$
Preparación del suelo.				
Arado	ha.	1	25	25
Fangueada	Horas	2	22	44
Sub Total				69
Mano de Obra.				
Elaboración y manejo de semillero	Jornal	2	10	20
Trasplante	Jornal	6	10	60
Resiembra	Jornal	2	10	20
Aplicación de fertilizantes	Jornal	6	10	60
Control de malezas	Jornal	2	10	20
Riego	Jornal	10	10	100
Cosecha	Jornal	6	10	60
Sub Total				340
Alquiler del Terreno	ha.	1	200	200
Sub Total				200
TOTAL				609

Cuadro 19 del anexo. Costo de producción variable por hectárea en dólares del T1 = Testigo, Dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

	Rubro	Unidad	Cantidad	C. Unitario	Total \$
1	1 Siembra				
	Análisis de suelo		1	28	28,00
	Semillas	saco	1	43	43,00
	Sub Total				71,00
2	2 Fertilizantes.				
	Urea (N)	kg.	300	0,468	140,40
	Fosfato Diamonico (DAP)	kg.	150	0,49	73,50
	Muriato de potasio (CIK)	kg.	100	0,48	48,00
	Sub Total				261,90
3	3 Insumos				
	Fossil Shell agro	litros	0	15	0,00
	Sub Total				0,00
4	4 Bomba de Riego		1	70	150,00
	Sub Total				150,00
5	5 Combustible y Lubricantes				
	Gas	llenada	1	2,5	2,50
	Aceite	gl.	2	10	20,00
	Sub Total				22,50
6	6 Post-cosecha				
	Vehículo	kg.	8200	0,0154	126,28
	Sub Total				126,28
	TOTAL				609,18

Cuadro 20 del anexo. Costo de producción variable por hectárea en dólares del T₂ = Fossil Shell agro* Dosis 1, Dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

	Rubro	Unidad	Cantidad	C. Unitario	Total \$
1	1 Siembra				
	Análisis de suelo		1	28	28,00
	Semillas	saco	1	43	43,00
	Sub Total				71,00
2	Fertilizantes.				
	Urea (N)	kg.	300	0,468	140,40
	Fosfato Diamonico (DAP)	kg.	150	0,49	73,50
	Muriato de potasio (CIK)	kg.	100	0,48	48,00
	Sub Total				261,90
3	Insumos				
	Fossil Shell agro	litros	2	15	30,00
	Sub Total				30,00
4	Bomba de Riego				
			1	70	150,00
	Sub Total				150,00
5	Combustible y Lubricantes				
	Gas	llenada	1	2,5	2,50
	Aceite	gl.	2	10	20,00
	Sub Total				22,50
6	Post-cosecha				
	Vehículo	kg.	7756	0,0154	119,44
	Sub Total				119,44
	TOTAL				632,34

Cuadro 21 del anexo. Costo de producción variable por hectárea en dólares del T₃ = Fossil Shell agro* Dosis 2, Dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

	Rubro	Unidad	Cantidad	C. Unitario	Total \$
1	1 Siembra				
	Análisis de suelo		1	28	28,00
	Semillas	saco	1	43	43,00
	Sub Total				71,00
2	Fertilizantes.				
	Urea (N)	kg.	300	0,468	140,40
	Fosfato Diamonico (DAP)	kg.	150	0,49	73,50
	Muriato de potasio (CIK)	kg.	100	0,48	48,00
	Sub Total				261,90
3	Insumos				
	Fossil Shell agro	litros	2,5	15	37,50
	Sub Total				37,50
4	Bomba de Riego				
			1	70	150,00
	Sub Total				150,00
5	Combustible y Lubricantes				
	Gas	llenada	1	2,5	2,50
	Aceite	gl.	2	10	20,00
	Sub Total				22,50
6	Post-cosecha				
	Vehículo	kg.	8120	0,0154	125,05
	Sub Total				125,05
	TOTAL				645,45

Cuadro 22 del anexo. Costo de producción variable por hectárea en dólares del T₄ = Fossil Shell agro* Dosis 3, Dosis de silicio como alternativa de protección en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), ante problemas fitoparasitarios en la zona Vinces-Ecuador.

	Rubro	Unidad	Cantidad	C. Unitario	Total \$
1	Siembra				
	Análisis de suelo		1	28	28,00
	Semillas	saco	1	43	43,00
	Sub Total				71,00
2	Fertilizantes.				
	Urea (N)	kg.	300	0,468	140,40
	Fosfato Diamónico	kg.	150	0,49	73,50
	(DAP)				
	Muriato de potasio	kg.	100	0,48	48,00
	(CIK)				
	Sub Total				261,90
3	Insumos				
	Fossil Shell agro	litros	1,5	15	22,50
	Sub Total				22,50
4	Bomba de Riego				
			1	70	150,00
	Sub Total				150,00
5	Combustible y Lubricantes				
	Gas	llenada	1	2,5	2,50
	Aceite	gl.	2	10	20,00
	Sub Total				22,50
6	Post-cosecha				
	Vehículo	kg.	7666,67	0,0154	118,07
	Sub Total				118,07
	TOTAL				623,47

Cuadro 23 de anexo Análisis económico relación beneficio costo.

Tratamientos	Ingreso bruto \$		Costo total de los tratamientos \$				Beneficio neto de los tratamientos \$			Relación beneficio/costo	Rent. %
	Rend. Kg	Precio del arroz paddy en kg	Total	Costos Fijos	Costos Variables	Costo total	Beneficio bruto	Costo total	Beneficio neto	R-B/C	R-B/C * 100
T ₁ = Testigo	8200,00	0,30	2460,00	609,00	609,18	1218,18	2460,00	1218,18	1241,82	1,02	101,94
T ₂ = Fossil Shell agro* Dosis 1	7756,00	0,30	2326,80	609,00	632,34	1241,34	2326,80	1241,34	1085,46	0,87	87,44
T ₃ = Fossil Shell agro* Dosis 2	8120,00	0,30	2436,00	609,00	645,45	1254,45	2436,00	1254,45	1181,55	0,94	94,19
T ₄ = Fossil Shell agro* Dosis 3	7666,67	0,30	2300,00	609,00	623,47	1232,47	2300,00	1232,47	1067,53	0,87	86,62

Presupuesto

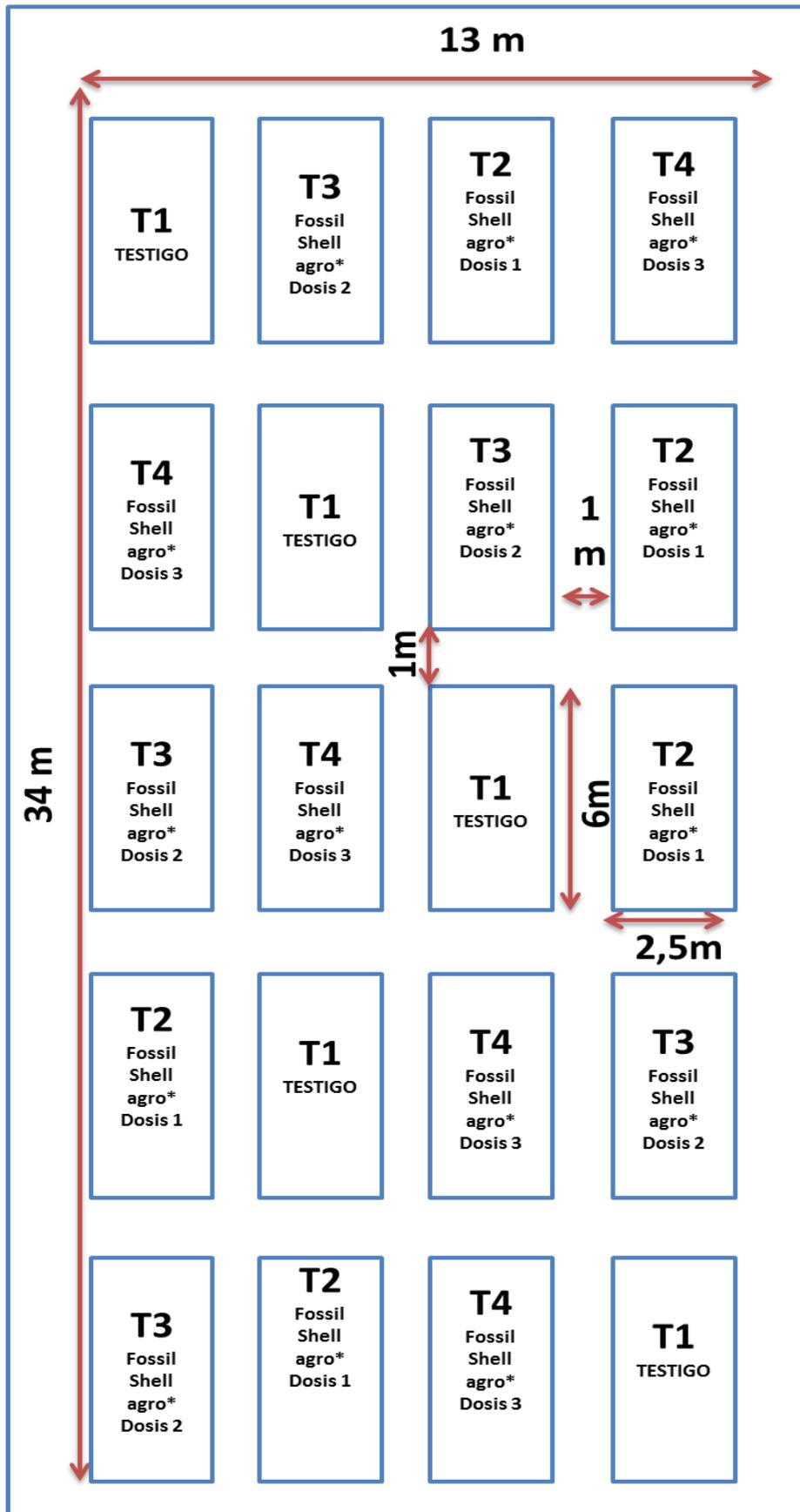
Actividad	Unidad	Cantidad	Valor c/u	Subtotal (\$)
Preparación de suelo	Arado	1	40	40
Fangueado	Pase	1	30	30
Semillero (construcción)	Jornal	1	8	8
Trasplante	Jornal	6	8	48
Aplicación de Fertilizantes (abonamiento).	Jornal	1	8	8
Manejo de malezas	Jornal	2	8	16
Riego	Jornal	4	8	40
Manejo fitosanitario	Jornal	3	8	24
			Total	214

Materiales e insumos	Unidad	Cantidad	Valor c/u	Subtotal (\$)
Semilla certificada (INIAP 14)	Funda	1	120	120
Fertilizantes	Sacos	2	30	60
Bomba cp3		1	150	150
Silicio	Sacos	2	3,50	7,00
Herbicidas	L	3	10	30
			Subtotal	367
			Total	581

Cronograma de actividades

Actividades	Meses				
	Nov.	Dic.	Ene	Feb.	Mar
Preparación del semillero	X				
Preparación del terreno.	X				
Adquisición de semilla e insumos	X				
Trasplante	X	x			
Control de malezas.		x	x	x	
Fertilización		x	x	x	
Riego		x	x		
Monitoreo y manejo fitosanitario		x	x	x	x
Toma de datos					x
Tabulación de datos					x

PLANO DE CAMPO



Fotografías de las actividades realizadas en el experimento





Figura 5.- visitas del tutor



Figura 6.- cosecha



Figura. 7.-peso en kg del rendimiento de grano



Figura. 8.-evaluacion granos vanos