



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TEMA:

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLATA COLOIDAL
COMO BIO-ESTIMULANTE VEGETAL EN EL CULTIVO DE
ARROZ (*Oryza sativa* L.)**

Autor: Danny Hernán Baque Chávez

Tutor: Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire M.Sc.

Guayaquil, agosto 2019

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre Isabel Santana, quien ha sido y es el pilar fundamental en mi vida, quien me ha brindado su apoyo moral, económico y emocional, para que juntos podamos cumplir este sueño.

A mis hermanas quienes siempre me brindaron, su apoyo incondicional, por extenderme una mano cuando más lo necesitaba y confiar en que alcanzaría este logro.

A cada una de las personas que siempre me brindaron su apoyo y me dieron fuerzas para que continúe en este proceso y no me dé por vencido.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por guiarme, darme fortaleza para poder culminar esta carrera con éxito y cumplir mi objetivo de ser un profesional en la rama de la Agronomía.

Agradezco al Ing. Daniel Zevallos Ycaza por todo el apoyo brindado durante todo el proceso del trabajo de titulación, a la familia Martiz Alvarado por facilitarme los predios de su hacienda donde se instaló el ensayo experimental.

A la empresa Del Monte AG por el apoyo brindado durante el desarrollo del experimento.

Agradezco a mi madre mi familia y cada una de las personas que fueron partícipes en ayudarme a alcanzar este logro.



Universidad de Guayaquil

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGRÓNOMA
UNIDAD DE TITULACIÓN**

Anexo 4

**Sra. Q.F. MSc. Martha Mora Gutiérrez
DECANA DE LA CARRERA/ESCUELA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

Ciudad.

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLATA COLOIDAL COMO BIO-ESTIMULANTE VEGETAL EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oriza sativa L.*)** del estudiante, **BAQUE CHAVEZ DANNY HERNAN**, indicando que ha (n) cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el (los) estudiante (s) está (n) apto (s) para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

**Ing. Agr. Eison Wilfrido Valdiviezo Freire MSc.
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

C.I. 10908084320

CC: Unidad de Titulación



CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado Ing. Msc. Eison Wilfrido Valdiviezo Freire, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por Danny Hernán Baque Chávez, C.C.: 0922413174, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

Se informa que el trabajo de titulación: "Evaluación de la eficiencia de la plata coloidal como bio-estimulante vegetal en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*)", ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio (indicar el nombre del programa antiplagio empleado) quedando el 6 % de coincidencia.

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS FINAL DANNY BAQUE.docx (D54856816)
Submitted: 8/16/2019 9:21:00 PM
Submitted By: danibaque@hotmail.com
Significance: 6 %

Sources included in the report:

URKUND TOMALA.docx (D37539611)
URKUND CRISTHIAN.docx (D25135924)
listo para plagio.docx (D37541570)
TESIS JOSE MARTIZ para UNKURD.pdf (D28081141)
53c52f03-698f-4c84-a33d-2993a2f57d78

Instances where selected sources appear:

15

Ing. Agr. Eison Wilfrido Valdiviezo Freire M. Sc.
TUTOR

Ing. Agr. Ivan Ramos Mosquera M. Sc.
REVISOR URKUND

CC: Unidad de Titulación





FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGRÓNOMA
UNIDAD DE TITULACIÓN

Anexo 11

Guayaquil, 30 agosto de 2019.

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrado LUIS CASTAÑEDA AGUIAR, tutor del trabajo de titulación “EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLATA COLOIDAL COMO BIO-ESTIMULANTE VEGETAL EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa L.*)” certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por DANNY HERNÁN BAQUE CHAVEZ, con C.I. No. 0922413174, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO AGRÓNOMO, en la Carrera Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

Ing. Luis Castañeda Aguiar, MSc.

C.I. No. 0922538368

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGRÓNOMA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLATA COLOIDAL COMO BIO-ESTIMULANTE VEGETAL EN EL CULTIVO DE ARROZ (<i>Oryza sativa</i> L.)		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Baque Chávez Danny Hernán.		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Ing. Agr. Eison Valdivieso Freire M. Sc. Ing. Agr. Luis Guillermo Castañeda Aguiar M. Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Ciencias Agrarias		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	Ingeniero Agrónomo		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	2019	No. DE PÁGINAS:	43
ÁREAS TEMÁTICAS:	Nutrición		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Bio-estimulantes, plata, coloidal, panículas, dosis.		
RESUMEN/ABSTRACT: El presente trabajo se realizó en la parroquia Taura del cantón Naranjal provincia del Guayas y tuvo como objetivo la evaluación de la eficiencia de la plata coloidal como bio-estimulante vegetal en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L). Mediante el análisis de varianza se determinó que la Dosis Óptima Económica (DOE) fue de 977,5 cc/ha de plata coloidal, mientras que la Dosis Óptima Fisiológica (DOF), presentó un valor de 1046,7 cc/ha, el tratamiento 6 (1250 cc/ha) mostraron los datos más altos con respecto a número de macollos y número de panículas por planta. Las enfermedades que más incidieron fueron añublo de la vaina, (<i>Rizocthonia solani</i>), podredumbre parda de la vaina, (<i>Gaeumanomyces graminis var graminis</i>), en el tratamiento 6 (1250 cc/ha) se obtuvo una incidencia más baja con respecto a añublo de la vaina (<i>R. solani</i>) en la segunda evaluación, todo lo contrario con (<i>G.graminis var graminis</i>), ya que no se encontró significancia en los tratamientos evaluados.			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0998963776	E-mail: danibaque@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Agr. Eison Valdivieso Freire MSc.		
	Teléfono: 0992283146		
	E-mail: eison.valdiviezof@ug.edu.ec		



Universidad de Guayaquil

Anexo 12

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGRÓNOMA
UNIDAD DE TITULACIÓN**

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO
COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, **Baque Chávez Danny Hernán**, con C.I. No. **0922413174**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **"Evaluación de la eficiencia de la plata coloidal como bioestimulante vegetal en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*)"** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad Y SEGÚN EL Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines no académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente

Danny Baque Ch.

Baque Chávez Danny Hernán
C.I. No. **0922413174**

*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLATA COLOIDAL COMO BIO-ESTIMULANTE VEGETAL EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)

Autor: Danny Hernán Baque Chávez

Tutor: Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire M.Sc.

Resumen

El presente trabajo se realizó en la parroquia Taura del cantón Naranjal provincia del Guayas y tuvo como objetivo la evaluación de la eficiencia de la plata coloidal como bio-estimulante vegetal en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L). Los objetivos específicos de la investigación fueron determinar la dosis óptima fisiológica y económica de la plata coloidal, comportamiento agronómico e incidencia de enfermedades, donde se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones respectivamente.

Mediante el análisis de varianza se determinó que la Dosis Óptima Económica (DOE) fue de 977,5 cc/ha de plata coloidal, mientras que la Dosis Óptima Fisiológica (DOF), presentó un valor de 1046,7 cc/ha, el tratamiento 6 (1250 cc/ha) mostraron los datos más altos con respecto a número de macollos y número de panículas por planta. Las enfermedades que más incidieron fueron añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*), podredumbre parda de la vaina (*Gaeumannomyces graminis var graminis*), en el tratamiento 6 (1250 cc/ha) se obtuvo una incidencia más baja con respecto a añublo de la vaina (*R. solani*) en la segunda evaluación, todo lo contrario, con (*G. graminis var graminis*), ya que no se encontró significancia en los tratamientos evaluados.

Palabras Claves: bio-estimulantes, plata, coloidal, panículas, dosis.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF COLLOIDAL SILVER AS A PLANT BIOSTIMULANT IN RICE CULTIVATION (*Oryza sativa* L.)

Author: Danny Hernán Baque Chávez.

Advisor: Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire M.Sc.

Abstract

The present work was carried out in the Taura parish of the Naranjal canton in the province of Guayas and aimed at evaluating the efficiency of colloidal silver as a plant bio-stimulant in rice cultivation (*Oryza sativa* L). The specific objectives of the investigation were determined the optimal physiological and economic dose of colloidal silver, agronomic behavior and the incidence of diseases, where you can choose a completely randomized block design with 6 treatments and 4 repetitions respectively.

By means of the analysis of variance, the Optimal Economic Dose (DOE) of 977.5 cc / ha of colloidal silver was determined, while the Physiological Optimal Dose (DOF), obtained a value of 1046.7 cc / ha, treatment 6 (1250 cc / ha) higher data with respect to number of tillers and number of panicles per plant. The diseases that most affected were sheath blight (*Rhizoctonia solani*), brown sheath rot (*Gaeumannomyces graminis var graminis*), in treatment 6 (1250 cc / ha) a lower incidence was received with respect to sheath blight (*R. solani*) In the second evaluation, quite the opposite, with (*G. graminis var graminis*), since no significance was found in the evaluated treatments.

Keywords: bio-stimulants, silver, colloidal, panicles, doses.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Justificación e importancia	4
1.3. Objetivo general	5
1.4. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis	5
II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes	6
2.2. Importancia del arroz	7
2.3. Taxonomía del arroz	8
2.4. Morfología del arroz	8
2.4.1. Órganos vegetativos.	8
2.4.1.1. Raíz	8
2.4.1.2. Tallo	9
2.4.1.3. Hojas	9
2.4.2. Órganos reproductivos.	9
2.4.2.1. Inflorescencia	9
2.4.2.2. Grano	9
2.5. Factores climáticos	10
2.6. Características generales de la variedad de arroz sfl-011	10
2.7. Principales enfermedades del cultivo de arroz	11
2.7.1. Añublo de la vaina (<i>Rhizoctonia solani</i>)	11
2.7.2. Podredumbre parda de la vaina (<i>Gaeumannomyces graminis</i> var <i>graminis</i>)	12
2.7.3. Tizón de la vaina (<i>Pyricularia grisea</i>)	12
2.8. Bioestimulantes vegetal	13
2.8.1. Importancia de los bioestimulantes vegetales	14
2.9. Plata coloidal.	15
2.10. Características químicas y físicas de la plata coloidal comercial	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Ubicación del ensayo	17
3.2. Ubicación geográfica	17
3.3. Características del suelo	17
3.4. Materiales y equipos	17
3.5. Metodología de la investigación	18
3.5.1. Factores estudiados	18
3.5.2. Tratamientos evaluados	18
3.5.3. Diseño experimental	19
3.5.4. Método estadístico	19
3.5.5. Modelo estadístico	20
3.5.6. Análisis funcional	20
3.5.7. Especificaciones del ensayo	20
3.6. Manejo del experimento	21
3.6.1. Preparación de suelo	21
3.6.1.1. Arado	21
3.6.1.2. Fangueo con rotavator	21

3.6.2. Semillero	21
3.6.3. Trasplante	22
3.6.4. Riego	22
3.6.5. Control de malezas	22
3.6.6. Control de insectos plagas	23
3.6.7. Control de hongos Fito patógenos	24
3.6.8. Aplicación de plata coloidal	24
2.6.9. Fertilización	24
2.6.10. Cosecha	24
3.7. Variables estudiadas	24
3.7.1. Días a floración	24
3.7.2. Altura de planta	25
3.7.3. Número de panículas por planta	27
3.7.4. Número de macollos por planta	25
3.7.5. Número de granos sanos por panícula	25
3.7.6. Número de granos manchados por panícula	25
3.7.7. Número de granos vanos por panícula	25
3.7.8. Peso de 1000 semillas	26
3.7.9. Longitud de panícula	26
3.7.10. Rendimiento	26
3.7.11. Estimación de la dosis optima	27
3.7.12. Evaluación de la incidencia de enfermedades	27
3.7.12.1. Evaluación de la incidencia de añublo de la vaina (<i>R. solani</i>) y de podredumbre parda de la vaina (<i>G. graminis</i> <i>var</i>)	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. Días a floración	28
4.2. Ciclo de cultivo	28
4.3. Altura de planta	28
4.4. Número de panículas por planta	29
4.5. Número de macollos por planta	30
4.6. Número de granos sanos por panícula	32
4.7. Número de granos manchados por panícula	33
4.8. Número de granos vanos por panícula	34
4.9. Peso de mil semillas	35
4.10. Longitud de panícula	36
4.11. Rendimiento	37
4.12. Correlación entre variables	38
4.13. Dosis optima fisiológica (DOF), Dosis optima económica (DOE)	39
4.14. Evaluación de la incidencia de enfermedades	39
4.14. Discusión	40
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
VI. BIBLIOGRAFÍA	45
VII. ANEXOS	51

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1. Taxonomía del arroz	8
Cuadro 2. Características generales de la variedad de arroz sfl-011	11
Cuadro 3. Características químicas y físicas	16
Cuadro 4. Ubicación geográfica	17
Cuadro 5. Tratamientos evaluados	19
Cuadro 6. Análisis de la varianza	19
Cuadro 7. Descripción de la investigación	21
Cuadro 8. Correlación de las variables	38
Cuadro 9. Análisis de evaluación de enfermedades	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	PÁGINA
Gráfico 1. Promedios de altura de planta (cm) obtenidos por el efecto de la aplicación de la plata coloidal. Taura, 2019.	29
Gráfico 2. Promedios de número de panículas por planta obtenidos por efecto de la aplicación de plata coloidal. Taura, 2019.	30
Gráfico 3. Promedios de número de macollos por planta obtenidos por efecto de la aplicación de plata coloidal. Taura, 2019.	31
Gráfico 4. Promedios de número de granos sanos por panícula obtenidos por efecto de la aplicación de plata coloidal. Taura, 2019.	32
Gráfico 5. Promedios de número de granos manchados por panícula obtenidos por efecto de la aplicación de plata coloidal. Taura, 2019	33
Gráfico 6 Promedios de número de granos vanos por panícula obtenidos por efecto de la aplicación de plata coloidal. Taura, 2019.	34
Gráfico 7 Promedios de peso de mil semillas obtenidos por efecto de la aplicación de plata coloidal. Taura, 2019.	35
Gráfico 8. Promedios de longitud de panícula obtenidos por efecto de aplicación de plata coloidal. Taura, 2019.	36
Gráfico 9. Promedios de rendimiento obtenidos por efecto de aplicación de plata coloidal. Taura, 2019.	37
Gráfico 10. Estimación de la DOE y la DOF de plata coloidal en el rendimiento de arroz paddy. Taura, 2019.	39

ÍNDICE DE FIGURAS DE ANEXOS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1A	Siembra de trasplante. 54
Figura 2A	Efectividad del control de malezas. 54
Figura 3A	Desarrollo del cultivo. 55
Figura 4A	Primera aplicación de plata coloidal, 25 días después del trasplante. 55
Figura 5A	Evaluación cinco días después de la aplicación de plata coloidal. 56
Figura 6A	Desarrollo del cultivo 40 días después del trasplante. 56
Figura 7A	Producto Zerebra agro, plata coloidal. 57
Figura 8A	Evaluación de enfermedades. 57
Figura 9A	Visita del tutor de trabajo de titulación. 58
Figura 10A	Toma de datos de las variables altura de planta, número de macollos y espigas por planta, Baque, 2019. 58
Figura 11A	Vista panorámica de los tratamientos del ensayo. 59
Figura 12A	Cosecha. 59
Figura 13A	Peso de 1000 semillas. 59

ÍNDICE DE CUADROS DE ANEXO

CONTENIDO	PÁGINA	
Cuadro 1A	Análisis de varianza de la variable altura de planta en centímetros	51
Cuadro 2A	Análisis de varianza de la variable número de panículas por planta.	51
Cuadro 3A	Análisis de varianza de la variable número de macollos por planta.	51
Cuadro 4A	Análisis de varianza de la variable número de granos sanos por panícula.	52
Cuadro 5A	Análisis de varianza de la variable número de granos manchados por panícula.	52
Cuadro 6A	Análisis de varianza de la variable número de granos vanos por panícula	52
Cuadro 7A	Análisis de varianza de la variable peso de 1000 semillas en gramos.	53
Cuadro 8A	Análisis de varianza de la variable longitud de panícula en cm	53
Cuadro 9A	Análisis de varianza de la variable rendimiento.	53

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.), se originó hace 10.000 años, en varias regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Este cultivo es el alimento primordial para más de la mitad de la población mundial. A nivel mundial, ocupa el segundo lugar después del trigo con respecto a superficie cosechada (Acevedo, Castrillo y Belmonte, 2006).

El arroz (*O. sativa* L), es un cultivo de mucha importancia en nuestro país y en el mundo. Las tierras irrigadas cubren aproximadamente la mitad de los campos de arroz del mundo y producen el 75% del suministro del arroz del mundo. La producción de arroz en el país se ha mantenido, pero en muchas ocasiones se ve mermada por distintos factores tales como, mal manejo del recurso hídrico, manejo de suelos y plaguicidas (FAO, 2006).

La Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), mostro que la superficie cosechada de arroz ha tenido un decremento del 2,21 %. El cultivo de arroz está localizado casi en su totalidad en la región Costa. Las provincias del Guayas y Los Ríos sumaron el 94,99 % de la superficie total cosechada de este producto. Se observa que la provincia de Guayas, es la que más se dedica al cultivo de arroz, con una participación del 69,78 % a nivel nacional en superficie cosechada, de igual forma su producción es superior a la de las demás provincias representando el 71,44 % de la producción total de la gramínea (D.E.A.A., 2017).

Los bioestimulantes son sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar su metabolismo. Esto último hace que las plantas puedan ser más resistentes ante condiciones adversas,

estrés (abiótico, biótico, hídrico, entre otros), plagas o enfermedades (Sunshine y Guerrero, 2014).

Los bioestimulantes son productos que solos o mezclados con fertilizantes contribuyen a mejorar el crecimiento de las plantas al agilizar procesos fisiológicos específicos (Benedetti, 2010).

La definición de bioestimulantes incluye a materiales orgánicos y microorganismos que son aplicados a los cultivos para mejorar la absorción de nutrientes, estimular el crecimiento, mejorar la tolerancia al estrés y la calidad de los mismos. Existen diversas categorías de bioestimulantes específicos (Veobides, Guridi, Vásquez, 2018).

La plata se ha utilizado desde la antigüedad en sus diferentes formas para almacenar líquidos o tratar heridas cutáneas, desde los años 90 del siglo XX el uso de una de sus variantes más diminutas se ha popularizado de nuevo (Orts-Gil, G, 2015).

La plata coloidal se compone de partículas de plata muy pequeñas cargadas eléctricamente, que varían de 1 a 10 nm de diámetro y están suspendidas en agua destilada. La estabilización de las cargas en presentaciones comerciales se ha hecho con albúmina y gnetina vegetal; actualmente, se utilizan otros compuestos para estabilizar el coloide, la carga y el tamaño, conocidas como nano partículas de plata (AgNPs) (Coutiño, 2015).

La plata coloidal es ampliamente utilizado como bactericida de frutas y legumbres, por lo que resulta pertinente analizar sus posibles implicaciones para la salud, con base en su actuación como xenobiótico, antígeno y disruptor hormonal (Coutiño, 2015).

Las experiencias largas y los experimentos han revelado que la plata combate la mayoría de los microorganismos patógenos en el mundo. Su actividad antimicrobiana radica en inhibir determinadas reacciones enzimáticas esenciales para el metabolismo (Ocaña, 2009).

Los bioestimulantes a base de plata coloidal y la guanidina polimérica ayuda a formar en las plantas una resistencia inespecífica (a los hongos, bacterias y virus), sistémica, duradera (durante 1-2 meses) y activar los procesos de crecimiento y biológicos, lo que repercute favorablemente en el incremento del rendimiento por cosecha y en el mejoramiento de la calidad de la producción (Del Monte, 2019).

1.1. Planteamiento del problema

El problema es que debido al uso de productos convencionales limita en gran parte el desarrollo adecuado de los cultivos, muchas veces problemas de salinidad o falta de agua ocasionan un estrés en las plantas, lo que originará un estancamiento del desarrollo vegetativo, problema tendrá repercusión en el rendimiento del cultivo.

El continuo uso de los mismos ingredientes activos para el control de enfermedades, puede generar una resistencia del patógeno a dichos ingredientes activos, en consecuencia, tendremos patógenos más resistentes que ocasionaran daños significativos y bajos rendimientos de los

cultivos. Debido a esta problemática existe la necesidad de utilizar métodos novedosos para su adecuado manejo y prevención

1.2. Justificación e importancia

El arroz se encuentra entre los principales productos de cultivos transitorios, por ocupar más de la tercera parte de la superficie en sus cultivos, es uno de los principales productos de consumo en los hogares ecuatorianos.

En las últimas décadas el cultivo de arroz en el Ecuador y específicamente en la zona de Taura, ha tenido una merma considerable en la producción, ya que el uso de productos convencionales y sin mucho aporte nutricional al cultivo, debido a esto existe la necesidad de utilizar un bio-estimulante que ayude al mejoramiento de procesos fisiológicos como: fotosíntesis, respiración, síntesis de proteínas, carbohidratos, ácidos nucleídos, lípidos, etc. Motivo por el cual se justifica la realización del presente trabajo de investigación.

Los bio-estimulante son sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar su metabolismo, cuando se aplican a las plantas o al suelo, ayuda al desarrollo del cultivo, aumenta el vigor, rendimiento y/o la calidad mediante la estimulación de procesos naturales que benefician el crecimiento y las respuestas a estrés biótico y/o abiótico.

La plata en pequeñas dosis, se combina con las proteínas de las células de la planta que regulan la acción de las fitohormonas y su contenido en el organismo de la planta. La plata reduce la actividad del etileno, la hormona de la maduración y estimula la producción de las auxinas, las hormonas del crecimiento. Todo esto en conjunto permite estimular el

desarrollo de un sistema radicular potente, aumentar el crecimiento, fortalecer el sistema inmunológico y proteger a la planta del estrés. La plata fortalece la fito-inmunidad debido a la activación de un sistema de respuesta de la planta a la aparición del patógeno (Del Monte 2019).

1.3. Objetivo general

- Se evaluó la eficiencia de la plata coloidal como bio-estimulante vegetal en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L).

1.4. Objetivos específicos

- Se evaluó el comportamiento agronómico del cultivo.
- Se determinó la dosis óptima económica y fisiológica de la plata coloidal.
- Se evaluó la incidencia de enfermedades en el cultivo

1.5. Hipótesis

La aplicación foliar de plata coloidal en dos ocasiones al inicio del macollamiento y al inicio del primordio floral, incrementa la producción y ayuda al control e incidencia de enfermedades.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

El arroz, símbolo de identidad cultural y unidad mundial, es el alimento más popular del mundo. Está presente en ceremonias religiosas, festivales, costumbres, platillos y festividades (FAO, 2003).

El arroz es una planta herbácea anual, de la misma familia que el trigo, la avena o el centeno. En términos económicos y sociales, posee una importancia singular, es el cultivo comercial comestible más importante del mundo (Gárgano, 2018).

Alrededor del 80% del arroz mundial es producido por agricultores en pequeña escala y se consume localmente. Los sistemas arroceros albergan una gran variedad de plantas y animales, que contribuyen también a mejorar la alimentación y los ingresos de las poblaciones rurales (FAO, 2003).

El arroz es un cereal que en Ecuador es de esencial importancia socioeconómica por ser el alimento básico en la dieta de los ecuatorianos, por su contenido proteico y por la costumbre de su consumo (Aldaz, Sevilla, Ponce, 2013)

El arroz es el cultivo de ciclo corto más extensamente cultivado en Ecuador. En términos nutricionales, esta gramínea es la que mayor aporte de calorías brinda a la dieta de todos los ecuatorianos (FAO, 2003).

2.2. Importancia del arroz

El arroz es considerado uno de los cereales más importante en nuestro país, de ciclo corto y más extensamente cultivado; debido a ser parte del alimento básico en dieta de los ecuatorianos y rubro de exportación, fuente de divisas para el país (INIAP. 2014).

Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, la superficie sembrada de arroz a nivel nacional fue de 301.853 hectáreas y donde la producción se concentra en la provincia del Guayas con el 72,7%(ESPAC, 2018).

La mayor causa de las pérdidas en la producción de arroz es el factor climático y que a pesar de esto; la provincia que más aporta en términos de producción es la provincia del Guayas y que en su estructura productiva el mayor número de UPAs del sector arrocero se encuentra en manos de los pequeños productores (Poveda, Andrade 2018).

El cultivo de arroz por ser originario de clima tropical, requiere de temperaturas de 25 a 30°C, necesita de suelos con pH 6,0-7,0 con buen contenido de materia orgánica (Andrade, Hurtado 2007).

Mientras que las condiciones necesarias para obtener un nivel óptimo de cultivo en la producción son niveles de lluvia de 800-1200 mm, los niveles de radiación deben ser de por lo menos 1000 horas de sol durante su ciclo vegetativo y la temperatura entre 22-30°C (Poveda et al. 2018).

2.3. Taxonomía del arroz

El arroz es una fanerógama, de tipo espermatofita, subtipo angiospermo; la taxonomía se detalla a continuación INIAP (2007),

Clase	Monocotiledónea
Orden	Glumiflorales
Familia	Gramineae
Subfamilia	Panicoideas
Tribu	Oryzeae
Subtribu	Oryzineas
Género	Oryza

Fuente: INIAP 2007

2.4. Morfología del arroz

La planta de arroz es anual semi acuática; que en climas tropicales puede sobrevivir al rebrotar luego de realizada la cosecha (Olmos, 2007).

(CIAT, 2005), exponen que para describir los órganos de la planta de arroz se ha dividido en dos:

2.4.1. Órganos vegetativos

2.4.1.1. Raíz

La planta de arroz posee dos raíces: las seminales que son poco ramificadas, de poca duración después de la germinación y las secundarias, adventicias o permanentes que son fibrosas y que brotan a partir de los

nudos subterráneos de los tallos jóvenes, se encuentran sobre la superficie del suelo (CIAT, 2005).

2.4.1.2. Tallo

La planta de arroz es una gramínea que posee tallos redondos y huecos, que está conformado por nudos y entrenudos. En el nudo se forman una hoja y una yema; la cual puede desarrollarse y formar una macolla. La yema se encuentra entre el nudo y la base de la vaina de la hoja y el entrenudo maduro es hueco y estriado. (INIAP, 2007).

2.4.1.3. Hojas

Las hojas están distribuidas en forma alterna o lo largo del tallo, en donde en cada nudo se desarrolla una hoja, la superior debajo de la panícula es la hoja bandera. La hoja está compuesta de la vaina, el cuello y la lámina. Una característica particular en el cuello de la hoja se encuentra la lígula y las aurículas que son estructuras que facilitan la identificación del cultivo frente a las malezas gramíneas (CIAT, 2005).

2.4.2. Órganos reproductivos

2.4.2.1. Inflorescencia

También nos indican que las flores están agrupadas en inflorescencia llamada panícula, que está ubicada sobre el nudo apical del tallo, la base de la panícula carece de hojas y yemas. La semilla de arroz, recién cosechado está formado por cariósido y por la cáscara, esta última conformada de glumas (Olmos, 2007).

2.4.2.2. Grano

El grano es un ovario maduro, seco e indehisciente. El arroz descascarado o cariósido, se conoce comercialmente como arroz integral;

el cual, debido a la presencia del pericarpio, es de color café. Para obtener en definitiva el arroz blanco, que es el que se comercializa en forma masiva, primeramente se procede a la extracción del pericarpio; posteriormente, y a través de un proceso de pulido, se elimina la testa, la capa de aleurona y el embrión. El producto industrial obtenido en definitiva y que se denomina arroz blanco o pulido, corresponde al endospermo amiláceo que forma parte de las semillas (CIAT, 2005).

El ciclo del cultivo de arroz se divide en dos etapas, la fase vegetativa que son los estadios de germinación, plántula y macollamiento y la fase reproductiva que es el inicio del primordio floral a emergencia de la panoja y emergencia de la panoja a madurez (Olmos, 2007).

2.5. Factores climáticos

Se manifiesta que en el cultivo de arroz, la temperatura es uno de los factores de mayor efecto en las etapas de crecimiento, desarrollo y producción de la planta; por lo que la acumulación de calor es la energía necesaria para completar un estado fenológico (Velázquez, Rosales, Rodríguez y Salas, 2015).

2.6. Características generales de la variedad de arroz sfl-011.

Una de las variedades más sembradas en el país ha sido la variedad SFL-011; semilla certificada con características ideales para el agricultor de excelente calidad y rendimiento en cultivos bajo riego (Pronaca, 2013). Las características se detallan a continuación.

Cuadro 2. Características generales de la variedad de arroz SFL-011

CARACTERÍSTICAS	SFL-011
Porcentaje de germinación	Mayor a 90%
Altura de la planta	126 cm
Macollamiento	Intermedio
Ciclo de cultivo	127 – 131 días promedio
Rendimiento de cultivo	6 a 8 TM/ha
Desgrane	Intermedio
Peso de 1000 granos en cáscara	29 gr.
Índice de pilado	67%
Grano largo	7.5 mm descascarado
Centro blanco	Ninguno
Tiempo de cosecha	Invierno: 122 días, Verano: 131 días
Tipo de siembra	Riego
Almacenamiento	Mantener en lugar seco
Método de siembra	Trasplante

Fuente: PRONACA 2013

2.7. Principales enfermedades del cultivo de arroz

2.7.1. Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*)

R. solani uno de los hongos más importantes reconocido como patógeno de plantas. Por lo general causa enfermedades en una amplia gama de hospederos, afectando tanto partes aéreas como subterráneas (Agrios, 2004).

Las principales sintomatologías de la enfermedad se manifiestan como manchas de color oscuro de forma elíptica que se tornan de color verde con centro blanco grisáceo, esta enfermedad puede ocasionar mermas del 50% en la producción del cultivo de arroz, según lo afirmado por (López, 2018).

Una de las condiciones para que se desarrolle la enfermedad es tener suelos húmedos y temperaturas que oscilan entre (20-25°C). La planta puede ser afectada por el patógeno dentro de las primeras cuatro semanas. El hongo sobrevive en restos de las cosechas anteriores (IICA, 2008).

2.7.2. Podredumbre parda de la vaina (*Gaeumannomyces graminis var graminis*)

El patógeno *G. graminis var graminis* es el agente causal de la enfermedad conocida como podredumbre parda de la vaina, es un hongo que permanece en los suelos, esta enfermedad ingresa principalmente por el sistema radicular, una vez alojada dentro de la planta comienza a desarrollarse y ocasiona la muerte de los hijos o macollos secundarios (Rodríguez, 2013).

Si la enfermedad ataca en estado de plántula produce una pudrición del tallo y raíces que conlleva a la muerte. En las hojas se hace una quema de color naranja y al observar la base de la planta se puede apreciar vainas de las hojas con marcas oscuras irregulares (Rodríguez, 2013).

2.7.3. Tizón de la vaina (*Pyricularia grisea*)

Según la Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG, 2003), manifiestan que la piricularia causada por el hongo *Pyricularia grisea*; es una de las enfermedades de mayor importancia en el cultivo de arroz, debido a que puede atacar a los diferentes órganos de la planta. Sus lesiones en el follaje pueden variar desde pequeños puntos de color café hasta lesiones en forma de rombo; por lo general presentan un centro grisáceo con o sin bordes café-rojizo, varían según la variedad del arroz y de acuerdo a las condiciones ambientales.

2.8. Bioestimulantes vegetal

Existe confusión con respecto al significado del término bioestimulante, y se han propuesto varias definiciones en el pasado. La mayoría de estas definiciones intentaron diferenciar entre bioestimulantes y fertilizantes y entre pesticidas y agentes de biocontrol y tenían la intención de promover la aceptación de bioestimulantes por regulaciones futuras (Du Jardín, 2015).

Los bioestimulantes vegetales podrían definirse como productos sintéticos o naturales con la capacidad de intervenir en distintos procesos fisiológicos de las plantas. Los bioestimulantes son sustancias biológicas que actúan potenciando determinadas rutas metabólicas y o fisiológicas de las plantas. No son nutrientes ni pesticidas pero tienen un impacto positivo sobre la salud vegetal (Mariasg 2013).

Los bioestimulantes vegetales o fitoestimulantes se aplican a las plantas o a la rizosfera e independientemente de su contenido de nutrientes, pueden contener sustancias, compuestos y/o microorganismos, cuyo uso funcional implica la mejora del desarrollo del cultivo, vigor, rendimiento y/o calidad mediante la estimulación de procesos naturales que benefician el crecimiento y las respuestas a diferentes condiciones adversas (Sunshine, et al., 2014).

Los bioestimulantes tienen varios puntos de acción en la planta. Estas sustancias trabajan tanto fuera como dentro de la planta, aumentando la disponibilidad de nutrientes, mejorando la estructura y fertilidad de los suelos, como también incrementando la velocidad, la eficiencia metabólica y fotosintética (Agrotterra, 2013).

Los bioestimulantes no son sustancias destinadas a corregir una deficiencia nutricional, son formulaciones que contienen diferentes hormonas en pequeñas cantidades junto con otros compuestos químicos como aminoácidos, vitaminas, enzimas, azúcares y elementos minerales (Agrotterra, 2013).

Los bioestimulantes promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, debido a que mejora el metabolismo de las plantas o el suelo; pero los cuales no deben ser usados para reemplazar a los fertilizantes. (Del Monte, 2019).

2.8.1. Importancia de los bioestimulantes vegetales

Los bioestimulantes agrícolas ejercen un efecto positivo en la salud de las plantas; debido a que mejoran la disponibilidad de nutrientes y optimizan su absorción, incrementando la tolerancia al estrés y por ende obteniendo como resultado una mejor calidad de la cosecha (Rodríguez., M, 2019).

Los bioestimulantes son de gran importancia debido a que actúan sobre la fisiología de las plantas de diferentes formas y vías para mejorar el rendimiento del cultivo y la calidad de la cosecha (Del Monte, 2019).

Los bioestimulantes agrícolas se encuentran entre los productos más antiguos que se han empleado en la agricultura, debido a su importancia de estimular el crecimiento de las plantas y por ende el rendimiento del cultivo (Alarcón, 2016).

2.9. Plata coloidal

La plata coloidal son suspensiones de partes de plata, mineral que ha sido utilizado desde hace siglos con fines medicinales y preventivos; ya que debido a sus propiedades ayuda a combatir hongos, virus, bacterias, microorganismos o levaduras (Ecovidasolar, 2019).

En un experimento realizado en el cultivo de fresas donde se evaluó las diferentes dosis de aplicación de plata coloidal para el control de enfermedades manifiesta que actúa como buen fungicida debido a que tiene mayor adhesión con bacterias y hongos; por lo que en su forma coloidal es estable y se dispersa fácilmente (Villavicencio, 2018).

En experimentos realizados en México en cultivos de papaya y jitomates es uso el uso de plata coloidal retardo el tiempo de propagación de hongos; lo que facilito la completa maduración sin provocar daños al fruto; por lo que concluyen que es buen fungicida aplicable a la preservación de jitomate y papaya de post-cosecha (López, Arteaga, Santos, Hernández y Elizalde, 2008).

La plata coloidal es un compuesto ampliamente utilizado como bactericida de frutas y legumbres (Coutiño, 2015).

Según (Del Monte, 2018), asegura que se observan diferencias estadísticas, altamente significativas para aplicaciones foliares con el preparado Zerebra Agro (plata coloidal) con respecto al tamaño de la raíz, de igual manera para el largo del brote, y número de frutos cuajados por rama en el cultivo de guanábana.

2.10. Características químicas y físicas de la plata coloidal comercial

Según Del Monte (2019), distribuidor autorizado del producto a base de plata coloidal en el país, informa que su modo de acción es formar en las plantas una resistencia inespecífica a hongos, bacterias y virus; es sistémico, duradera de 1 a 2 meses y activa los procesos de crecimiento y biológicos; donde al final se observa un incremento del rendimiento por cosecha y el mejoramiento de la calidad del producto. Las características químicas y físicas se detallan a continuación.

Cuadro 3. Características Químicas y Físicas Plata coloidal

Aspecto	Marrón a marrón rojizo. Opalescencia, ligera turbidez son aceptables
Olor	Inodoro
pH	$10 \pm 0,5$
Densidad	$1,010 \pm 5 \text{ kg / m}^3$ (20 °C)
Punto de fusión / punto de congelación	0°C
Punto de inflamación	No aplicable
Viscosidad	$1,1 \pm 0,05 \text{ mPa} \cdot \text{s}$

Fuente: Del Monte, 2019.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del ensayo

El presente trabajo de titulación se realizó en la hacienda “Martiz”, en la temporada lluviosa, meses comprendidos entre diciembre 2018 y abril 2019, el ensayo estuvo ubicado en el recinto Jaguito de la parroquia Taura, cantón Naranjal, provincia del Guayas.

3.2. Ubicación geográfica

Las coordenadas geográficas del área investigativa, fueron tomadas con la aplicación GPS test plus, Sistema WGS84, 2018.

Cuadro 4. Ubicación Geográfica

Latitud Sur	02° 21' 21.25"
Longitud Oeste	79° 40' 59.34"
Altitud m.s.n.m.	6

3.3. Características del suelo

El lugar de la realización de ensayo experimental contaba con un suelo franco limoso, tenía una topografía plana y sin presencia de bosques primarios

3.4. Materiales y equipos

El presente trabajo de investigación utilizo como material genético la semilla certificada INDIA SFL 011.

Herramientas/Equipos	Insumos/Fertilizantes
----------------------	-----------------------

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Pala• Azadón• Cinta Métrica• Piola• Latillas• Estacas• Brocha• Hoz• Bomba de mochila• Calculadora• Cámara• Balanza | <ul style="list-style-type: none">• Plata coloidal• Fijador• Coadyuvantes• Herbicidas• Insecticidas• Fungicidas• Bonanza Nitro• Sulfato de Potasio• Urea• Ácidos Húmicos |
|---|---|
-

3.5. Metodología de la investigación

3.5.1. Factores estudiados

Dosis óptima económica y fisiológica de la plata coloidal: 0, 250, 500, 750, 1000 y 1250 cc/ha.

3.5.2. Tratamientos evaluados

Las aplicaciones foliares de 6 dosis distintas de plata coloidal, en dos etapas, inicio del macollamiento, inicio del primor dio floral, en el cultivo de arroz, representan 6 tratamientos, con 4 repeticiones por cada tratamiento, como se muestra a continuación:

Cuadro 4. Tratamientos evaluados

N.- de tratamiento	Dosis de plata coloidal(cc/ha)
1	0
2	250
3	500
4	750
5	1000
6	1250

Dosis de plata coloidal aplicados; al inicio del macollamiento y al inicio del primordio floral.

3.5.3. Diseño experimental

En el presente trabajo se utilizó un diseño experimental de Bloques completamente al azar, con 6 tratamientos y 4 repeticiones.

3.5.4. Método estadístico

El análisis estadístico de los datos obtenidos se realizó con el método de análisis de la varianza (ANOVA), a continuación se detallaran las fuentes de variación y grados de libertad.

Cuadro 5. Análisis de la varianza

F de V		G.L.
Repeticiones	(r-1)	3
Tratamientos	(t-1)	5
Error experimental	(r-1) (t-1)	15
Total		23

3.5.5. Modelo estadístico

El modelo estadístico para este diseño es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varphi_{ij} \quad i = 1, \dots, t \quad j = 1, \dots, b$$

μ media general

τ_i efecto del i-ésimo tratamiento

β_j efecto del j-ésimo bloque

φ_{ij} error experimental en la unidad j del tratamiento i

$\varphi_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

3.5.6. Análisis funcional

La comparación de las medias de los tratamientos se realizó mediante la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

3.5.7. Especificaciones del ensayo

Cuadro 7. Descripción de la investigación; Evaluación de la plata coloidal como bioestimulante vegetal en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

PARAMETROS	CANT.
Total de unidades experimentales	24
Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	4
Separación entre bloque	1m
Distancia entre planta	0.25m
Distancia entre hilera	0.25
Longitud de la hilera	5m
Número de plantas por sitio	4
Área total del experimento	504 m ²

3.6. Manejo del experimento

3.6.1. Preparación de suelo

Para la preparación de suelo se realizaron dos labores, arado y fangueo.

3.6.1.1. Arado

La primera labor que se realizó fue la de arado, la cual consistió en la incorporación de material vegetativo de la cosecha anterior al suelo para su posterior descomposición, disgregar la mayor cantidad de bloques de arcilla para obtener una mejor aireación del suelo y desarrollo de la parte radicular de las plantas.

3.6.1.2. Fangueo con rotavator

El fangueo fue la segunda labor que se realizó, donde se utilizó un implemento agrícola llamado rotavator, el cual consiste en un apero provisto de cuchillas giratorias las cuales muelen los grandes terrones que deja el pase de arado, para una mejor preparación y des-compactación.

3.6.2. Semillero

Para la elaboración del semillero, se sumergió la semilla bajo agua por 24 horas, para que tenga una hidratación adecuada y lograr una germinación apropiada.

3.6.3. Trasplante

La labor de trasplante se realizó a los 20 días de colocada la semilla en las camas de germinación, una vez que las plántulas habían alcanzado la edad adecuada para el trasplante a campo, el distanciamiento que se utilizó fue de 25 cm entre planta y 25 cm entre hilera.

3.6.4. Riego

Para esta labor se utilizó el método de riego por inundación, consistió en llenar la piscina hasta que la lámina de agua alcance 10cm de altura, durante todo el ciclo de cultivo se realizaron 4 riegos. Se drenó el agua de la piscina 20 días antes de la cosecha.

3.6.5. Control de malezas

Para la labor del control de malezas se realizó la aplicación foliar en mezcla de los siguientes herbicidas:

Herbicidas	Dosis	Malezas
Atalar (Propanil+Triclopyr)	3 L/ha	Moco de pavo, (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.), Coquito, (<i>Cyperus rotundus</i> L.)
Clomit (clomazone)	1 L/ha	Paja de patillo, (<i>Echinochloa colona</i> L.)

Posterior a este control se realizaron dos deshierbas manuales.

3.6.6. Control de insectos plagas

Con respecto a la labor de control de plagas se hicieron aplicaciones foliares

Insecticida	Dosis	Insectos/plaga
Fiprogent (fipronil)	250cc/ha	Mosca minadora (<i>Hydrellia</i> sp)
Desnukador (Imidacloprid)	250cc/ha	Sogata (<i>Tagosodes orizicolus</i>)
Ortran (Acephate)	1kg/ha	Barrenador (<i>Diatraea saccharalis.</i>)
Methomex (Methomyl)	100g/ha	Chinche de la espiga (<i>Oleobulus metabus.</i>)

3.6.7. Control de hongos fito patógenos

Para esta labor se realizaron dos aplicaciones foliares, la primera a los 25 días después del trasplante (DDT) y la segunda a los 60 días de edad del cultivo.

Fungicida	Dosis	Patógeno/enfermedad
Rozzo (carbendacim + tebuconazole)	500cc/ha	Añublo de la vaina (<i>Rhizoctonia solani,</i>)
Libertaje (asoxistrobim + flutriafol)	250cc/ha	Complejo de hongos fito patógenos que ocasionan manchado de grano.

3.6.8. Aplicación de la plata coloidal

Esta labor se realizó en dos ocasiones durante el ciclo del cultivo, la primera se efectuó a los 25 DDT, al inicio del macollamiento, la segunda

aplicación se llevó a cabo a los 50 días de edad del cultivo, al inicio del primordio floral (punto de algodón), dichas aplicaciones se realizaron foliarmente utilizando una bomba de pulverización con las dosis anteriormente establecidas.

3.6.9. Fertilización

Esta labor se llevó a cabo de manera fraccionada en tres ocasiones durante el ciclo de cultivo, se aplicó de manera edáfica, en cada unidad experimental. La primera aplicación se realizó a los 20 DDT, la segunda, 15 días después y la tercera, 20 días después.

Fertilizante	Dosis
Bonanza Nitro (nitrógeno 38% - azufre 8%) +	510g
8-20-20 (nitrógeno 8% - fósforo 20% - potasio 20%)	85g
Humipower solid (ácido húmico).	30 g
Sulfato de potasio (Potasio 52% - Azufre 18%)	85g

3.6.10. Cosecha

La cosecha se llevó a cabo a los 125 DDT, todas las unidades experimentales habían alcanzado la madurez fisiológica del grano, dicha labor se realizó de forma manual y ordenada donde se utilizó una hoz, tronco para el chicoteo, los granos cosechados se almacenaron ordenadamente de acuerdo a la repetición y el tratamiento respectivo.

3.5. Variables estudiadas

3.5.1. Días a floración

Esta evaluación se llevó a cabo contando los días desde el trasplante hasta que el 50% de las plantas habían florecido.

3.5.2. Altura de planta

Esta evaluación se realizó 5 días antes de la cosecha se efectuó tomando 5 plantas del área útil, completamente al azar, la medición se realizó con una cinta métrica, desde la superficie del suelo hasta el ápice de la panícula más pronunciada.

3.5.3. Número de panículas por planta

Para realizar esta evaluación se tomó 5 plantas del área útil de forma aleatoria, se contaron el número de espigas por planta de cada unidad experimental.

3.5.4. Número de macollos por planta

Se tomaron 5 plantas al azar y se procedió a contar el número de macollos por planta de cada una de las unidades experimentales.

3.5.5. Número de granos sanos por panícula

Se tomaron 5 espigas de forma aleatoria con respecto al área útil, de las cuales se separaron los granos sanos de cada panícula.

3.5.6. Número de granos manchados por panícula

De las 5 espigas tomadas para la evaluación anterior, se separaron los granos manchados de cada panícula.

3.5.7. Número de granos vanos por panícula

Una vez recolectadas las 5 espigas de forma aleatoria se procedió a separar los granos vanos por panícula.

3.5.8. Peso de 1000 semillas

Para esta evaluación se contabilizaron 1000 granos con un 14% de humedad, se procedió a pesarlas en una balanza electrónica, se promedió y se expresó en gramos.

3.5.9. Longitud de panícula

Para esta variable se tomaron 5 panículas de cada unidad experimental, las cuales se midieron con una cinta desde el nudo ciliar hasta la punta del grano más pronunciado, se midió y se expresó en cm.

3.5.10. Rendimiento

Para la siguiente evaluación se utilizaron las producciones de cada unidad experimental expresadas en kg/ha, ajustándose a la humedad del grano al 14%, utilizando la siguiente formula.

$$\frac{(100 - HI) * PM}{10000} = HD * AC$$

10 000 HD AC

HD: humedad deseada

AC: área cosechada

HI: humedad inicial

PM: peso de la muestra

3.5.11. Estimación de la dosis óptima

En la obtención de la Dosis Óptima Fisiológica (DOF) y Económica (DOE) de plata coloidal, se utilizó la ecuación cuadrática cuyo modelo matemático es; $Y = b_0 + B_1PC + b_2PC^2$ (Gómez, 2006).

3.5.12. Evaluación de la incidencia de enfermedades

3.5.12.1. Evaluación de la incidencia de añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) y de podredumbre parda de la vaina (*Gaeumannomyces graminis var graminis*)

Para esta evaluación se tomaron 10 plantas al azar y de cada planta se contaron 10 macollos y se procedió a la evaluación de la incidencia de la enfermedad, en qué porcentaje está presente la enfermedad, el número de macollos afectados y se determinó el % de daño de acuerdo a la siguiente escala. Se realizaron dos evaluaciones a los 50 y 70 días después del transplante.

Escala IRRI para evaluación de *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis var. (Sacc.) Arx& D. L. Olivier* se describe en el siguiente cuadro.

Cuadro 7. Escala de severidad

Grado	%	Síntoma	Daño
0	0	Sin síntomas	Ninguno
1	1-5	Leve amarillamiento de la vaina	Incipiente
2	6-15	Quemado libre	Visible
3	16-30	Quemado leve – moderado 3cm	Poco severo
4	31-50	Quemado intenso 6cm	Medianamente severo
5	51-80	Quemado intenso 10cm	Severo
6	81-80	Quemado intenso mayor a 10cm	Extremadamente severo

Escala IRRI

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Días a floración

En esta variable no se realizó análisis de varianza ya que todas las plantas florecieron a los 70-75 días.

4.2. Ciclo de cultivo

Con respecto a la variable de ciclo de cultivo no se realizó análisis de varianza ya que cada una de las unidades experimentales concluyeron con un ciclo de 126 días.

4.3. Altura de planta

El análisis de la varianza presentó un valor altamente significativo para los tratamientos, el promedio general de esta variable fue de 126.7 cm, con un coeficiente de variación de 1,43% (Cuadro 1A).

Según el análisis de la varianza haciendo referencia a la variable altura de planta el tratamiento 4 con 375 cc/ha de plata coloidal presentó la mayor altura de planta promedio, con 130,8 cm, igual estadísticamente al tratamiento 3 con 250 cc/ha de plata coloidal, se obtuvo un promedio de 128,30 cm.

Con respecto a los tratamientos 2 con 250cc/ha, tratamiento 5 con 1000 cc/ha y tratamiento 6 con 1250 cc/ha de plata coloidal todos estos fueron iguales estadísticamente.

El testigo absoluto (sin aplicación) tuvo un valor promedio de 123,5 cm de altura.

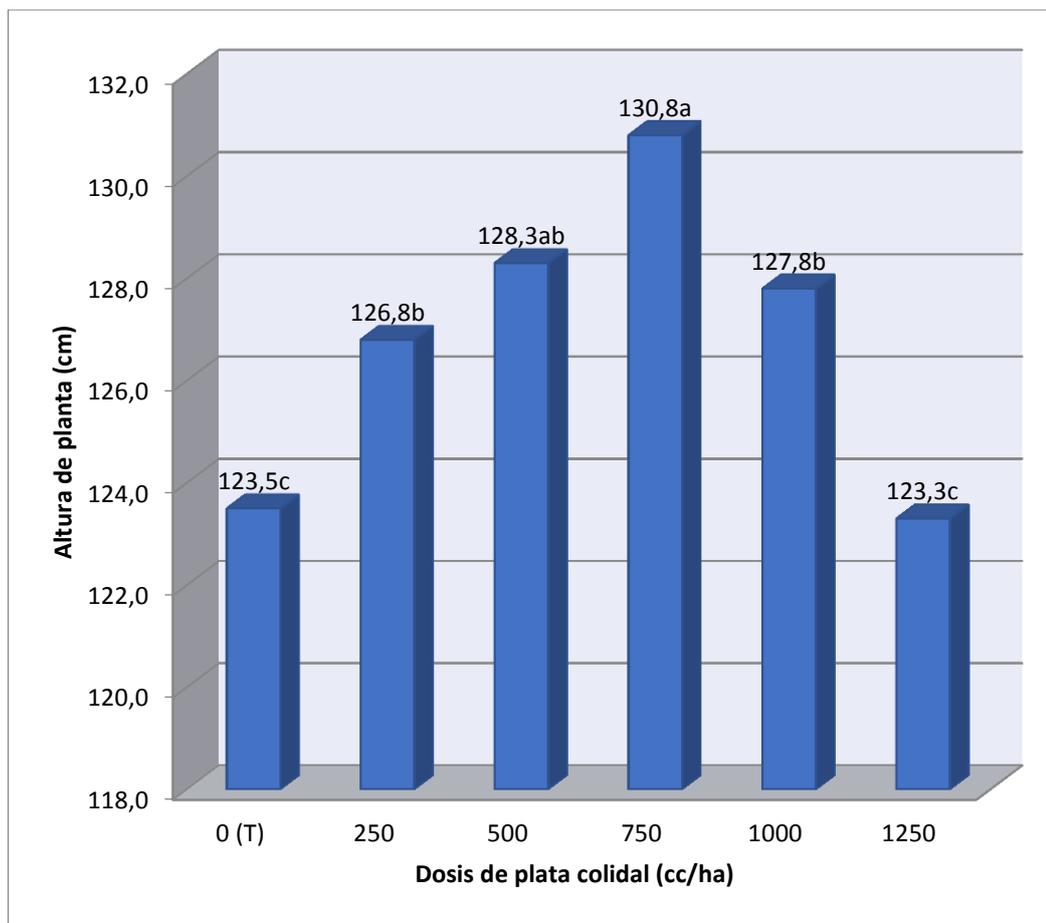


Gráfico 1. Promedios de altura de planta (cm) obtenidos por el efecto de la aplicación de la plata coloidal. Taura 2019

4.4. Número de panículas por planta

El análisis de la varianza presentó un valor altamente significativo para los tratamientos, el promedio general de esta variable fue de 26.58, con un coeficiente de variación de 4,66% (Cuadro 2A).

Con respecto al análisis de varianza el tratamiento 6 con 1250 cc/ha de plata coloidal presentó el mayor número de panículas por planta con 30.25, este tratamiento fue igual estadísticamente al tratamiento 5 con 1000 cc/ha de plata coloidal y al tratamiento 4 con 750 cc/ha de plata coloidal.

En lo que respecta a los demás tratamientos, no se encontró diferencia significativa, en el tratamiento 2 con 250 cc/ha de plata coloidal se obtuvo un promedio de 23.75 panículas por planta y en el tratamiento 3 con 500 cc/ha

de plata coloidal tan solo se obtuvo un promedio de 28.25, panículas por planta.

Haciendo referencia al testigo absoluto (sin aplicación) este tuvo un valor de 21,75 panículas por planta, muy inferior a todos los demás tratamientos.

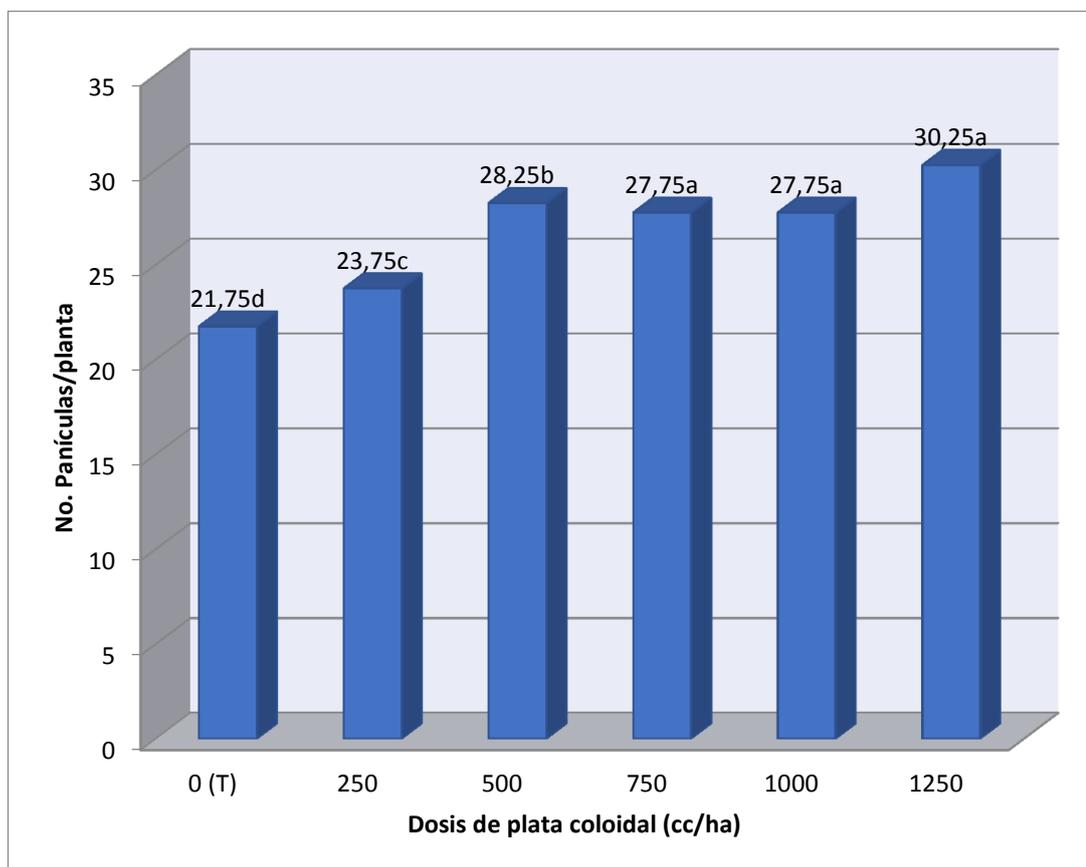


Gráfico 2. Promedios de número de panículas por planta obtenidos por efecto de la aplicación de plata coloidal. Taura 2019.

4.5. Número de macollos por planta

El análisis de la varianza presentó un valor altamente significativo para los tratamientos, el promedio general de esta variable fue de 26.91, con un coeficiente de variación de 3,88% (Cuadro 3A).

El tratamiento 6 con una dosis con 1250 cc/ha de plata coloidal presentó el mayor número de macollos por planta con 30.50 macollos en promedio y diferente estadísticamente de las demás dosis.

Los demás tratamientos con 1000 cc/ha, 750 cc/ha, 500 cc/ha de plata coloidal, fueron iguales estadísticamente y la dosis de 250cc/ha diferente de los demás.

En lo que confiere al tratamiento 1, el testigo absoluto (sin aplicación) tuvo un valor de 22,25 macollos por planta, siendo inferior a todos los demás tratamientos en estudio.

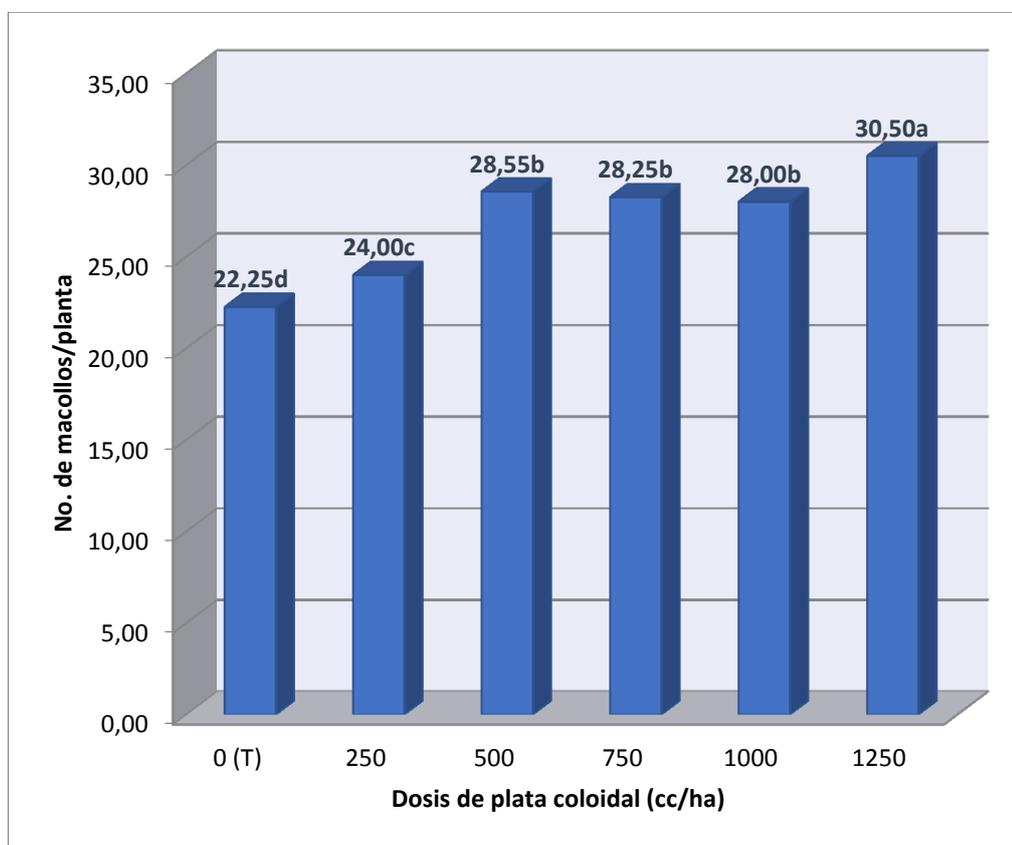


Gráfico 3. Promedios de número de macollos por planta obtenidos por efecto de la aplicación de plata coloidal. Taura, 2019.

4.6. Número de granos sanos por panícula

El análisis de la varianza presentó un valor significativo para los tratamientos, el promedio general de esta variable fue de 105,5417, con un coeficiente de variación de 17,2 % (Cuadro 4A).

El tratamiento con 1000 cc/ha de plata coloidal presentó el mayor número de granos sanos por planta con 120 granos, igual estadísticamente a las dosis 1250 - 750 - 500 y 250 cc/ha, el testigo absoluto (sin aplicación) que tuvo un valor de 70 grano.

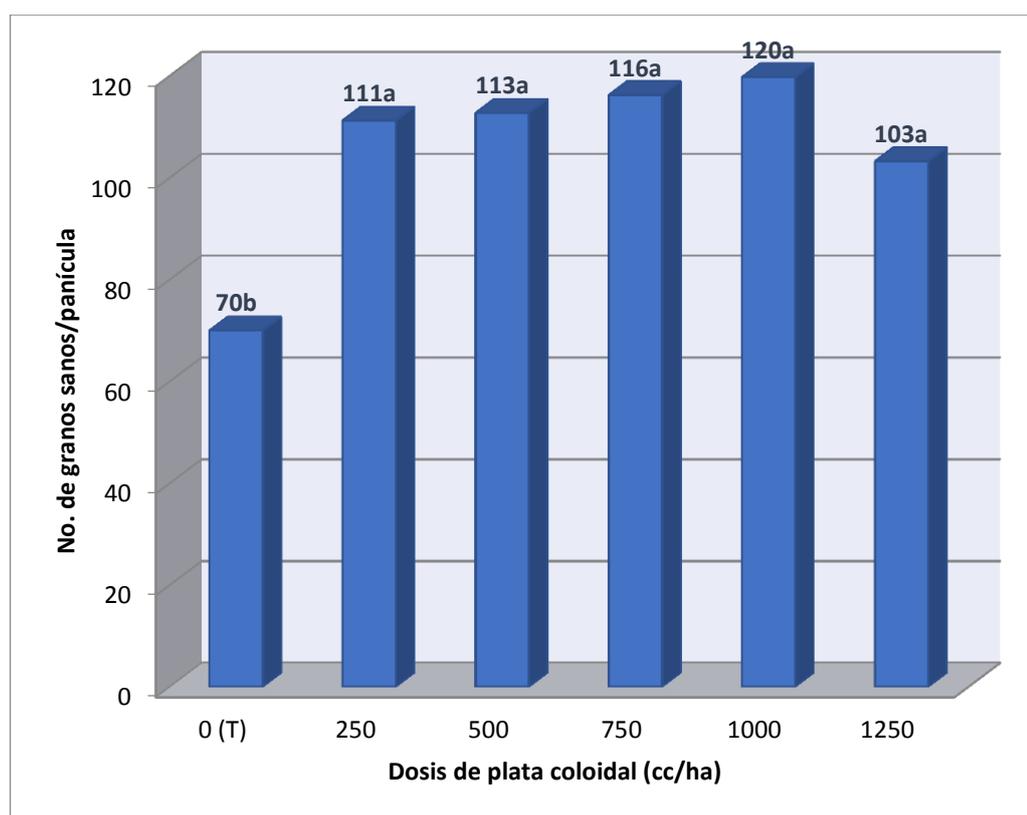


Gráfico 4. Promedios de número de granos sanos por panícula obtenidos por efecto de la aplicación de plata coloidal. Taura, 2019.

4.7. Número de granos manchados por panícula

El análisis de la varianza presentó un valor no significativo para los tratamientos, el promedio general de esta variable fue de 9,54, con un coeficiente de variación de 43,23 % (Cuadro 5A).

La dosis de 500cc/ha de plata coloidal fue estadísticamente diferente a lo demás y tuvo el mayor de granos manchados.

Las demás dosis fueron iguales estadísticamente y el menor número de granos manchados por panícula fue el testigo absoluto.

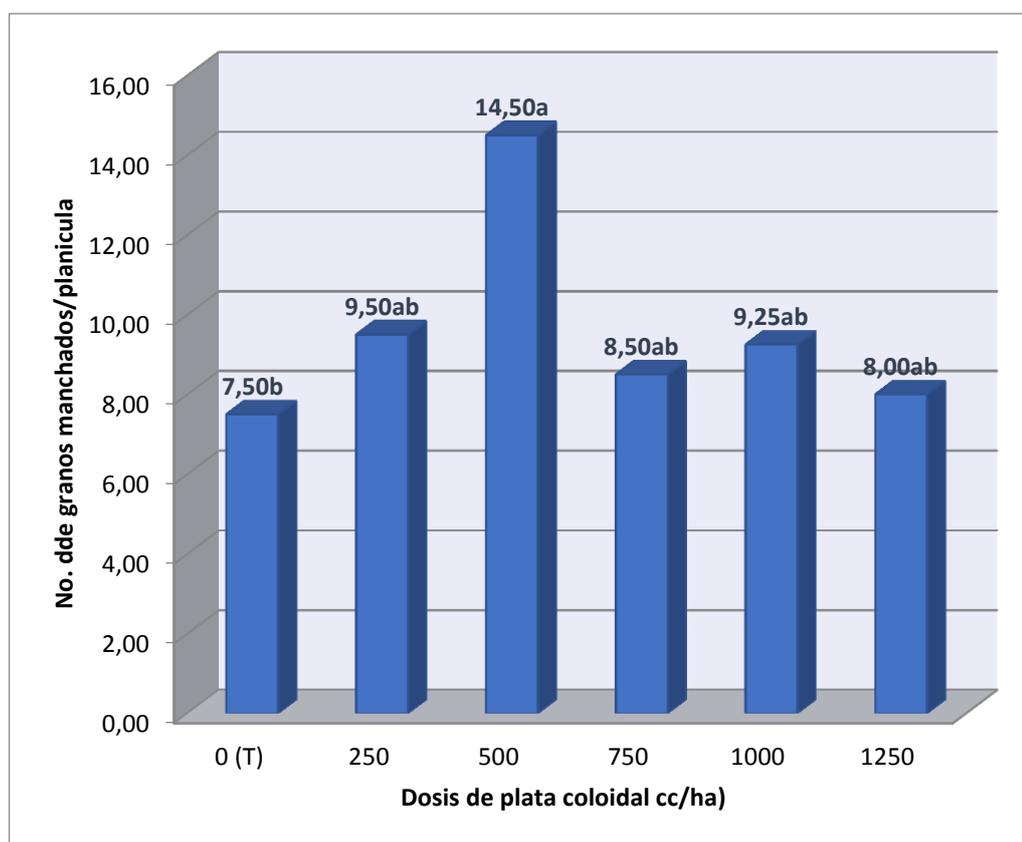


Gráfico 5. Promedios de número de granos manchados por panícula obtenidos por efecto de la aplicación de plata coloidal. Taura, 2019.

4.8. Número de granos vanos por panícula

El análisis de la varianza presentó un valor significativo para los tratamientos, el promedio general de esta variable fue de 34,45, con un coeficiente de variación de 27,34 % (Cuadro 6A).

El tratamiento con 750 cc/ha de plata coloidal presentó el mayor número de granos vanos por panícula con 41,00, igual estadísticamente a todos los tratamientos, el testigo absoluto (sin aplicación) tuvo un valor de 26,75.

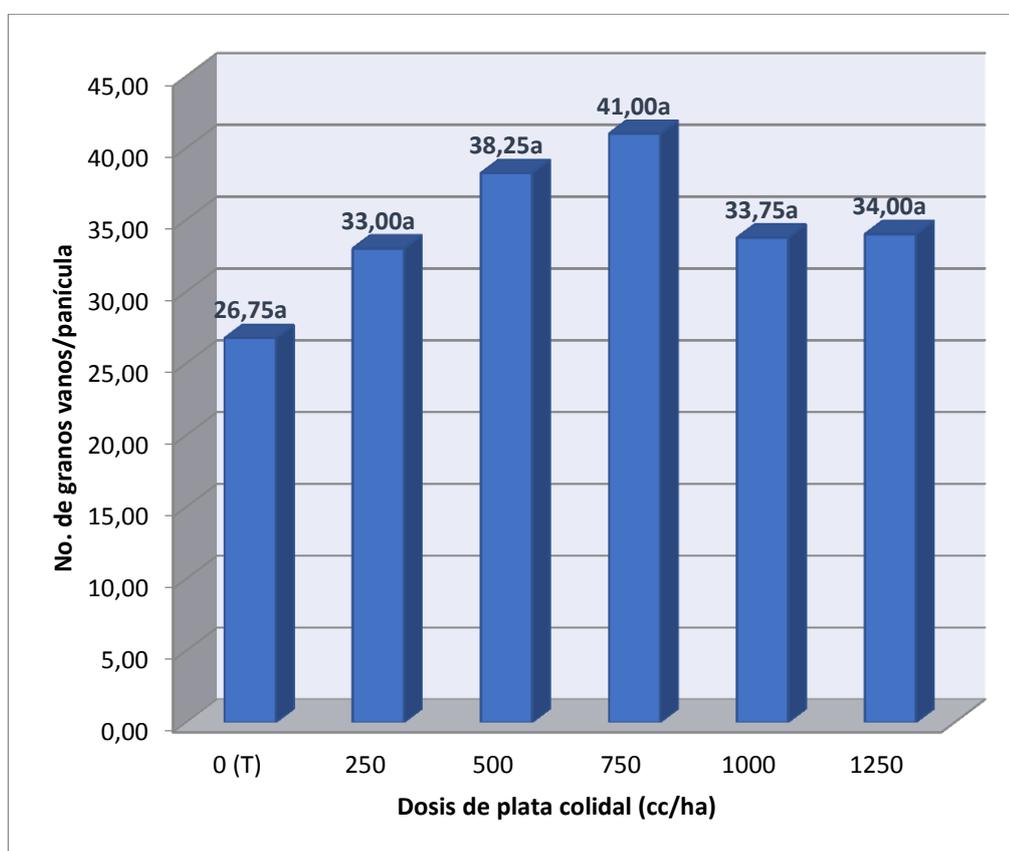


Gráfico 6. Promedios de número de granos vanos por panícula obtenidos por efecto de la aplicación de plata coloidal. Taura, 2019.

4.9. Peso de 1000 semillas (g)

El análisis de la varianza no presentó diferencias significativas para los tratamientos, el promedio general de esta variable fue de 28,23 g, con un coeficiente de variación de 5.05 % (Cuadro 7A).

El tratamiento con 1250 cc/ha de plata coloidal tuvo el mayor peso de mil semillas con 28,93 g, igual estadísticamente a todos los tratamientos, el testigo absoluto (sin aplicación) tuvo un valor de 28,08 g.

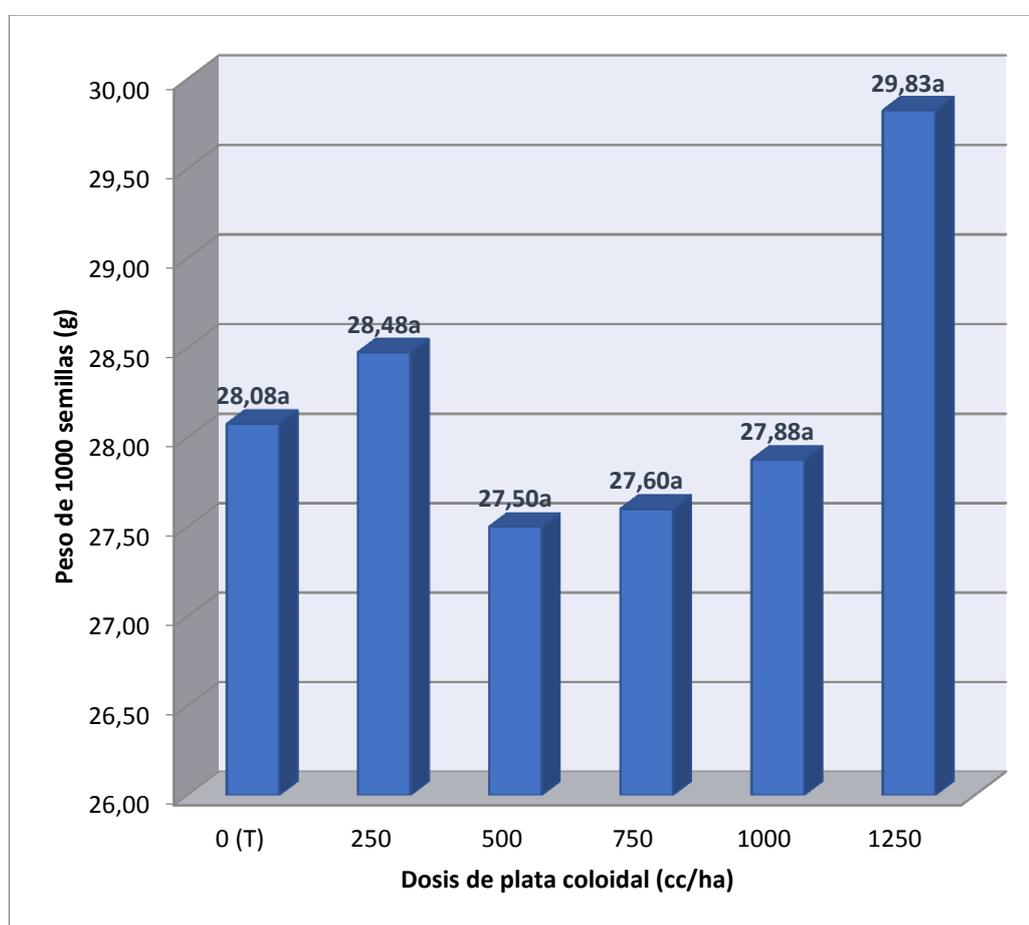


Gráfico 7. Promedios de peso de mil semillas obtenidos por efecto de la aplicación de plata coloidal, Taura, 2019.

4.10. Longitud de panícula

El análisis de la varianza presentó un valor altamente significativo para los tratamientos, el promedio general de esta variable fue de 33.22 cm con un coeficiente de variación de 5.90 % (Cuadro 8A).

Todas las dosis de plata coloidal fueron iguales estadísticamente, siendo el tratamiento 4 con 750 cc/ha de plata coloidal, el de mayor longitud de panícula con un promedio de 34.79 cm.

El tratamiento 1, testigo absoluto (sin aplicación), diferente estadísticamente tuvo un valor de 28,58cm.

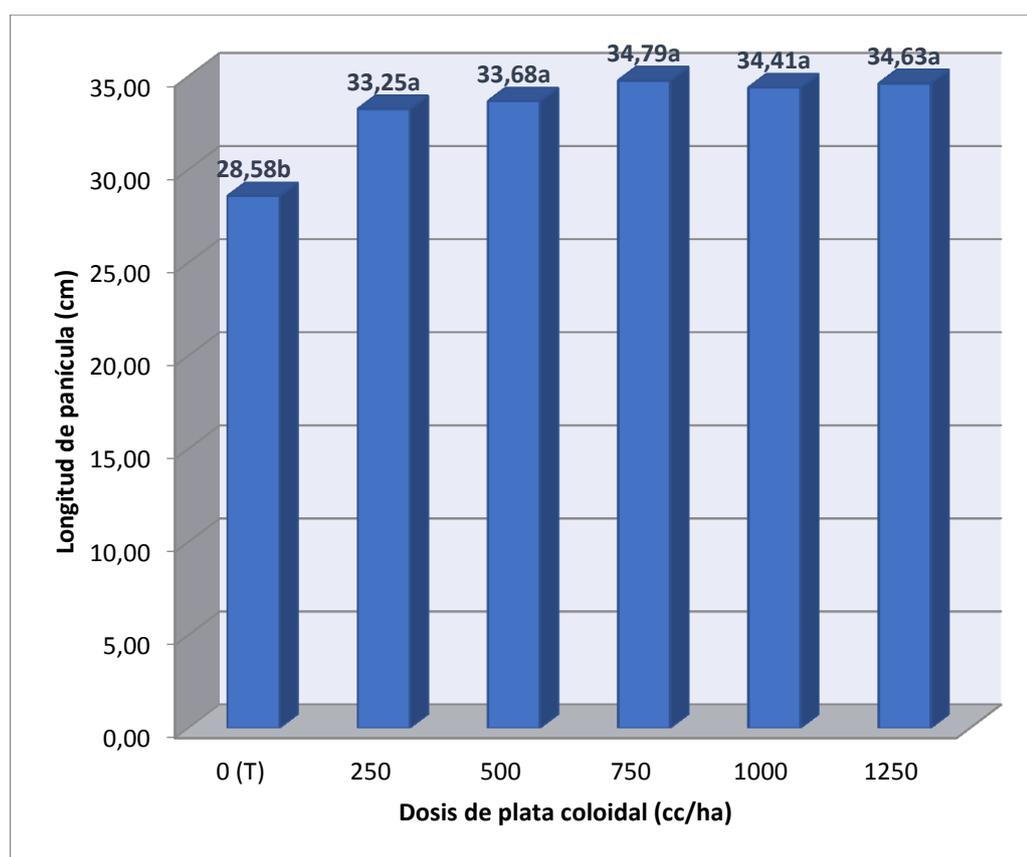


Gráfico 8. Promedios de longitud de panícula obtenidos por efecto de aplicación de plata coloidal. Taura, 2019.

4.11. Rendimiento

El análisis de la varianza presentó un valor altamente significativo para los tratamientos, el promedio general de esta variable fue de 6111.46 kg/ha con un coeficiente de variación de 5.85 % (Cuadro 9A).

El tratamiento con 750 cc/ha de plata coloidal presentó el mayor rendimiento promedio con 6805 kg/ha, igual estadísticamente a los tratamientos de 1000cc/ha de plata coloidal con un promedio 6587 kg/ha y 1250cc/ha de plata coloidal con un promedio de 6378 kg/ha.

Con respecto al tratamiento 1, testigo absoluto (sin aplicación), tuvo un rendimiento promedio de 5365 kg/ha, inferior a todos los tratamientos en estudio.

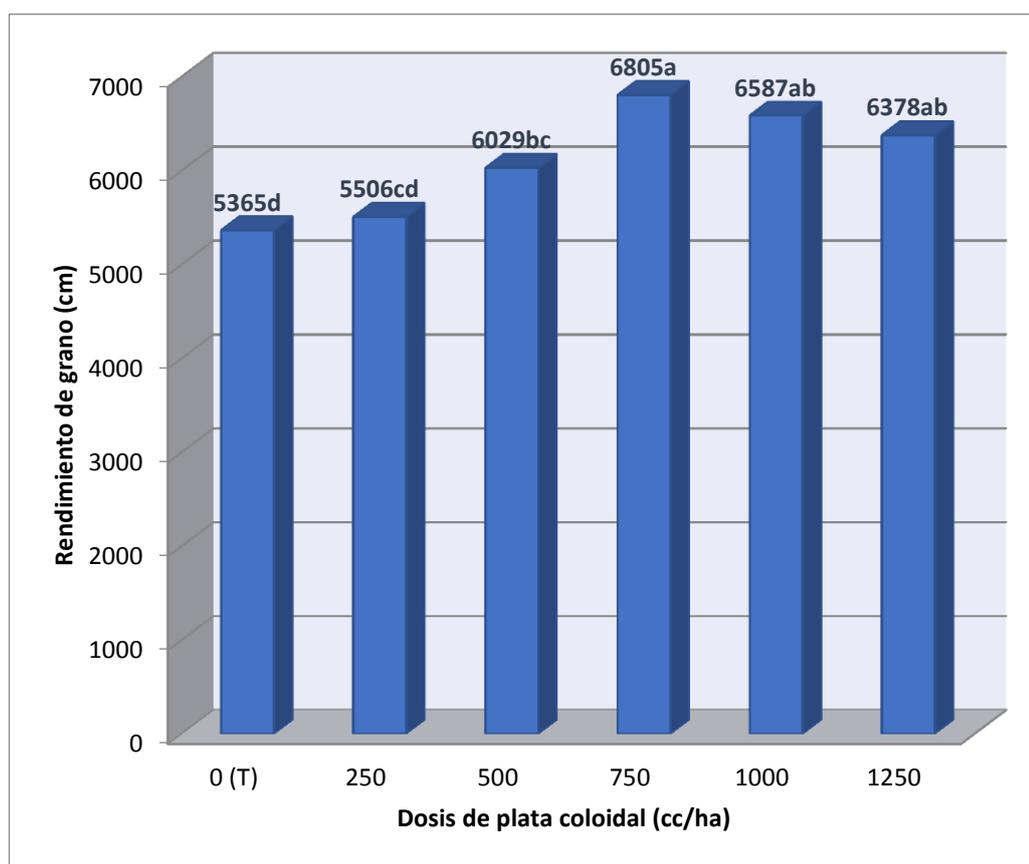


Gráfico 9. Promedios de rendimiento obtenidos por efecto de aplicación de plata coloidal. Taura, 2019.

4.12. Correlación entre variables

De acuerdo a la matriz de correlación de Pearson con las nueve variables experimentales, se encontró significancia estadística en diez correlaciones. El rendimiento de grano está debidamente relacionado con las variables longitud de panícula (LP), granos sanos/panícula (GSPP), número de panículas/planta (NPPP) y número de macollos/planta (NMPP).

Cuadro 8. Análisis de correlación de nueve variables, obtenido en el experimento con aplicación foliar de varias de dosis de plata coloidal en la variedad de arroz SFL-011.

Coeficientes de correlación Pearson, N = 24 Prob > r suponiendo H0: Rho=0									
	LP	GSPP	GMPP	GVPP	PMIL	ALTP	NPPP	NMPP	REND
LP	1.00000 <.0001	0.74232** 0.2863	0.22690 ^{N.S.} 0.0356	0.43080* 0.6749	0.09025 ^{N.S.} 0.0638	0.38417 ^{N.S.} 0.0050	0.55322** 0.0025	0.58876** 0.0017	0.60546**
GSPP	0.74232 <.0001	1.00000 0.7043	-0.08171 ^{N.S.} 0.6469	0.09854 ^{N.S.} 0.9325	-0.01827 ^{N.S.} 0.0327	0.43718* 0.0992	0.34450 ^{N.S.} 0.0865	0.35735 ^{N.S.} 0.0344	0.43324*
GMPP	0.22690 0.2863	-0.08171 0.7043	1.00000 0.0045	0.55939** 0.8151	-0.05040 ^{N.S.} 0.7138	0.07895 ^{N.S.} 0.6393	0.10081 0.7144	0.07879 0.8377	-0.04414
GVPP	0.43080 0.0356	0.09854 0.6469	0.55939 0.0045	1.00000 0.9884	-0.00315 0.1606	0.29575 0.2483	0.24514 0.1615	0.29512 0.0637	0.38432
PMIL	0.09025 0.6749	-0.01827 0.9325	-0.05040 0.8151	-0.00315 0.9884	1.00000 0.1852	-0.27997 0.5851	0.11732 0.7266	0.07529 0.4672	-0.15580
ALTP	0.38417 0.0638	0.43718 0.0327	0.07895 0.7138	0.29575 0.1606	-0.27997 0.1852	1.00000 0.3740	0.18996 0.3399	0.20364 0.1990	0.27172
NPPP	0.55322 0.0050	0.34450 0.0992	0.10081 0.6393	0.24514 0.2483	0.11732 0.5851	0.18996 0.3740	1.00000 <.0001	0.98884** 0.0070	0.53554**
NMPP	0.58876 0.0025	0.35735 0.0865	0.07879 0.7144	0.29512 0.1615	0.07529 0.7266	0.20364 0.3399	0.98884 <.0001	1.00000 0.0022	0.59484**
REND	0.60546 0.0017	0.43324 0.0344	-0.04414 0.8377	0.38432 0.0637	-0.15580 0.4672	0.27172 0.1990	0.53554 0.0070	0.59484 0.0022	1.00000

4.13. Dosis óptima fisiológica (DOF) y dosis óptima económica (DOE)

De acuerdo al Modelo propuesto por Gómez (2006), la DOE fue de 977,5 cc/ha de plata coloidal, mientras que la DOF, presentó un valor de 1046,7 cc/ha, obtenido con el modelo de regresión $\text{Rend} = b_0 + B_1PC + b_2PC^2$

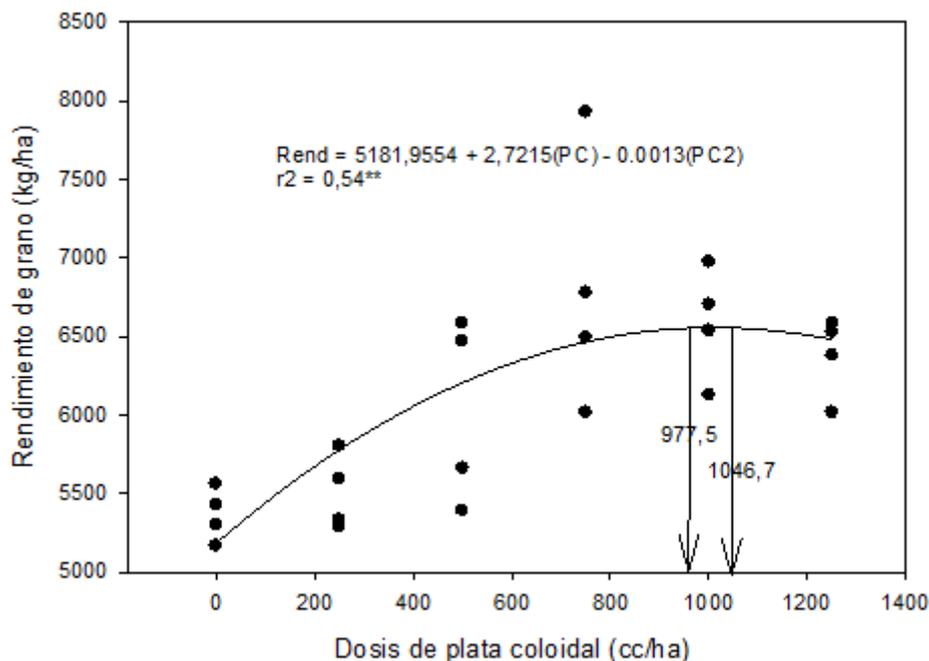


Gráfico 10. Estimación de la DOE y la DOF de plata coloidal en el rendimiento de arroz paddy.

4.14. Evaluación de la incidencia de enfermedades

De acuerdo con el análisis de la varianza en la primera evaluación de añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) efectuada a los 50 días después del trasplante, no se encontró diferencias significativa, en la segunda evaluación (70 días) si hubo significancia para los tratamientos, donde el tratamiento con la dosis de 1250 cc/ha de plata coloidal alcanzaron 7 plantas afectadas alcanzo el primordio más bajo conjuntamente con el tratamiento de 1000 cc/ha; en la primera evaluación hubo una incidencia más baja con respecto a la segunda.

En lo que respecta a podredumbre parda de la vaina (*Geumanomyces graminis var graminis*) en ambas evaluaciones, no se encontró significancia estadística, sin embargo, se observó una mayor incidencia en la segunda evaluación con un promedio de 5,11 plantas afectadas vs las 2,59 plantas afectadas de la primera evaluación.

Cuadro 9. Análisis de evaluación de enfermedades

Dosis plata coloidal (cc/ha)	<i>R. solani</i>		<i>G. gramnis var graminis</i>	
	1ra evaluacion	2da evaluacion	1ra evaluacion	2da evaluacion
0	3,33N.S.	7,625a	3,275N.S.	5,50N.S.
100	2,55	7,55a	2,85	4,93
200	2,80	7,475a	2,40	4,93
300	2,78	7,65a	2,25	5,53
400	2,85	7,35ab	2,35	4,95
500	2,73	7,00b	2,40	4,83
Promedio	2,84	7,44	2,59	5,11
C.V. (%)	13,79	3,56	25,32	8,50

4.15. Discusión

Con lo que respecta a la variable altura de planta se pudo evidenciar un desarrollo más dinámico, en el tratamiento 4 con una altura de 130,8 cm respecto al tratamiento testigo, con lo que podemos determinar que la altura de planta si se vio afectada positiva y significativamente en comparación al tratamiento testigo.

En las variables agronómicas direccionadas a número de panículas por planta (30.25), número de macollos por planta (30.50) se obtuvieron respuestas altamente significativas con la aplicación de plata coloidal, lo que se concuerda con (Del Monte, 2019), quien afirma que las aplicaciones de plata coloidal dirigidas foliarmente al cultivo de guanábana influyeron positivamente en lo que respecta al desarrollo de brotes, lo mismo para las variables número de flores por rama y número de frutos cuajados por rama.

Con respecto a la variable número de granos sanos por panícula se obtuvieron resultados significativos en el cual se determinó que en el tratamiento 5 hubo mayor número de granos sanos (120), es nos da a notar que el hecho de la aplicación de plata coloidal en el cultivo de arroz influye en el control del complejo de hongos y bacterias que ocasionan el manchado de grano, lo que concuerda con lo mencionado por (Villavicencio, 2018) de acuerdo a lo realizado en un cultivo de fresas donde se evaluó las diferentes dosis de aplicación de plata coloidal para el control de enfermedades manifiesta que actúa como buen fungicida.

La variable de rendimiento estadísticamente fue altamente significativa, de lo cual se puede inferir que la aplicación foliar de plata coloidal en dos etapas durante el ciclo de cultivo influye directamente en los rendimientos finales (6805 kg/ha) ya que se obtuvieron rendimientos muy por encima del tratamiento testigo (5365 kg/ha).

Las aplicaciones de plata coloidal enfocadas a la incidencia de las enfermedades más importantes de la zona como lo son añublo de la vaina (*Rizocthonia solani*) y podredumbre parda de la vaina (*Gaeumanomyces graminis var*), determinaron que existe significancia en la incidencia de la enfermedad Añublo de la vaina luego de la segunda aplicación de plata coloidal, de acuerdo con Coutiño (2015), la plata coloidal es un compuesto ampliamente utilizado como bactericida de frutas y legumbres.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación concluye lo siguiente.

- Agronómicamente en la mayoría de las variables experimentales medidas se observó respuesta a la aplicación de plata coloidal.
- El rendimiento de grano estuvo debidamente correlacionado con las variables longitud de panícula, granos sanos/panícula, número de panículas/planta y número de macollos/planta.
- En la variable granos sanos por panícula si reflejo una diferencia significativa, obteniendo el promedio más alto el tratamiento con 1000 cc/ha de plata coloidal.
- Las aplicaciones con dosis de 1250 cc/ha de plata coloidal mostraron los datos más altos con respecto a número de macollos y número de panículas por planta-
- La Dosis Óptima Económica (DOE) fue de 977,5 cc/ha de plata coloidal, mientras que la Dosis Óptima Fisiológica (DOF), presentó un valor de 1046,7 cc/ha de plata coloidal.
- Las enfermedades que más incidieron fueron Añublo de la vaina (*Rizocthonia solani*), podredumbre parda de la vaina (*Gaeumanomyces graminis var graminis*), en el tratamiento 6 (1250 cc/ha) se obtuvo una incidencia más baja con respecto a Añublo de la vaina (*R. solani*) en la segunda evaluación, todo lo contrario, con (*G. graminis var graminis*), ya que no se encontró significancia.

De acuerdo a las conclusiones mencionadas se plantean las siguientes recomendaciones para futuros trabajos de investigación.

- El uso de plata coloidal aplicado al inicio de macollamiento (25 días después del trasplante) y la segunda antes del primordio floral (50 días después del trasplante) en dosis de 970 a 1050 cc/ha, en el cultivo de arroz para obtener incrementos de la producción y reducir la incidencia de añublo de la vaina (*R. solani*).
- Validar resultados realizando estudios del comportamiento agronómico en otras especies vegetales de interés agrícola.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, M. A., Castrillo, W. A., & Belmonte, U. C. (2006). Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía Tropical*, 56(2), 151-170. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000200001&lng=es&tlng=es
- Agrios, G. 2004. *Fitopatología*. Editorial Limusa S.A. México. p 358.
- Agroterra., (14 de marzo de 2013). Bioestimulantes, usos y composición [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.agroterra.com/blog/descubrir/bioestimulantes-uso-y-composicion/77229/>
- Aldaz, V., Sevilla, R., Ponce, o., (2013). *“Análisis de la situación socio-económico de los pequeños productores de arroz del cantón urdaneta y la implementación de un plan de comercialización directa para mejorar su nivel de vida”*(Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Alarcón, T. A. (2016). Respuesta de cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) a la aplicación de tres dosis de evergreen y biosilen condiciones de secano en la zona de Mocache. (tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Rios, Ecuador.
- Andrade. F., Hurtado. J., 2007. Manual del cultivo de arroz, Factores ambientales para el desarrollo del cultivo de arroz. E.E. Boliche, INIAP. Manual N.66. Guayas-Ecuador. s.e. p 7 y 8.
- Benedetii A. 2010. Caracterización de las propiedades bioestimulantes de los fertilizantes. Research Center for Plant and Soil Systems del Ministerio de Agricultura de Italia. Recuperado de <http://www.newaginternational.com/es/actual/ProductosTendencias201007C.p df>

- Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. (2005). Morfología de la planta de Arroz. Cali, Colombia.
- Centro Mundial de Pesca, FAO (2006). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación y el centro mundial de pesca roma, 2006, Cultivo de peces en campos de arroz.
- Coutiño, E. (2015). Plata Coloidal: Xenobiótico, Antígeno y Disruptor Hormonal. Instituto de Salud Pública y Facultad de Biología Universidad Veracruzana. REB 34(1): 10-25. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-19952015000100010
- Del Monte. (2019) Ficha Técnica Zerebra Agro. Recuperado de <https://prezi.com/p/fq9duydoiqfe/zerebra-agro-del-monte-ag/>
- Dirección de Estadísticas Agropecuarias y Ambientales (2017). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2017. Recuperado de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/informe_ejecutivo_espac_2017.pdf
- Du Jardin P. (2015). Plant biostimulants: Definitions, concept, main categories and regulations. Sc. Horticulturae 196:3–14.
- Ecovidasolar, (11 de octubre de 2016). Cómo hacer plata coloidal en casa. Dosis y conservación. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.ecovidasolar.es/blog/como-hacer-plata-coloidal-en-casa/revisar-como-se-cita-de-un-blog>
- FAO., (2003). Símbolo de identidad cultural y de unión entre los pueblos, recuperado de, <http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/24159-es.html>
- FAO., (2006). Cultivo de peces en campos de arroz. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a0823s.pdf>

Gárgano, C. Ciencia, Tecnología y Mercado: Investigaciones en Arroz en el INTA Argentino. *Scielo*, vol. 13 (no.1). Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27242018000100075

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria INIA. (2018). Manual de Identificación de Enfermedades y Plagas en el cultivo de Arroz. Uruguay. ISBN 978-9974-38-391-3. ISSN 1510-7396.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (2007). Manual de Cultivo de Arroz. Estación Experimental Boliche. Guayas, Ecuador.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (2014). ARROZ Estación Experimental Boliche. Guayas, Ecuador, recuperado de, <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rarroz>

INIAP. (2011). Recuperado el 09 de Octubre de 2015, de Manual de producción de arroz de calidad en el Ecuador: www.concope.gov.ec/Ecuaterritorial/paginas/42-Apoyo_Agro/Tecnologia_innovacion/Agricola/Cultivos_Tradicionales/Manuales/Marroz_quinoa/Manual_Arroz.htm.

IICA (2008), Guía de identificación y manejo integrado de enfermedades, recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/B0891E/B0891E.pdf>.

Guido Poveda Burgos y Carmen Andrade Garófalo (2018): “Producción sostenible de arroz en la provincia del Guayas”, Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (marzo 2018). Recuperado de:

<https://www.eumed.net/rev/cccss/2018/03/produccion-arroz-ecuador.html>

[//hdl.handle.net/20.500.11763/cccss1803produccion-arroz-ecuador](https://hdl.handle.net/20.500.11763/cccss1803produccion-arroz-ecuador)

- López, B., Arteaga, V., Santos, R., Hernández, A., y Elizalde, P., (s.f.)
Aplicación de Plata coloidal como fungicida para la conservación de la
papaya y el jitomate en poscosecha. México.
- Lopez., J, (2018),Efecto de tres biorreguladores (micor-9, trichoderma-4 y
bacillus-5), sobre patógenos en el cultivo de arroz (oryza sativa l.) en
la zona de balzar, (tesis pregrado), Universidad de Guayaquil, Guayas,
Ecuador.
- Mariasg, 2013. El blog de Agrotterra, Bioestimulantes, uso y composición.
Recuperado de:
[http://www.agrotterra.com/blog/descubrir/bioestimulantesuso-y-
composicion/77229/](http://www.agrotterra.com/blog/descubrir/bioestimulantesuso-y-composicion/77229/)
- Moreno, AB. 2015. Rendimientos de arroz en cáscara en el ecuador, primer
cuatrimestre del 2015. Dirección de Análisis y Procesamiento de la
Información, Coordinación General del Sistema de Información
Nacional Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
Quito, Ecuador.
- Ocaña, B, (2009). *Estudio de la toxicidad sub-cronica de la nano plata en
ratas winstar*. (Tesis de pregrado). Escuela superior politecnica de
Chimborazo. Chimborazo, Ecuador.
- Olmos, S. (2007). Apunte de Morfología, Fenología, Ecofisiología y
Mejoramiento Genético del Arroz. Argentina.
- Orts-Gil, G. (8 octubre 2015). Cócteles de plata coloidal: riesgo sin
beneficio.[Mensaje en un blog]. Recuperado de
[https://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-
quimica/57/posts/ccteles-de-plata-coloidal-riesgo-sin-beneficio-13603](https://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/57/posts/ccteles-de-plata-coloidal-riesgo-sin-beneficio-13603)
- Poveda, G. y Andrade, C. (2018). Producción sostenible de arroz en la
provincia del Guayas. Revistas Contribuciones a las Ciencias
Sociales. Recuperado en 14 de agosto de 2019,
[https://www.eumed.net/rev/cccss/2018/03/produccion-arroz-
ecuador.html](https://www.eumed.net/rev/cccss/2018/03/produccion-arroz-ecuador.html)

- Pronaca. 2013. India: Semillas de arroz. Variedad SFL-11. Recuperado de <http://www.pronaca.com/site/principalAgricola.jsp?arb=1099&cdgPa d=2 6&cdgCat=7&cdgSub=8&cdgPr=753>
- Rodriguez., M (15 de febrero de 2019), Los biostimulantes, alternativa para mejorar cosechas, El Productor, recuperado de <https://elproductor.com/articulos-tecnicos/los-biostimulantes-alternativa-para-mejorar-cosechas/>.
- Rodríguez, D. 2013. Mancha naranja (*Gaeumannomyces graminis* var. *graminis*), nuevo patógeno está afectando los cultivos de arroz en Costa Rica, CONARROZ, Corporación Arroceras Nacional, Costa Rica, Recuperado de <http://www.conarroz.com>
- SAG. « Manual Técnico del Cultivo de arroz (*Oryza sativa*) .» De Dirección de ciencia y tecnología Agropecuaria. COMAYAGUA , HONDURA : Secretaria de Agricultura y Ganadería , 2013
- Secretaría de Agricultura y Ganadería SAG. (2003). Manual Técnico para el Cultivo de Arroz. Comayagua, Honduras.
- Sunshine, F., Guerrero, W., (2014). *Bioestimulantes en El Crecimiento Y Desarrollo Del Fruto Del Pimentón*. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=gt4EoAEACAAJ&dq=bioestimulantes+agricultura&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjvpo3Wgq7kAhUDnq0KHUTeDZ4Q6AEIJzAA>
- Velázquez, J., Rosales, A., Rodríguez, H., y Salas, R. (2015). Determinación de las Etapas de inicio de macollamiento, inicio de primordio, floración y madurez en la planta de arroz, con el sistema S, V y R correlacionado con la sumatoria térmica. *Agronomía Costarricense* 39(2): 121-129. ISSN: 0377-9424/2015.
- Veobide, H., Guridi, F., Vásquez, V., Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Scielo*, vol. 39 no. 4. Recuperado de

<https://www.um.es/documents/378246/2964900/Normas+APA+Sexta+Edici%C3%B3n.pdf/27f8511d-95b6-4096-8d3e-f8492f61c6dc>

Villavicencio, B. L. (2018). *Respuesta fitosanitaria del cultivo de Fresa (Fragaria spp.) bajo cubierta a la aplicación de plata coloidal a tres dosis*. (Tesis de Pregrado). Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca, Ecuador.

ESPAC, (2018). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Recupero de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2018/Presentacion%20de%20principales%20resultados.pdf

Anexos

Cuadro 1A. Análisis de la varianza de la variable altura de planta en centímetros.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Repeticiones	3	25.4583333	8.4861111	2.58N.S.	0.0920
Tratamientos	5	168.2083333	33.6416667	10.24**	0.0002
Error exp.	15	49.2916667	3.2861111		
Total	23	242.9583333			
Promedio	126.7				
	cm				
C.V. (%)	1.43				

N.S: No significativos; *: Significativo al 5 % de probabilidad; **: Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 2A. Análisis de varianza de la variable número de panículas por planta.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Repeticiones	3	7.5000000	2.5000000	1.63N.S.	0.2244
Tratamientos	5	201.3333333	40.2666667	26.26**	<.0001
Error exp.	15	23.0000000	1.5333333		
Total	23	231.8333333			
Promedio	26.58333				
C.V. (%)	4.658100				

N.S: No significativos; *: Significativo al 5 % de probabilidad; **: Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 3A. Análisis de la varianza de la variable número de macollos por planta.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Repeticiones	3	3.1666667	1.0555556	0.97N.S.	0.4330
Tratamientos	5	194.3333333	38.8666667	35.69**	<.0001
Error exp.	15	16.3333333	1.0888889		
Total	23	213.8333333			
Promedio	26.91667				
C.V. (%)	3.876774				

N.S: No significativos; *: Significativo al 5 % de probabilidad; **: Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 4A. Análisis de la varianza de la variable número de granos sanos por panícula.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Repeticiones	3	1.81833333	0.60611111	0.30N.S.	0.8260
Tratamientos	5	14.73500000	2.94700000	1.45N.S.	0.2633
Error exp.	15	30.47166667	2.03144444		
Total	23	47.02500000			
Promedio	28.22500				
C.V. (%)	5.049734				

N.S: No significativos; *: Significativo al 5 % de probabilidad; **: Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 5A. Análisis de la varianza de la variable número de granos manchados por panícula.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Repeticiones	3	89.45833333	29.81944444	1.75	0.1994
Tratamientos	5	129.2083333	25.84166667	1.52NS	0.2427
Error exp.	15	255.2916667	17.01944444		
Total	23	473.9583333			
Promedio	9.541667				
C.V. (%)	43.23629				

N.S: No significativos; *: Significativo al 5 % de probabilidad; **: Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 6A. Análisis de la varianza de la variable número de granos vanos por panícula.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Repeticiones	3	230.7916667	76.9305556	0.87	0.4799
Tratamientos	5	477.7083333	95.5416667	1.08N.S.	0.4121
Error exp.	15	1331.4583333	88.763889		
Total	23	2039.958333			
Promedio	34.45833				
C.V. (%)	27.34160				

N.S: No significativos; *: Significativo al 5 % de probabilidad; **: Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 7A. Análisis de la varianza de la variable peso de 1000 semillas en gramos.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Repeticiones	3	1.81833333	0.60611111	0.30	0.8260
Tratamientos	5	14.73500000	2.94700000	1.45N.S.	0.2633
Error exp.	15	30.47166667	2.03144444		
Total	23	47.02500000			
Promedio	28.22500				
C.V. (%)	5.049734				

N.S: No significativos; *: Significativo al 5 % de probabilidad; **: Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 8A. Análisis de la varianza de la variable longitud de panícula en cm.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Repeticiones	3	2.9312500	0.9770833	0.25N.S.	0.8571
Tratamientos	5	110.5870833	22.1174167	5.75**	0.0037
Error exp.	15	57.6612500	3.8440833		
Total	23	171.1795833			
Promedio	33,22				
C.V. (%)	5,90				

N.S: No significativos; *: Significativo al 5 % de probabilidad; **: Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 9A. Análisis de la varianza de la variable rendimiento.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Repeticiones	3	1947328.792	649109.597	5.08	0.0127
Tratamientos	5	6837138.708	1367427.742	10.69**	0.0002
Error exp.	15	1918502.46	127900.16		
Total	23	10702969.96			
Promedio	6111.458				
C.V. (%)	5.851816				

N.S: No significativos; *: Significativo al 5 % de probabilidad; **: Significativo al 1% de probabilidad.



Figura 1A. Siembra de trasplante.



Figura 2A. Efectividad del control de malezas.



Figura3A. Desarrollo del cultivo.



Figura4A. Primera aplicación de plata coloidal, 25 días después del trasplante.



Figura5A. Cinco días después de la aplicación de plata coloidal.



Figura 6A. Desarrollo del cultivo 40 días después del trasplante.



D. Baque UG 2019

Figura 7A. Producto Zerebra Agro, plata coloidal



D. Baque UG 2019

Figura 8A. Evaluación de enfermedades.



Figura7A. Visita del tutor de trabajo de titulación.



Figura8A. Toma de datos de las variables altura de planta, número de macollos y espigas por planta.



D. Baque UG 2019

Figura9A. Vista panorámica de los tratamientos del ensayo



D. Baque UG 2019

Figura 10A. Cosecha.



D. Baque UG 2019

Figura 13A. Peso de 1000 semillas