

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA
MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



“FITORREGULADORES APLICADOS A LA SEMILLA DE
ARROZ (*Oryza sativa* L.) PARA MEJORAR EL VIGOR DE
PLÁNTULAS EN EL ALMÁCIGO”

Presentado por:

CHRISTOPHER OMAR EGOAVIL RETUERTO

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

Lima - Perú

2016

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**“FITORREGULADORES APLICADOS A LA SEMILLA DE ARROZ
(*Oryza sativa* L.) PARA MEJORAR EL VIGOR DE PLÁNTULAS EN EL
ALMÁCIGO”**

Presentado Por:

CHRISTOPHER OMAR EGOAVIL RETUERTO

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Dr. Oscar Loli Figueroa
PRESIDENTE

.....
Ing. Mg. Sc. Elizabeth Heros Aguilar
PATROCINADOR

.....
Dr. Jorge Jiménez Dávalos
MIEMBRO

.....
Dr. Hugo Soplín Villacorta
MIEMBRO

Lima - Perú

2016

INDICE GENERAL

I.	RESUMEN	1
II.	INTRODUCCION.	2
III.	REVISION DE LITERATURA	4
IV.	MATERIALES Y METODOS.	12
4.1	MATERIAL EXPERIMENTAL.	12
4.1.1	GENERALIDADES.	12
4.1.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS EN ESTUDIO.	12
4.2	AMBIENTES.	14
4.2.1	DESCRIPCIÓN.	14
4.2.2	DATOS METEOROLÓGICOS.	14
4.2.3	SUELOS.	14
4.3	DISEÑO EXPERIMENTAL	17
4.4	CONDUCCIÓN DE LOS EXPERIMENTOS	17
4.4.1	PREPARACIÓN DE SUELO.	17
4.4.2	MARCADO DE LOS ENSAYOS.	17
4.4.3	LABORES DE PRE-SIEMBRA.	20
4.4.4	LABORES DE SIEMBRA.	22
4.4.5	CONTROL DE MALEZAS.	22
4.4.6	RIEGOS.	22
4.4.7	FERTILIZACIÓN.	23
4.4.8	CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.	23
4.4.8	MUESTREO.	23
4.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	24
V.	RESULTADOS Y DISCUSION.	26
5.1	ANÁLISIS DE VARIANCIA DE PESO DE MATERIA SECA EN PLÁNTULA DE ARROZ.	26
5.1.1	PESO DE MATERIA SECA EN PLÁNTULA DE ARROZ.	27
5.2	ANÁLISIS DE VARIANCIA DE PESO DE MATERIA SECA DEL ÁREA FOLIAR EN PLÁNTULA DE ARROZ.	31

5.2.1 PESO DE MATERIA SECA DEL ÁREA FOLIAR EN PLÁNTULA DE ARROZ.	32
5.3 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE PESO DE MATERIA SECA DE RAÍZ EN PLÁNTULA DE ARROZ.	35
5.3.1 PESO DE MATERIA SECA DE RAÍZ EN PLÁNTULA DE ARROZ.	36
5.4 RELACIÓN DE PESO SECO DE ÁREA FOLIAR Y RAÍZ EN PLÁNTULA DE ARROZ.	39
5.5 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE ÁREA FOLIAR EN PLÁNTULA DE ARROZ.	42
5.5.1 ÁREA FOLIAR EN PLÁNTULA DE ARROZ.	43
5.6 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LONGITUD DE RAÍZ EN PLÁNTULA DE ARROZ.	46
5.6.1 LONGITUD DE RAÍZ EN PLÁNTULA DE ARROZ.	47
5.7 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE DENSIDAD DE POBLACIÓN.	50
5.7.1 DENSIDAD DE POBLACIÓN.	51
VI. CONCLUSIONES.	54
VII. RECOMENDACIONES.	55
VIII. BIBLIOGRAFÍA.	56
IX. ANEXOS	59

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Características de principales hormonas vegetales.	7
Cuadro 2: Componentes de semilla de calidad.	10
Cuadro 3: Reguladores de crecimiento aplicados a semilla de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	12
Cuadro 4: Reporte histórico del clima. Bellavista, diciembre 2014.	15
Cuadro 5: Caracterización y fertilidad del suelo antes del ensayo experimental. Bellavista, 2014.	16
Cuadro 6: Características del campo experimental.	17
Cuadro 7: Croquis en parcelas divididas del ensayo experimental.	19
Cuadro 8: Tratamiento para el estado de la semilla 1 (seca)	20
Cuadro 9: Tratamiento para el estado de la semilla 2 (remojo)	20
Cuadro 10: Principales plagas y/o enfermedades presentes en el ambiente donde se evaluó el ensayo en Bellavista, 2014, y su control.	23
Cuadro 11: Análisis de Varianza del Ensayo Experimental	25
Cuadro 12: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a las cuatro evaluaciones de peso de materia seca total por plántula, al 0.05%	26
Cuadro 13: Presentación de medias y su significancia estadística dada por la prueba de Duncan correspondiente a la cuarta evaluación de peso de materia seca total por plántula, al 5%	27
Cuadro 14: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a las cuatro evaluaciones de peso de materia seca foliar por plántula, al 0.05%	31

Cuadro 15: Presentación de medias y su significancia dada por la prueba de Duncan correspondiente a la cuarta evaluación de peso de área foliar seca total por plántula, al 5%	32
Cuadro 16: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a las cuatro evaluaciones de peso de materia seca de raíz por plántula al 0.05%.....	35
Cuadro 17: Presentación de medias y su significancia estadística dada por la prueba de Duncan correspondiente a la cuarta evaluación de peso de raíz seca total por plántula, al 5%.....	36
Cuadro 18: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a las cuatro evaluaciones de área foliar por plántula, al 0.05%.....	42
Cuadro 19: Presentación de medias y su significancia estadística dada por la prueba de Duncan correspondiente a la cuarta evaluación de área foliar por plántula, al 5%.....	43
Cuadro 20: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a las cuatro evaluaciones de longitud radicular de plántula, al 0.05%	46
Cuadro 21: Presentación de medias y su significancia estadística dada por la prueba de Duncan correspondiente a la cuarta evaluación de longitud radicular de plántula, al 5%.....	47
Cuadro 22: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a las cuatro evaluaciones de densidad de plántula, al 0.05%	50
Cuadro 23: Presentación de medias y su significancia estadística dada por la prueba de Duncan correspondiente a la cuarta evaluación de densidad de plántula, al 5%.....	51

INDICE DE FOTOS

Foto 1: Operario en pleno batido de la poza del experimento.....	18
Foto 2: Agricultor Nelson García rectifica los bordos del área experimental.	18
Foto 3: Se realiza la dosificación de los productos a aplicar en la semilla de arroz, antes de continuar con el remojo, abrigo y voleo de semilla. Tratamiento 1.	21
Foto 4: Máquina para tratamiento de semilla, propiedad de la empresa Agroma. Donde se realizó la aplicación de los productos a la semilla seca almacenada. Tratamiento 1.	21
Foto 5: Agricultor en pleno voleo de la semilla en el área experimental, se ayuda con una botella para volear con la misma proporción en cada subparcela.	22

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Peso seco de plántulas en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla seca.	30
Gráfico 2: Peso seco de plántulas en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a semilla remojada.	30
Gráfico 3: Peso seco del área foliar de plántulas en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla seca.	34
Gráfico 4: Peso seco del área foliar de plántulas en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a semilla remojada.	34
Gráfico 5: Peso seco de raíz de plántulas en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla seca.	38
Gráfico 6: Peso seco de raíz de plántula en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla remojada.	38
Gráfico 7: Relación de peso seco de área foliar y raíz de plántula en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla seca.	41
Gráfico 8: Relación de peso seco de área foliar y raíz de plántula en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla remojada. ...	41
Gráfico 9: Área foliar de plántula en metros cuadrados, en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla seca.	45
Gráfico 10: Área foliar de plántula en metros cuadrados, en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla remojada.	45
Gráfico 11: Longitud de raíz de plántula en centímetros, en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla seca.	49

Gráfico 12: Longitud de raíz de plántula en centímetros, en los tratamiento con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla remojada.	49
Gráfico 13: Densidad de plántulas por metro cuadrado en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla seca.	53
Gráfico 14: Densidad de plántulas por metro cuadrado en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla remojada.	53

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Peso promedio de materia seca en gramos de plántula de arroz (<i>Oryza sativa</i> L). Tratamiento al seco. Bellavista, 2014.....	59
Anexo 2: Peso promedio de materia seca en gramos de plántula de arroz (<i>Oryza sativa</i> L). Tratamiento al remojo. Bellavista, 2014.....	60
Anexo 3: Peso promedio del área foliar seca en gramos de plántula de arroz (<i>Oryza sativa</i> L). Tratamiento al seco. Bellavista, 2014.....	61
Anexo 4: Peso promedio del área foliar seca en gramos de plántula de arroz (<i>Oryza sativa</i> L). Tratamiento al remojo. Bellavista, 2014.....	62
Anexo 5: Peso seco de raíz en gramos por plántula de arroz (<i>Oryza sativa</i> L). Tratamiento al seco. Bellavista, 2014.....	63
Anexo 6: Peso seco de raíz en gramos por plántula de arroz (<i>Oryza sativa</i> L). Tratamiento al remojo. Bellavista, 2014.....	64
Anexo 7: Relación de peso seco entre área foliar y raíz en porcentaje (%) por plántula de arroz (<i>Oryza sativa</i> L). Tratamiento al seco. Bellavista, 2014.....	65
Anexo 8: Relación de peso seco entre área foliar y raíz en porcentaje (%) por plántula de arroz (<i>Oryza sativa</i> L). Tratamiento al remojo. Bellavista, 2014.....	65
Anexo 9: Área foliar promedio en metros cuadrados por plántula de arroz (<i>Oryza sativa</i> L). Tratamiento al seco. Bellavista, 2014.....	66
Anexo 10: Área foliar promedio en metros cuadrados por plántula de arroz (<i>Oryza sativa</i> L). Tratamiento al remojo. Bellavista, 2014.....	67
Anexo 11: Longitud promedio en centímetros de raíz de plántula de arroz (<i>Oryza sativa</i> L). Tratamiento al seco. Bellavista, 2014.....	68

Anexo 12: Longitud promedio en centímetros de raíz de plántula de arroz (<i>Oryza sativa</i> L). Tratamiento al remojo. Bellavista, 2014.....	69
Anexo 13: Densidad de plántula de arroz (<i>Oryza sativa</i> L) por metro cuadrado. Tratamiento al seco. Bellavista, 2014	70
Anexo 14: Densidad de plántula de arroz (<i>Oryza sativa</i> L) por metro cuadrado. Tratamiento al remojo. Bellavista, 2014	71
Anexo 15: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la primera evaluación de peso de materia seca total por plántula, al 0.05%	72
Anexo 16: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la segunda evaluación de peso de materia seca total por plántula, al 0.05%	72
Anexo 17: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la tercera evaluación de peso de materia seca total por plántula, al 0.05%	72
Anexo 18: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la cuarta evaluación de peso de materia seca total por plántula, al 0.05%	73
Anexo 19: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la primera evaluación de peso de materia seca foliar por plántula, al 0.05%	73
Anexo 20: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la segunda evaluación de peso de materia seca foliar por plántula, al 0.05%	73
Anexo 21: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la tercera evaluación de peso de materia seca foliar por plántula, al 0.05%	74
Anexo 22: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la cuarta evaluación de peso de materia seca foliar por plántula, al 0.05%	74
Anexo 23: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la primera evaluación de peso de materia seca de raíz por plántula, al 0.05%	74

Anexo 24: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la segunda evaluación de peso de materia seca de raíz por plántula, al 0.05%	75
Anexo 25: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la tercera evaluación de peso de materia seca de raíz por plántula, al 0.05%	75
Anexo 26: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la cuarta evaluación de peso de materia seca de raíz por plántula, al 0.05%	75
Anexo 27: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la primera evaluación de área foliar (cm ²) por plántula, al 0.05%	76
Anexo 28: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la segunda evaluación de área foliar (cm ²) por plántula, al 0.05%	76
Anexo 29: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la tercera evaluación de área foliar (cm ²) por plántula, al 0.05%	76
Anexo 30: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la cuarta evaluación de área foliar (cm ²) por plántula, al 0.05%	77
Anexo 31: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la primera evaluación de longitud radicular de plántula, al 0.05%	77
Anexo 32: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la segunda evaluación de longitud radicular de plántula, al 0.05%	77
Anexo 33: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la tercera evaluación de longitud radicular de plántula, al 0.05%	78
Anexo 34: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la cuarta evaluación de longitud radicular de plántula, al 0.05%	78
Anexo 35: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la primera evaluación de densidad de plántula, al 0.05%	78

Anexo 36: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la segunda evaluación de densidad de plántula, al 0.05%	79
Anexo 37: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la tercera evaluación de densidad de plántula, al 0.05%	79
Anexo 38: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la cuarta evaluación de densidad de plántula, al 0.05%	79
Anexo 39: Listado de acrónimos.....	80

I. RESUMEN

El presente estudio se realizó con el propósito de evaluar el efecto de tratamiento de semilla (seco, remojo) en arroz (*Oryza sativa* L.) en condiciones de selva alta peruana, para lo cual se estimaron los parámetros de evaluación propuesto por Kohli (1985).

Para el presente estudio se utilizó los resultados del ensayo a nivel de almácigo de arroz del cultivar La esperanza, sembrado en enero del 2014 en la selva alta del Perú (Bellavista, San Martín). Los productos estudiados fueron aplicados a la semilla al seco y remojo; donde se evaluó el efecto de los productos: Radix, Biozyme TF, Activol y Orgabiol.

El ambiente donde se sembró el ensayo fue el Centro Poblado de San Rafael, Bellavista, San Martín. Campo Agrícola del agricultor Nelson García.

El diseño experimental que se utilizó fue el de Parcelas Divididas, con tratamientos dispuestos en factorial 2 x 4 con 4 repeticiones. En parcelas se ubicó los tratamientos y en subparcelas los productos.

Para el análisis de resultados de vigor en el tratamiento de semilla, se estimaron los parámetros de evaluación: peso de materia seca total, foliar y radicular. Longitud de área foliar y radicular, área foliar y uniformidad de población. Las evaluaciones se realizaron a los 10, 15, 20 y 25 días después del voleo de la semilla en la poza de almácigo.

En casi todas las variables estudiadas no hubo significancia estadística para las interacciones, salvo en la primera evaluación de área foliar de hojas de arroz (destacando Activol con 0.0016 m² y Biozyme con 0.0017 m² en estado de semilla seca y remojada equitativamente) y en la primera evaluación de densidad de población, alcanzando Biozyme 10,533 y 9,333 plántulas/m² en estado de semilla seca y remojada respectivamente. En conclusión, la aplicación de fitorreguladores en semilla de arroz con el objetivo de aumentar el vigor, se muestra innecesaria en aquellas semillas que superan el periodo adecuado de latencia y con buena germinación.

Palabras claves: fitorreguladores, estado de semilla, área foliar, densidad de población, arroz.

II. INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el cultivo alimenticio más importante del mundo, es la fuente primaria de alimentos para más de la mitad de la población mundial y es considerado el segundo cultivo más importante a nivel nacional, después de la papa. En nuestro país es el cereal alimenticio por excelencia, sabroso, versátil y forma parte de la dieta diaria en los hogares peruanos.

En la actualidad el consumo de arroz ha aumentado drásticamente y se encuentra aproximadamente en 63.5 kg de consumo anual por persona (Dirección de la Información Agraria, 2012), lo que ha originado un déficit de la producción interna que ha sido complementado con la importación de este cereal.

Uno de los problemas en el cultivo de arroz es la producción de plántulas de baja calidad en los almácigos, las cuales no tienen el vigor suficiente para desarrollarse y poder enfrentar con éxito a plagas y enfermedades. Así plántulas débiles al momento de transplante en campo definitivo, disminuirá la productividad, por la menor tasa de incremento en materia seca en las fases iniciales del crecimiento vegetativo.

En Sudamérica se viene desarrollando experiencias exitosas en el tratamiento de semillas. La compañía Matsuda de Brasil trata semillas de pasturas con fungicidas, insecticidas y polímeros especiales, logrando proteger la semilla contra varios microorganismos del suelo e insectos, así mismo obteniendo más plantas por metro cuadrado; aumentando la eficiencia de producción y establecimiento del cultivo. (<http://elheraldo.co>)

La compañía Syngenta en Colombia, trata la semilla de arroz con “Cruiser”, generando reacciones metabólicas de acción protectora sobre plagas, y bioestimulantes para acelerar la germinación y crecimiento de plántulas. (<http://www.eluniverso.com>)

Este trabajo busca contribuir a solucionar la problemática relacionada a la calidad de plántulas en el almácigo, tratando la semilla de arroz con productos que combinan la acción preventiva en el control de plagas, enfermedades y la obtención de plántulas vigorosas.

Luego de definir el momento, se identificará el regulador de crecimiento que acelera la germinación y vigoriza la plántula.

Una vez identificado el momento y los productos, se realizará ensayos a escala comercial para evaluar e identificar una nueva alternativa en el mercado arrocero de selva alta, ofreciendo una semilla de arroz con valor agregado; que generará un precedente para incluir tratamientos en semillas de otros cultivos a nivel comercial, asegurando el establecimiento del cultivo en las primeras etapas, lo cual mejorará el rendimiento.

El estudio e interpretación de las interacciones, así como de los parámetros de evaluación desarrollados por Regan *et al*, (1992) proporcionan una metodología para determinar la respuesta de los tratamientos aplicados a la semilla de arroz.

Son objetivos del presente trabajo:

- Evaluar el efecto de reguladores de crecimiento aplicados a la semilla de arroz, para mejorar el vigor vegetativo de las plántulas.
- Identificar el mejor regulador de crecimiento, aplicado a la semilla.
- Determinar el momento adecuado de aplicación de los reguladores de crecimiento a las semillas para mejorar el vigor vegetativo de las plántulas.

III. REVISION DE LITERATURA

El arroz es el cultivo alimenticio más importante del mundo y es la fuente primaria de alimentos, en más de la mitad de la población mundial. El 90% de la producción de arroz es producida y consumida en Asia, donde vive el 60% de la población mundial. Es un cultivo versátil, sembrándose desde los 55°N al norte de China hasta los 36°S de Uruguay y Australia, además crece en altitudes a 3000 msnm. hasta los 3 metros debajo del nivel del mar (Torró, 2010).

En el Perú el arroz fue introducido por los españoles en la segunda mitad del siglo XVI, localizándose en los valles costeros del sur del país, y actualmente ocupa importantes extensiones de los Valles del Norte, Ceja de Selva y Selva.

De acuerdo a las cifras del MINAG (2012), para el periodo 2011-2012 el Perú cultivó aproximadamente 387,677 Has, con un rendimiento nacional promedio de 7.726 t/ha. Del área total destinada a arroz, el 44% corresponde al agro-ecosistema con riego de Costa (Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad y Arequipa), 39% para el agro-ecosistema de Selva Alta irrigada (San Martín, Cajamarca y Amazonas) y 17% para el agro-ecosistema de secano.

En lo concerniente a las variedades comerciales del mercado, desde la década de los sesenta la gran mayoría de variedades sembradas han sido desarrolladas por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) con apoyo de centros internacionales de investigación, tales como el International Rice Research Institute (IRRI) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Actualmente en el mercado nacional se encuentra las variedades Mallares, Tinajones e IR 43 en el sector costero, mientras en selva se comercializan La Conquista y La Esperanza. Esta última es la variedad más sembrada a nivel de selva alta, caracterizada por su buen rendimiento, calidad molinera (72% en rendimiento de pila) y tolerancia a enfermedades como “*pyricularia*”. (INIA, 2010)

Para mejorar la competitividad en este cereal, es necesario utilizar semilla de calidad. En la producción de semilla existen deficiencias como: pobre calidad genética, inspecciones poco

rigurosas en campo, manejo agronómico similar al de arroz para molino, maquinaria obsoleta y almacenamiento inadecuado, que se refleja en la baja calidad del producto final.

De los conceptos definidos, semilla y vigor vegetativo en estadio de plántula son los elementos más importantes de calidad de semilla, que ayudan en el rápido establecimiento de la plántula, lo cual juega un importante rol en la producción

Concepto de vigor

El término vigor fue usado inicialmente por el fitopatólogo alemán Hiltner, quien demostró que las semillas de cereal infectadas por *Fusarium* fueron capaces de germinar, pero las plántulas resultantes fueron incapaces de penetrar en una capa de 30-40 mm de Ziegelgrus (ladrillo arenoso) de 2-3 mm de diámetro de partículas en condiciones específicas de temperatura y humedad. (Roberts, 1972)

A partir de ello Hiltner definió esta habilidad como fuerza motriz, lo cual luego de las traducciones al francés quedó como “vigueur” y en inglés “vigor”. Finalmente la Asociación de Analistas Oficiales de Semillas (AOSA) define el concepto: vigor de semilla comprende la rapidez y uniformidad de emergencia, además del desarrollo normal bajo condiciones ambientales adversas. (McDonald, 1980)

Germinación

La germinación es, probablemente, el estado más vulnerable por el que pasa la semilla durante su ciclo biológico. Cuanto mayor sea el período que transcurre entre el comienzo de la imbibición y la emergencia de la plántula por encima del suelo para comenzar su vida independiente, mayores serán las posibilidades que tenga esa planta de morir (CyTA, s.f.).

Por ello, una característica determinante en la semilla debe de ser la germinación rápida, la cual le permitirá asegurar su supervivencia, este proceso se dará siempre y cuando se den las condiciones adecuadas, que permita que los acontecimientos metabólicos, que van a desarrollarse con extraordinaria intensidad y variedad durante las primeras fases de la germinación, no se interfieran unos con otros.

Las semillas formadas durante el ciclo de vida de la planta juegan un importante rol en que la información genética se transmita sucesivamente a través de las generaciones, por lo que

la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de arroz es muy variable debido a la interacción entre la potencialidad genética y las condiciones ambientales; existiendo diferencias en germinación de semillas y crecimiento de plántulas en respuesta a la temperatura, calidad e intensidad de luz, tensión de gas, contenido de humedad, concentración de sal y nutrientes (Bruno, 2006).

Todos los factores y/o interacciones detalladas anteriormente perjudican en las etapas iniciales del desarrollo del cereal. Una forma de superar esta etapa crítica es incorporar reguladores de crecimiento, compuestos que imitan la acción de hormonas vegetales (Lluna, 2006).

Reguladores de Crecimiento Vegetal

Aunque las sustancias naturales de crecimiento (endógenas) controlan normalmente el desarrollo de plantas, al crecimiento puede modificarse mediante la aplicación de sustancias exógenas. La emergencia temprana y el crecimiento rápido de las plántulas pueden tener ventajas considerables, puesto que permitirán a las plántulas evitar muchos de los riesgos de insectos y enfermedades, que acompañan frecuentemente a su germinación y crecimiento inicial.

Lemaux (1999) define los reguladores de crecimiento como compuestos orgánicos (natural o sintético) que controlan uno o más procesos fisiológicos específicos dentro de una planta, acelerando o retardando la intensidad de crecimiento, maduración; caracterizándose por su baja dosis de aplicación.

De acuerdo a CENGAGESITES (2010) existen cinco clases principales de hormonas, tres para promover y regular el crecimiento, y dos que inhiben el crecimiento y/o promueven la maduración, según se detalla en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Características de principales hormonas vegetales.

Regulador	Transporte	Acción
Giberelina	Sistema vascular, hacia arriba y abajo.	Regula la altura de planta e induce la germinación, un contenido demasiado bajo genera plantas enanas y uno excesivo resulta en tallos largos, pálidos y "foolish" (asociado a " <i>Fusarium fujikuroi</i> ").
Auxina	Se generan en los meristemas apicales de los brotes y las hojas en desarrollo. Se distribuyen hacia las raíces.	Asociado al aminoácido triptofano (bloque de construcción en proteínas), impulsan el crecimiento mediante la promoción de la elongación celular. Además de evitar caída prematura de hojas, flores y frutos e inhibir el crecimiento de yemas laterales.
Citoquinina	Se mueven desde la raíz hacia arriba, son menos móviles que auxinas y giberelinas.	Relacionados con la adenina (base en el ADN), estimula la división celular, la citocinesis (división del citoplasma) y promueven el crecimiento de las yemas laterales, además previene el envejecimiento de la hoja.
Ácido absísico	Distancias cortas en hojas y frutos.	Si la planta solo tuviera las hormonas mencionadas, estaría creciendo constantemente, a veces debe dejar de crecer para cerrar estomas en hojas (evitar la pérdida excesiva de agua), disminuir la fotosíntesis, la caída de hojas por senescencia, o convertirse en estado latente. Es un inhibidor del crecimiento que bloquea la síntesis de proteína y el nuevo crecimiento.
Etileno	A través del aire, como un gas.	Molécula de dos carbonos simple que existe como un gas a temperaturas normales y se dispersa de una parte a otra a través del aire. La hormona es producida por la maduración de frutas, y estimula la maduración en frutas cercanas. El etileno también estimula el envejecimiento y la caída de hojas y frutos, y puede tener un papel importante en la autoprotección de plantas.

Fuente: CENGAGESITES (2010)

El proceso del crecimiento y desarrollo de semillas está relacionado a la fitohormona Ácido absísico (ABA) en alta concentración, la cual previene el paso de la embriogénesis a la germinación, cuando la semilla aún está en la planta. Se puede concluir a partir de este concepto, que la manipulación del contenido endógeno de ABA, utilizando el inhibidor de su síntesis, fluridona, también induce la germinación precoz de embriones en desarrollo de maíz.

Barceló *et al*, (2001) también afirma que la hormona vegetal ABA regula la síntesis de proteínas de reserva, donde a mayor concentración de ABA resulta en un aumento de la tasa de síntesis de proteínas de reserva, siendo su presencia clave en el medio nutritivo.

Mientras en la movilización de reservas, si ABA se encuentra presente, inhibe la germinación contrarrestando los efectos estimulantes de las giberelinas (efecto secuencial).

Las giberelinas participan en la movilización de reservas de cereales (almidón, proteínas) almacenadas en el endospermo, las cuales son degradadas por la enzima α -amilasa

proveniente de la capa de aleurona, donde los azúcares y aminoácidos resultantes son transportados al embrión en crecimiento. El embrión regula la movilización de sus propias reservas mediante la secreción de giberelinas.

La explicación de la función de las giberelinas es definida más detalladamente por Weaver (1976), durante las etapas iniciales de germinación, las semillas secas absorben agua, sus cubiertas se ablandan y se produce la hidratación del protoplasma, posteriormente la actividad metabólica aumenta y se incrementan las actividades enzimáticas y el ritmo respiratorio. Las giberelinas aparecen en los embriones y se trasladan a la capa de aleuronas donde activan las enzimas. Una de tales enzimas, la α -amilasa, se secreta en el endospermo, donde convierte el almidón en azúcar.

Las reservas alimenticias insolubles y complejas, incluyendo grasas, carbohidratos y proteínas, son digeridas a fin de constituir formas solubles que se trasladan a las zonas de crecimiento. La asimilación de esas sustancias en los meristemos, proporciona energías para el crecimiento y actividades celulares de la plántula que se desarrolla mediante la división, expansión y diferenciación de las células en el punto de crecimiento, y depende de sus propias reservas alimenticias, hasta que se desarrollan hojas verdaderas y se producen activamente asimilados para ello.

Por consiguiente se puede acelerar la germinación de semillas, adicionando exógenamente giberelinas, situación visible por Wittwer y Bokovac (1958), quienes estudiaron los efectos del tratamiento con giberelinas en semillas de arveja y frijol. Al aplicar giberelinas a las cubiertas de las semillas a concentraciones entre 500 a 1,000 ppm, germinaron las plántulas por lo común tres o cuatro días antes que las semillas testigos, tanto en almácigo como campo definitivo. Sin embargo, no se produjo ningún efecto en el porcentaje de germinación final, sino en la velocidad de germinación.

Con respecto a la movilización de reservas en otras semillas diferentes a gramíneas, las enzimas son sintetizadas en el mismo tejido (endospermo o cotiledones) y la movilización de reservas está regulada por el eje embrionario (medido por liberación de fitohormonas).

Por ejemplo en cotiledones de garbanzo la adición de citoquinina restaura la movilización de proteínas (aumento de la actividad amilásica y proteolítica) y en cotiledones de sandía y

girasol, la citoquinina aumenta la actividad de la enzima isocitrato liasa, a tener en cuenta que el efecto de estas fitohormonas es pequeño a diferencia de los cereales.

Otro caso donde se puede trabajar con fitorreguladores, es cuando en la etapa de germinación la alta salinidad puede obstruir la movilización de reservas, obstruyendo el funcionamiento de los diferentes procesos metabólicos, esencialmente el crecimiento del eje embrionario (Kim *et al.*, 2006)

A tener en consideración que los genes activados por el ácido giberélico son susceptibles de ser inhibidos por ABA. Por el contrario, genes inhibidos por las giberelinas (alcohol deshidrogenasa o el inhibidor de la α -amilasa) son activadas por el ABA.

De acuerdo a Mantilla (2008) la actividad del etileno dentro del proceso germinativo de semillas ha sido variable, desde estimular la germinación hasta inhibir la emergencia radicular. Tal es la situación que al retirar el etileno de la atmósfera que rodea a alguna semilla inmersa en un medio apto para germinar provoca la inhibición de la emergencia radicular (estimulador endógeno de la germinación). No obstante, algunos autores consideran como consecuencia del proceso germinativo, más que una condición necesaria para que este tenga lugar.

Otra característica a tener en cuenta en la aplicación de hormonas vegetales, tales como la auxina y el ácido giberélico, es que son factores susceptibles de la infección por patógenos en plantas de arroz, tal es el caso del ácido giberélico que fue identificado en el hongo patógeno (*Gibberella fujikuroi*) que genera arroz muy alargado (foolish seedlins). Mientras otras hormonas, tales como Ácido jasmónico (JA) y Ácido salicílico (SA) son resistentes a la infección de patógenos.

Los tratamientos pre siembra de semilla tienen como objetivo mejorar tanto la calidad como la velocidad de germinación, además de ser clave en materiales que muestran latencia. Los beneficios del tratamiento pueden ser ahorro en semilla y espacio en la cama de siembra, un periodo de transplante predecible, concentrado y una existencia más uniforme a nivel de almácigo.

Otra técnica vigorizante de semilla es el priming, el cual consiste en hidratar parcialmente la semilla antes que el proceso de germinación inicie, no llegando a emerger la radícula. Consiguiendo una mayor tasa de germinación y uniformidad en la germinación. (Farooq *et al*, 2005)

Calidad de Semilla

Cuando se menciona semilla de calidad, se considera los atributos: genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios. Con estas aristas los agricultores tienen mayores perspectivas de producir un cultivo saludable con rendimientos mejorados, en el Cuadro 2 se observa las características de estos cuatro parámetros claves para una buena producción (FAO, 2011).

Cuadro 2: Componentes de semilla de calidad.

Atributo	Características	Pruebas
Genéticos	Pureza varietal, potencial de productividad, resistencia a plagas, enfermedades y a condiciones adversas de suelo y clima, precocidad.	Identificación examinando el desarrollo de plantas en campo.
Físicos	Composición física o mecánica de un lote de semillas, contenido de humedad, presencia de daño mecánico, peso volumétrico.	Evaluación de pureza física, contenido de humedad, procesamiento - acondicionamiento de semillas.
Fisiológicos	Germinación, vigor y dormancia.	Prueba de germinación, test de tetrazolio, prueba de envejecimiento acelerado, prueba de cold test.
Sanitarios	Semillas sanas y libres de patógenos	Análisis fitopatológico, prueba de Elisa.

Fuente: FAO (2011)

Parámetros de evaluación

VARIABLES como altura de planta y peso seco de plántula son buenos indicadores de vigor, donde cultivares con fuertes plántulas y temprano vigor, son deseables para mejorar el establecimiento, aumentando la habilidad para competir contra malezas, resultando en una mayor acumulación de materia seca y rendimiento de grano. (Regan *et al*, 1992)

Además, medir el largo y ancho máximo de hoja permitirá determinar el área de la hoja.

$$AF = b (A) (L + a)$$

Donde:

AF = Área de la hoja

A = Ancho máximo de la hoja

L = Largo máximo de la hoja

a y b = Coeficientes (depende de la hoja)

Se considera en el cultivo de arroz, el valor de $b = 0$ y $a = 0.66$ (Šesták *et al*, 1971). Por su parte Gómez K (2010) menciona el área foliar como la multiplicación de la longitud y ancho de hoja, además de un factor de ajuste, el cual varía con la forma de la hoja, que a su vez se ve afectada por la variedad, estado nutricional y la etapa de crecimiento de la hoja. Considerándose como valor general 0.75 y 0.67 para la etapa de plántula y madurez.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

4.1.1 GENERALIDADES

En el presente estudio se utilizó cuatro reguladores de crecimiento aplicados a semillas de arroz del cultivar Esperanza. La siembra se realizó en diciembre del 2014 en el campo agrícola “Nelson García” de la localidad de Bellavista, San Martín.

4.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS EN ESTUDIO

Los productos en estudio están conformados principalmente por aminoácidos y fitohormonas (Cuadro 3).

Cuadro 3: Reguladores de crecimiento aplicados a semilla de arroz (*Oryza sativa* L.) en la localidad de Bellavista (Selva alta), 2014.

Nombre comercial	Componentes	Fabricante	País de origen
Radix	AA + Aux + Otros ⁽¹⁾	Tecnología Química y Comercio (TQC)	Perú
Biozyme TF	Aux + Ck + AG ₃ ⁽²⁾	Arysta Lifescience	México
Activol	AG ₃ ⁽³⁾	Valent Biosciences	USA
Orgabiol	AA + CHO + Otros ⁽⁴⁾	Biogen	Perú

a) Radix

Promotor radicular constituido por auxinas, nutrientes carbonados, minerales y cofactores de formulación líquida y coloración marrón oscuro. Su fórmula balanceada y estabilizada optimiza el desarrollo de masa radicular en todos los cultivos de siembra directa, transplante. Altamente efectivo para la formación de pelos absorbentes, raíces nuevas y recuperación de masa radicular en plantas afectadas por factores adversos bióticos y/o abióticos (TQC, 2011).

b) Biozyme TF

Regulador de crecimiento vegetal a base de ácido giberélico, auxinas y citoquininas, actúa a nivel celular estimulando la división y elongación celular, donde el ácido giberélico tiene como función básica modificar el mensaje del ARN, induciendo la hidrólisis de almidón (α -amilasa) y sucrosa para formar glucosa y fructosa, favoreciendo la liberación de energía y haciendo negativo el potencial hídrico permitiendo el ingreso de agua y el aumento de la plasticidad de la pared celular, provocando el crecimiento celular. Las auxinas actúan a nivel de la traducción del mensaje, sobre el enlace del aminoácido con el ATP que lo activa para unirse al ARN mensajero (TQC, 2011).

c) Activol

Regulador de crecimiento vegetal a base de ácido giberélico que actúa en los procesos fisiológicos y morfológicos de las plantas dependiendo de la etapa de desarrollo en que se encuentre, acelerando el crecimiento vegetativo de los brotes, produciendo plantas más grandes (elongación celular), inducción a floración en condiciones inadecuadas de horas luz/frío, inducción a fructificación y crecimiento del fruto, rompe el letargo de semillas y yemas, crecimiento en longitud de los brotes (TQC, 2011).

d) Orgabiol

Biomodulador fisiológico a base de aminoácidos totales activos, carbohidratos totales activos, ácidos orgánicos y microelementos bioquelatados. Logran la máxima expresión genética de los cultivos, activando todas las rutas metabólicas relacionadas a la construcción de hormonas endógenas, así como otras vías metabólicas (formaciones de proteínas, carbohidratos, ácidos grasos, vitaminas, etc.) bloqueadas por el estrés. Repara a nivel intracelular el mensaje genético interrumpido por el estrés ambiental y fisiológico (TQC, 2011).

4.2 AMBIENTES

4.2.1 DESCRIPCIÓN

El ensayo experimental se realizó, en la denominada zona arrocera de Bellavista, campo agrícola “Nelson García”, ubicado en el caserío de San José, distrito de San Rafael, provincia de Bellavista, departamento de San Martín, con altitud de 236 m.s.n.m., latitud sur 7° 2'33.63”, longitud oeste 76° 30' 3.61”.

4.2.2 DATOS METEOROLÓGICOS

En el Cuadro 4 se presentan los promedios mensuales de los factores meteorológicos como temperatura, precipitación, humedad relativa y horas: luz; para la época en que se realizó el ensayo experimental. (Weather Underground, 2015)

4.2.3 SUELOS

Los resultados de los análisis de suelo del campo experimental se muestran en el Cuadro 5. El suelo fue de textura franco, no presenta problemas de salinidad, suelo de pH ácido, contenido bajo de materia orgánica. Además de muy bajo contenido de fósforo asimilable (< 5 ppm) y de potasio. Caracterizado con CIC media (12-25 meq/100g), de contenidos bajos de calcio, magnesio y muy bajos del resto de cationes.

Cuadro 4: Reporte histórico del clima. Bellavista, diciembre 2014.

Variable	Componente	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27	29	30	31	Promedio
Temperatura	Tº Media (º C)	30	30	30	26	28	29	29	30	27	30	28	28	25	28	30	28	30	31	30	26	28	32	28	28	30	28	30	28.78
	Tº Máxima (º C)	34	33	35	27	32	34	34	35	31	34	30	33	26	33	34	33	35	36	36	29	33	36	30	32	33	33	33	32.74
	Tº Mínima (º C)	25	27	25	25	25	24	25	25	23	26	25	24	24	24	25	24	25	26	24	24	24	28	25	25	26	24	26	24.93
	Días en grado de enfriamiento	20	20	21	14	18	19	19	21	15	20	16	18	12	18	20	18	22	22	20	14	18	24	16	18	20	18	20	18.56
	Días en grado de crecimiento (Base 50)	35	36	36	29	33	34	34	36	30	36	32	33	28	32	35	33	36	38	36	30	33	39	31	33	34	33	34	33.67
Humedad	Punto de rocío (º C)	25	24	25	24	25	24	26	26	23	25	25	25	24	25	26	25	26	26	24	23	25	26	25	25	25	25	24	24.85
	Humedad promedio	72	62	67	86	77	72	72	71	79	70	84	73	91	79	80	75	68	65	70	79	78	65	84	77	76	72	67	74.48
	Humedad máxima	89	84	89	100	94	94	84	94	100	89	94	94	100	94	94	94	94	89	98	89	94	84	94	94	89	94	89	92.41
	Humedad mínima	53	49	56	75	66	59	63	59	66	56	74	59	82	57	63	65	51	43	50	74	61	48	76	62	66	59	54	60.96
Presión al nivel del mar	Presión al nivel del mar (hPa)	1018	1017.4	1016.4	1020.4	1019.4	1018	1015	1014.8	1018.4	1017.9	1019.5	1017.2	1019.1	1020.7	1019.9	1018.4	1016.7	1016	1018.2	1020.7	1020.3	1018.1	1020.2	1020.4	1020.9	1020.7	1019.4	1018.60
Viento	Velocidad del viento (km/h)	2	4	1	1	2	1	3	3	1	2	0	0	2	2	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1.07
	Velocidad máxima del viento (km/h)	11	15	9	7	9	7	1	11	7	9	7	0	13	9	0	9	17	9	11	0	0	0	0	9	11	0	0	6.70
	Visibilidad (km)	10	9.7	10	8.5	9.5	9.5	10	9.7	9.2	10	8.9	9	10	10	9.9	10	10	10	10	10	9.8	10	10	10	10	10	10	9.77
	Eventos				Lluvia	Lluvia				Lluvia														Lluvia					

Fuente: Weather Underground (2015)

Cuadro 5: Caracterización y fertilidad del suelo antes del ensayo experimental. Bellavista, 2014.

pH (1:1)	CE (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. de Bases
						Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
						%	%	%			meq/100g							
4.82	0.14	0	1.58	3.6	62	48	32	20	Fr.	13.44	5.23	1.05	0.26	0.1	0.7	7.34	6.64	49

1 Análisis Mecánico

2 Conductividad Eléctrica

3 pH

4 Calcáreo Total

5 Materia Orgánica

6 Nitrógeno Total

7 Fósforo

8 Potasio

9 Capacidad de intercambio catiónico

10 Cationes cambiables

11 Iones Solubles

12 Yeso Soluble

13 Boro Soluble

Textura por el Método del Hidrómetro.

C.E. Lectura del extracto de relación suelo agua 1:1 y extracto de pasta saturada.

Método del Potenciómetro, relación suelo agua 1:1 y en la pasta saturada.

Método Gaso - volumétrico.

Método de Walkley y Black; % M.O. = % C x 1.724.

Método de Kjeldahl.

Método de Olsen modificado, Extracto NaHCO₃, 0,5 M, pH 8.5

Extracto Acetato de Amonio 1N, pH 7

Acetato de Amonio 1N, pH 7

Ca⁺⁺ Mg⁺⁺ K⁺ Na⁺ Espectrofotometría de absorción atómica

Cationes solubles: Ca⁺⁺ Mg⁺⁺ K⁺ Na⁺ Espectrofotometría de absorción atómica

Aniones solubles: Cl⁻ Volumétrico; Nitrato de Plata,

CO₃⁻ Volumétrico; Ácido Clorhídrico,

HCO₃⁻ Volumétrico; Ácido Clorhídrico,

SO₄⁻ Turbidimétrico; Sulfato de bario,

NO₃ Colorimétrico; Difetilamina Sulfúrica,

Precipitación con Acetona y determinación de C.E.

Colorimétrico, Carmín Sulfúrico.

Fuente: UNALM (2014)

4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico utilizado para el ensayo fue el de Parcelas Divididas, con tratamientos dispuestos en una factorial 2x4 más un testigo con 4 repeticiones. El factor estado de la semilla (seca y remojada) se ubica en parcelas y los productos (4) en subparcelas, al igual que el testigo (Cuadro 6).

Cuadro 6: Características del campo experimental.

Número	Parámetro	Cuantificación
1	Diseño	Parcelas divididas
2	Tratamientos (parcela)	2
3	Productos (subparcela)	4 + 1 testigo = 5
4	Número de repeticiones	4
5	Número de parcelas	8
6	Número de subparcelas	40
7	Área /parcela	20 m ² (10 m x 2 m)
8	Área /subparcela	4 m ² (2 m x 2 m)
9	Área total de parcelas	160 m ²
10	Área de caminos	65.75 m ²
11	Área total del ensayo	225.75 m ²

Fuente: Elaboración propia

4.4 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

La conducción del experimento se llevó a cabo de acuerdo al cronograma de labores.

4.4.1 PREPARACIÓN DEL SUELO

Se inició con el batido con tablones batidores que llevan cuchillas que se apoyan al suelo, jaladas por un operario, a lo largo de las pozas, en varios pases, llegando a formar barro (Figura 01). Después del batido se rectifican los bordos y con el tablón nivelador se refina la nivelación, alisando la zona donde caerá la semilla.

4.4.2 MARCADO DEL ENSAYO

Para esta labor se utilizó: cal, pita, wincha, estacas, y la demarcación se efectuó de acuerdo a las características detalladas en el Cuadro 7. (Figura 02)



Foto 1: Operario en pleno batido de la poza del experimento.



Foto 2: Agricultor Nelson García rectifica los bordos del área experimental.

Cuadro 7: Croquis en parcelas divididas del ensayo experimental.

		20.5										20.5			
Repetición		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0.5	2	0.5
I		SECO					REMOJO					0.5			
		1	2	3	4	5	8	6	10	7	9	2			
		SECO					REMOJO					0.5			
II		10.5										0.5			
		10	8	6	7	9	2	4	1	3	5	2			
		SECO					REMOJO					0.5			
III		10.5										0.5			
		3	4	2	5	1	10	7	8	6	9	2			
		SECO					REMOJO					0.5			
IV		10.5										0.5			
		9	10	7	6	8	4	1	5	3	2	2			
		SECO					REMOJO					0.5			
Fuente:		Elaboración Propia.										10.5			

4.4.3 LABORES DE PRE - SIEMBRA

El material vegetal de trabajo, semilla de arroz cultivar “La Esperanza”, se utilizó 10 kg de semilla, a los que se les aplicó los tratamientos, como se detalla en el cuadro 8 y 9.

Estado de la semilla seca

Consiste en aplicar los reguladores de crecimiento a la semilla seca y, posteriormente continuar con el remojo, abrigo y voleo de semilla (a razón de 720 gramos de semilla / 4 m² de almácigo). En total consta de 4 sacos de semilla de arroz (10 kg) tratados con diferentes reguladores de crecimiento y 1 saco de semilla de arroz (10 kg) como testigo. Más detalles se visualizan en el Cuadro 8 y en Figuras 3 y 4.

Cuadro 8: Tratamiento para el estado de la semilla 1 (seca)

Tratamiento	Reguladores de Crecimiento	Composición química	Dosis (ml o g/1 kg de semilla)	Momento de aplicación (en seco)
1	Testigo			
2	Radix	AA + Aux + Otros	3	Antes de remojo
3	Biozyme TF	Aux + Ck + AG ₃	5	Antes de remojo
4	Activol	AG ₃	0.2	Antes de remojo
5	Orgabiol	AA + CHO + Otros	5	Antes de remojo

Fuente: Elaboración propia.

Estado de la semilla húmeda

Aplicación de los reguladores de crecimiento en la semilla húmeda (después del remojo), continuando con el abrigo y voleo de semilla (a razón de 720 gramos de semilla / 4 m² de almácigo). En total consta de 4 sacos de semilla de arroz (10 kg) tratados con diferentes reguladores de crecimiento y 1 saco de semilla de arroz (10 kg) como testigo (Cuadro 9).

Cuadro 9: Tratamiento para el estado de la semilla 2 (remojo)

Tratamiento	Reguladores de Crecimiento	Composición química	Dosis (ml o g/1 Kg de semilla)	Momento de aplicación
6	Testigo			
7	Radix	AA + Aux + Otros	3	Después del remojo
8	Biozyme TF	Aux + Ck + AG ₃	5	Después del remojo
9	Activol	AG ₃	0.2	Después del remojo
10	Orgabiol	AA + CHO + Otros	5	Después del remojo

Fuente: Elaboración propia.



Foto 3: Se realiza la dosificación de los productos a aplicar en la semilla de arroz, antes de continuar con el remojo, abrigo y voleo de semilla. Tratamiento 1.



Foto 4: Máquina para tratamiento de semilla, propiedad de la empresa Agroma. Donde se realizó la aplicación de los productos a la semilla seca almacenada. Tratamiento 1.

4.4.4 LABOR DE SIEMBRA

Después de las labores de preparación de suelo, se procedió a llenar las pozas con una lámina de agua entre 4 – 10 cm. y se comenzó a “espumear” (utilizar una espumadera artesanal que se introduce a la poza, para recoger los rastros, raíces y fragmentos vegetales que flotan). Luego se dejó el agua en reposo por 24 horas para volear la semilla al día siguiente por la mañana (desde los bordos se lanza la semilla hacia las pozas de manera uniforme, hasta cubrir el fondo de la poza) (Figura 05).



Foto 5: Agricultor en pleno voleo de la semilla en el área experimental, se ayuda con una botella para volear con la misma proporción en cada subparcela.

4.4.5 CONTROL DE MALEZAS

A los 4 - 6 días después del voleo de semilla, se aplicó el herbicida pre-emergente “Butachlor al 0.5%” (dosis de 2 litros/hectárea) al voleo sobre lámina de agua de 5 – 10 cm. de profundidad. Luego de 2 – 3 días de la aplicación se abrió la circulación de agua, antes de la evaporación completa del agua de las pozas.

4.4.6 RIEGOS

Posterior al voleo, la semilla permaneció 48 horas bajo agua, con una lámina de 8 – 10 cm. Luego se drenaron las pozas para favorecer la oxigenación de las plántulas y favorecer el

enraizamiento; una vez liberada el agua con herbicida y cuando las plántulas tuvieron alrededor de 10 cm. de altura, se mantuvo las pozas en inundación permanente.

4.4.7 FERTILIZACIÓN

Fertilización nitrogenada en dosis de 120 kg de nitrógeno por hectárea, aplicado a los 12 días después de voleo con una lámina de alrededor de 15 cm., antes se cerró las salidas de agua (“bocas”).

4.4.8 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

El control sanitario fue oportuno, las aplicaciones en almácigo estuvieron dirigidas al control de principales plagas tales como “mosca minadora”, “sogata”, “lombriz roja” y “gorgojito de agua”. La dosis de aplicación ante cada plaga se muestra en el Cuadro 10.

Cuadro 10: Principales plagas y/o enfermedades presentes en el ambiente donde se evaluó el ensayo en Bellavista, 2014, y su control.

Plaga/enfermedad	Control	
	Producto químico	Dosis
Sogata (<i>Tagosodes oryzicolus</i>)	Imidamin (Imidacloprid)	0.75 L/200 L
Gorgojito de agua (<i>Lissorhoptrus gracilipes</i>)	K – ñón (Alpha – cypermethrin)	2.5 L/200 L
Gusano rojo (<i>Chironomus xanthus</i>)	Karate Zeón (Lambda - Cyhalothrin)	1.5 L/200 L
Mosca minadora (<i>Hydrellia wirthi</i>)	Engeo (Lambdacihalotrina 10.6% + Tiametoxam 14.1%)	100 ml/200 L
Quemado del arroz (<i>Pyricularia grisea</i>)	Fuji one (Isoprothiolane)	400 ml/200 L

Fuente: Elaboración propia.

4.4.9 MUESTREO

Para efectos de evaluación se colocó un cuadrado de 225 cm² (15 cm x 15 cm) en cada subparcela, contándose el número de plántulas emergidas y se extrajo al azar veinte plántulas para evaluaciones posteriores de longitud de raíz, área foliar y peso de materia seca. Estas evaluaciones se hicieron a los 10, 15, 20 y 25 días después del voleo de la semilla de arroz.

4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño experimental utilizado en el ensayo fue el de parcelas divididas, con tratamientos dispuestos en factorial 2 x 5 (incluye el testigo) al azar con cuatro repeticiones. Se usaron datos de evaluaciones realizadas de cada subparcela muestreada para efectuar el análisis de variancia, siendo el modelo aditivo lineal del diseño experimental utilizado el siguiente:

$$Y_{ijk} = u + \alpha_i + \beta_j + y_k + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ik} + E_{ijk}$$

$$i = 1,2 \quad j = 1, 2, 3, 4, 5 \quad k = 1,2, 3, 4$$

Donde:

Y_{ijk} = Es el valor observado con el i -ésimo nivel del factor A, j -ésimo nivel del factor B, k -ésima repetición.

u = Es el efecto de la media general.

α_i = Es el efecto del i -ésimo nivel del factor A.

β_j = Es el efecto del j -ésimo nivel del factor B.

y_k = Es el efecto del k -ésimo bloque.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Es el efecto de la interacción en el i -ésimo nivel del factor A, j -ésimo nivel del factor B.

E_{ik} = Es el efecto del error experimental del factor A, $E_{(a)}$.

E_{ijk} = Es el efecto del error experimental en el i -ésimo nivel del factor A, j -ésimo nivel del factor B, k -ésima repetición, $E_{(b)}$.

Los tratamientos fueron seleccionados con fines de investigación por lo que el esquema de análisis de variancia correspondiente se detalla en el (Cuadro 11).

Cuadro 11: Análisis de Varianza del Ensayo Experimental

FUENTES DE VARIABILIDAD	GRADO LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO
Bloques (A)	$a - 1$	$\frac{1}{bc} \sum_{i=1}^a y_{i...}^2 - \frac{Y^2}{abc}$	CM_A
Tratamiento (B)	$b - 1$	$\frac{1}{ac} \sum_{j=1}^b y_{j...}^2 - \frac{Y^2}{abc}$	CM_B
Error AB (Tratamiento)	$(a - 1)(b - 1)$	$\frac{1}{c} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij.}^2 - \frac{1}{bc} \sum_{i=1}^a y_{i..}^2 - \frac{1}{ac} \sum_{j=1}^b y_{j..}^2 + \frac{Y^2}{abc}$	CME_{AB}
Productos (C)	$c - 1$	$\frac{1}{ab} \sum_{k=1}^c y_{k...}^2 - \frac{Y^2}{abc}$	CM_C
Interacción (AC)	$(a - 1)(c - 1)$	$\frac{1}{b} \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^c y_{ik}^2 - \frac{Y^2}{abc} - SC_A - SC_C$	CM_{AC}
Interacción (BC)	$(b - 1)(c - 1)$	$\frac{1}{a} \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c y_{jk}^2 - \frac{Y^2}{abc} - SC_B - SC_C$	CM_{BC}
Error ABC (subparcelas)	$(a - 1)(b - 1)(c - 1)$	$SCT - SC_C - SC_{AC} - SC_{BC} - SC_A - SC_B - SCE_{AB}$	CME_{ABC}
Total	$abc - 1$	$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c y_{ijk}^2 - \frac{Y^2}{abc}$	

Fuente: Jones *et al.* (2009)

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el vigor de plántula, se cuantificó las variables que determinan esta característica, tales como peso seco total, peso seco de área foliar (tallo, hojas), peso seco de raíz, longitud de raíz y uniformidad de población.

5.1 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE PESO DE MATERIA SECA EN PLÁNTULA DE ARROZ

En el cuadro 12 se presentan los resultados obtenidos de los cuadrados medios del análisis de variancia realizado a los tratamientos en estudio, en las cuatro evaluaciones.

Cuadro 12: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a las cuatro evaluaciones de peso de materia seca total por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	1° evaluación	2° evaluación	3° evaluación	4° evaluación
		CM	CM	CM	CM
Bloques	3				
Tratamiento	1	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Bloque*Tratamiento	3				
Producto	4	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Tratamiento*Producto	4	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Error	24				
Total	39				
CV (A)		0.67%	0.83%	1.15%	3.70%
CV (B)		0.24%	0.50%		3.38%

En el cuadro 12 del resumen de los cuadrados medios del peso de materia seca por plántula en el cultivo de arroz, se observa que en la fuente de variación de tratamientos, productos e interacción de tratamientos con productos, para todas las evaluaciones realizadas no existe diferencia estadística, debido a que el vigor fue homogéneo a nivel de todo el campo por lo que los promedios son similares.

El coeficiente de variabilidad en las cuatro evaluaciones realizadas a la variable peso de materia seca por plántula en los tratamientos y productos nos permite señalar que el experimento se manejó con un grado de precisión adecuado.

En la última evaluación se procedió a realizar la Técnica de Separación de Medias, en este caso se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan; los resultados se observan en el cuadro siguiente:

Cuadro 13: Presentación de medias y su significancia estadística dada por la prueba de Duncan correspondiente a la cuarta evaluación de peso de materia seca total por plántula, al 5%.

Productos	Peso de materia seca (g)	Significancia estadística
Biozyme TF	0.181573	A
Radix	0.114005	A
Testigo	0.099097	A
Activol	0.088808	A
Orgabiol	0.085461	A

Nota: Letras iguales, indica promedios iguales, según prueba de Duncan al 5%.

La prueba de Duncan, nos indica que no existen diferencias estadísticas entre los pesos de materia seca de los distintos productos.

5.1.1 PESO DE MATERIA SECA EN PLÁNTULA DE ARROZ

En los gráficos 1 y 2 se presentan los pesos de materia seca promedios expresados en gramos, de los distintos productos, agrupados en estado de semilla: seca y remojada.

En estado de semilla seca, en la primera evaluación se evidencia que no hubo diferencias entre tratamientos y productos para el peso de materia seca. Sin embargo, se muestra una tendencia al aumento de esta variable con Activol y Orgabiol que presentaron un valor de 0.028 g, comparado con 0.026 g obtenidos por el testigo y Biozyme TF.

En la segunda evaluación, el tratamiento de semilla no tuvo influencia sobre el peso de materia seca. Sin embargo, se manifiesta cierta directriz al aumento de dicha variable con los productos Radix y Biozyme TF con los valores promedios de 0.033 y 0.032 g correspondientemente. Cotejado con Orgabiol que presentó en promedio 0.031 g, mientras Activol y testigo presentaron 0.030 g.

En la tercera evaluación, el tratamiento de semillas no afectó el peso de materia seca. Sin embargo, se visualiza una predisposición al incremento de esta variable por efecto de la aplicación de Orgabiol y Biozyme TF con valores de 0.051 y 0.050. No obstante, testigo y Radix obtuvieron un peso promedio de 0.047 y 0.044 equitativamente.

En la cuarta evaluación, se concluye que el tratamiento de semilla no influyó sobre el peso de materia seca, aunque se evalúa una tendencia al aumento en el peso de materia seca por parte de Biozyme TF y testigo con promedios de 0.118 y 0.102 g, confrontado con Radix y Orgabiol de promedio 0.088 y 0.087 g de peso proporcionalmente.

A continuación se detalla el peso de materia seca a lo largo de las cuatro evaluaciones, en el estado de semilla remojada.

En la primera evaluación se evidencia que no hubo diferencia entre tratamientos y productos para el peso de materia seca. No obstante, se muestra una tendencia al aumento de este parámetro con un peso de 0.028 g alcanzado por Radix y Biozyme TF, seguido por Activol y Orgabiol que presentaron un promedio de 0.027 y 0.025 g. En último lugar se encuentra el testigo que presentó 0.023 g.

En la segunda evaluación, el tratamiento de semillas no afectó el peso de materia seca. Aunque, se evidencia una predisposición al aumento de esta variable por efecto de la aplicación de Biozyme TF y testigo que tuvieron un peso promedio de 0.032 g, adicionalmente, el uso de Orgabiol y Activol con promedio de 0.030 y 0.029 g muestran una mejor respuesta sobre el resto de productos.

En la tercera evaluación, el tratamiento de semillas no afectó significativamente el peso de materia seca. A pesar de ello, testigo y Radix produjeron la mejor respuesta logrando acumular 0.054 y 0.053 g comparado con 0.052 y 0.048 g obtenidos con los productos Biozyme TF y Activol equitativamente.

El tratamiento de semillas en la cuarta evaluación, no tuvo influencias sobre la acumulación de materia seca en las plántulas. Sin embargo, se manifiesta cierta tendencia al aumento de dicha variable con el uso de Radix y Activol que mostraron valores de 0.140 y 0.120 g de peso de materia seca, comparado con testigo y Orgabiol que ostentaron pesos promedios de 0.097 y 0.084 g mutuamente.

Estos resultados concuerdan con los reportados por Kohli (1985), quien, con dosis de 0.25, 0.5 y 1 g/poza obtuvo 32.3, 34.1 y 28.2 g de peso seco por plántula, comparado con testigo que logró 41.9 gramos. Esto refuerza el nulo efecto de hormonas en el peso de materia seca logrado en el experimento en el tratamiento al seco y remojo de los productos.

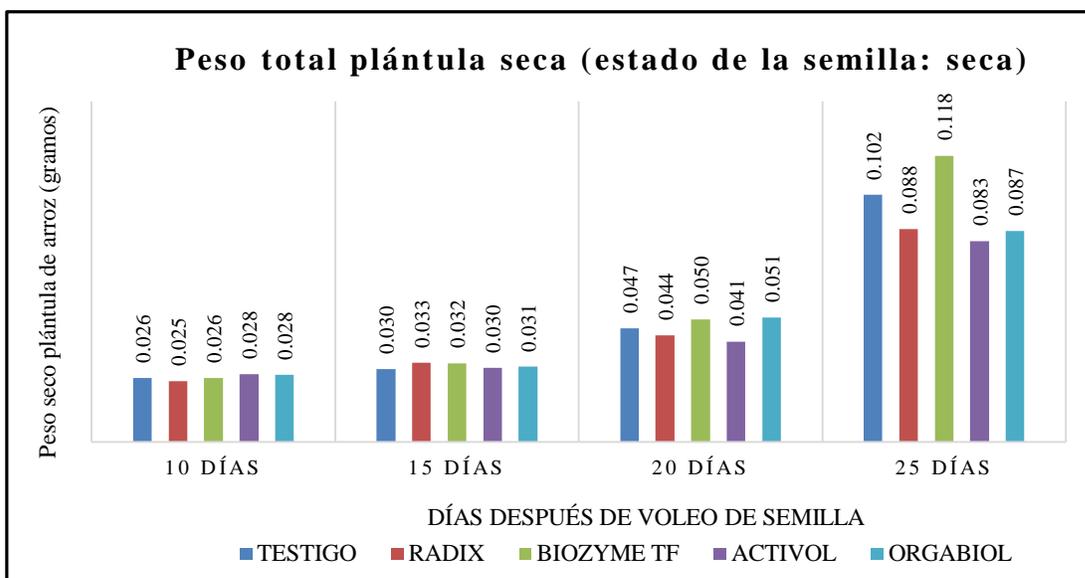


Gráfico 1: Peso seco de plántulas en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla seca.

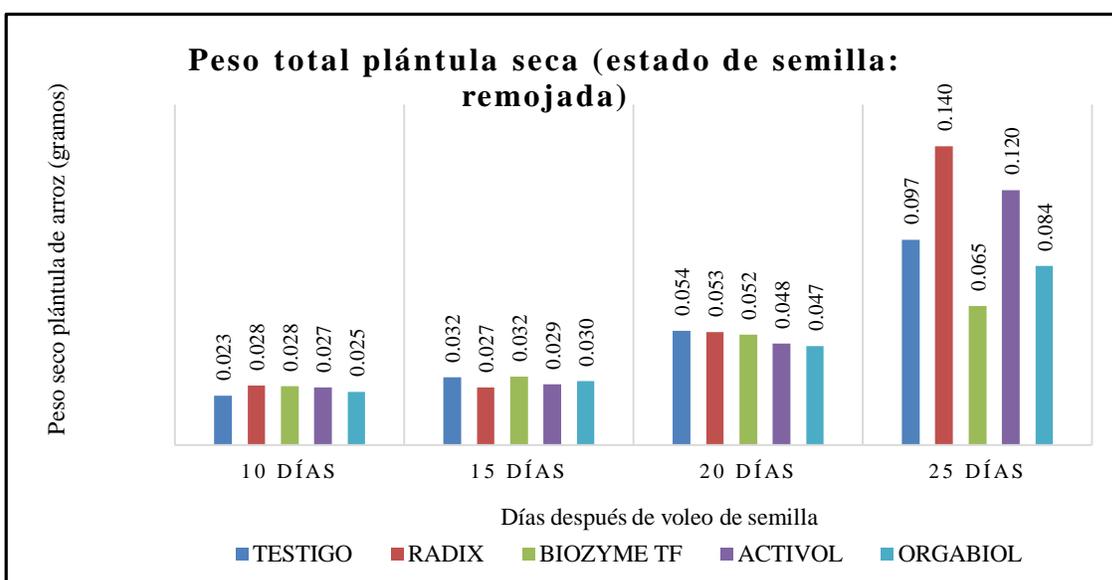


Gráfico 2: Peso seco de plántulas en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a semilla remojada.

5.2 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE PESO DE MATERIA SECA DEL ÁREA FOLIAR EN PLÁNTULA DE ARROZ

En el cuadro 14 se presentan los resultados obtenidos de los cuadrados medios del análisis de variancia realizado a los tratamientos en estudio, en las cuatro evaluaciones.

Cuadro 14: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a las cuatro evaluaciones de peso de materia seca foliar por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	1° evaluación	2° evaluación	3° evaluación	4° evaluación
		CM	CM	CM	CM
Bloques	3				
Tratamiento	1	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Bloque*Tratamiento	3				
Producto	4	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Tratamiento*Producto	4	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Error	24				
Total	39				
CV (A)		0.29%	0.77%	0.82%	2.15%
CV (B)		0.18%	0.39%		

En el cuadro 14 del resumen de los cuadrados medios del peso de materia seca foliar por plántula en el cultivo de arroz, se observa que en la fuente de variación de tratamientos, productos e interacción de tratamientos con productos, para todas las evaluaciones realizadas no existe diferencia estadística, debido a que el vigor fue homogéneo a nivel de todo el campo por lo que los promedios son similares.

Los valores del coeficiente de variabilidad en las cuatro evaluaciones realizadas, indican que el peso de materia seca foliar por plántula en los tratamientos y productos tuvo una tendencia a ser homogéneo.

En la última evaluación se procedió a realizar la Técnica de Separación de Medias, en este caso se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan; los resultados se observan en el cuadro siguiente:

Cuadro 15: Presentación de medias y su significancia dada por la prueba de Duncan correspondiente a la cuarta evaluación de peso de área foliar seca total por plántula, al 5%

Productos	Peso de plántula seca (g.)	Significancia estadística
Radix	0.083942	A
Activol	0.068874	A
Testigo	0.068377	A
Biozyme TF	0.063884	A
Orgabiol	0.060032	A

Nota: Letras iguales, indica promedios iguales, según prueba de Duncan al 5%.

La prueba de Duncan permite indicar que los productos no presentan diferencias significativas entre los pesos de área foliar seca.

5.2.1 PESO DE MATERIA SECA DEL ÁREA FOLIAR EN PLÁNTULA DE ARROZ

En los gráficos 3 y 4 se presentan los pesos promedio del área foliar seca expresados en gramos, de los distintos productos agrupados en estado de semilla: seca y remojada.

En estado de semilla seca, en la primera evaluación el tratamiento de semillas, no tuvo influencias sobre la acumulación de materia seca en el área foliar. No obstante, se manifiesta cierta tendencia al aumento de dicha variable con el uso de Orgabiol que presentó un peso de 0.012 g, confrontado con Radix, testigo y Activol que ostentaron un promedio de 0.011 g.

En la segunda evaluación, el tratamiento de semillas no afectó significativamente el peso seco de la parte aérea. Sin embargo, Biozyme TF y Orgabiol produjeron la mejor respuesta de 0.017 g comparado con 0.016 g obtenidos por testigo y Activol.

El tratamiento de semillas en la tercera evaluación no afectó el peso seco del área foliar. Aunque, se evidencia una tendencia al incremento de esta variable por efecto de la aplicación de Orgabiol y Biozyme TF con valores de 0.036 y 0.035 g. Adicionalmente, el

uso de Radix y testigo que obtuvieron 0.031 y 0.029 g proporcionalmente, muestra una mejor respuesta en términos de valor absoluto sobre el resto de productos.

En la cuarta evaluación se evidencia que no hubo diferencias entre productos para el peso de materia seca del área foliar. Sin embargo, se muestra una predisposición al aumento de esta variable con Biozyme TF y testigo con valores de 0.077 y 0.072 g sobre los demás productos.

A continuación el detalle del peso de materia seca de área foliar a lo largo de las cuatro evaluaciones, en el estado de semilla remojada.

En la primera evaluación, el tratamiento de semilla no arrojó diferencias significativas sobre el peso seco de la parte aérea. No obstante Activol y Biozyme TF originaron un peso de 0.012 g, esto contrastado con testigo y Orgabiol que promediaron 0.011 g.

El tratamiento de semillas en la segunda evaluación tampoco influyó sobre el peso de materia seca de área foliar. Sin embargo, se muestra una proyección creciente de Biozyme TF con 0.019 g sobre el testigo y Orgabiol que presentaron en promedio 0.017 g.

En la tercera evaluación, el tratamiento de semilla no afectó el peso seco de área foliar, aunque se identificó una proyección creciente de testigo y Biozyme TF que ostentaron valores de 0.036 y 0.035 g sobre los demás.

En la cuarta evaluación, se evidencia que no hubo diferencias entre productos para el peso de materia seca de la parte aérea de plántulas. Empero Radix y Activol alcanzaron un valor promedio de 0.098 y 0.074 g de peso, cotejado con testigo y Orgabiol que presentaron valores de 0.065 y 0.058 g, respectivamente.

Estos resultados armonizan con los conseguidos por Shirakawa *et al* (1982), quien informa que la aplicación del regulador de crecimiento Isonicotinamide en cobertura y fondo de cama de almácigo de arroz, alcanzó peso seco de área foliar por debajo del testigo.

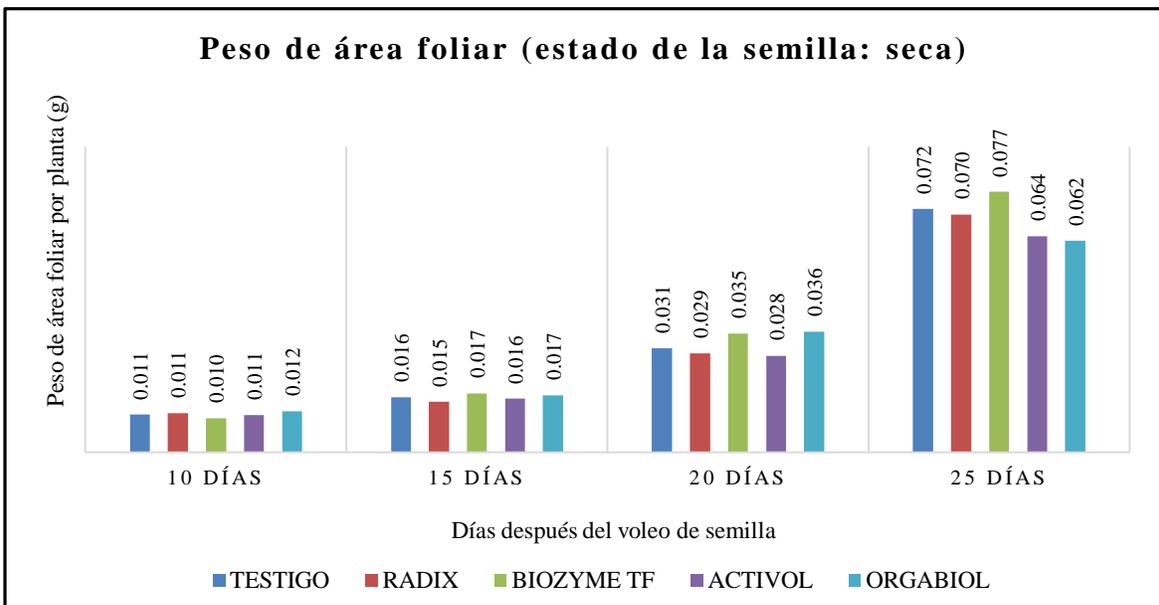


Gráfico 3: Peso seco del área foliar de plántulas en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla seca.

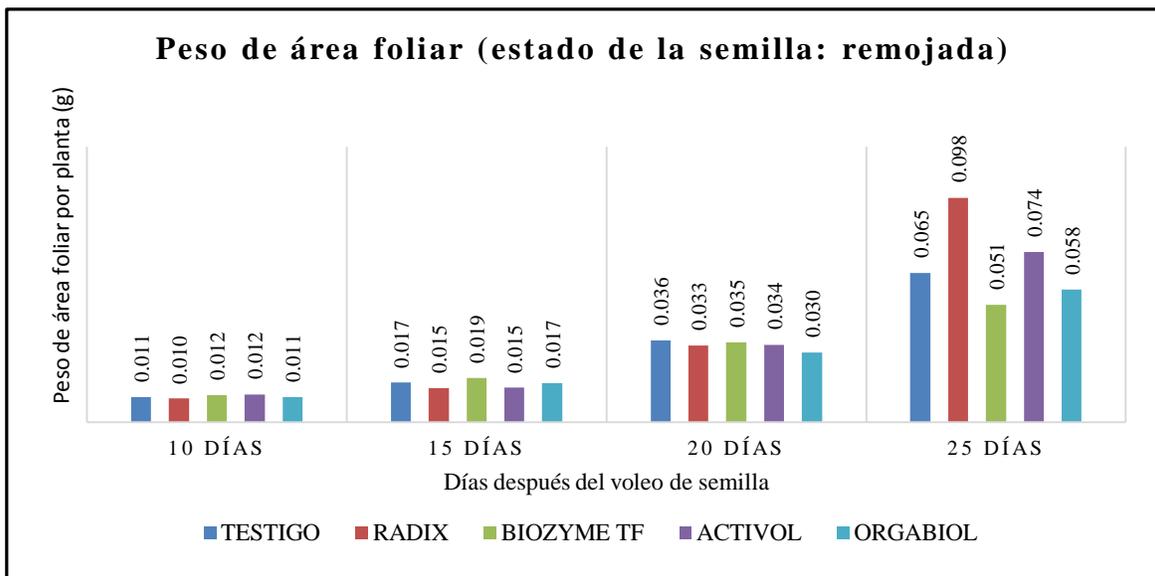


Gráfico 4: Peso seco del área foliar de plántulas en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a semilla remojada.

5.3 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE PESO DE MATERIA SECA DE RAÍZ EN PLÁNTULA DE ARROZ

En el cuadro 16 se presenta los resultados obtenidos de los cuadrados medios en tratamientos en estudio, en las cuatro evaluaciones.

Cuadro 16: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a las cuatro evaluaciones de peso de materia seca de raíz por plántula al 0.05%.

Fuentes de Variación	GL	1° evaluación	2° evaluación	3° evaluación	4° evaluación
		CM	CM	CM	CM
Bloques	3				
Tratamiento	1	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Bloque*Tratamiento	3				
Producto	4	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Tratamiento*Producto	4	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Error	24				
Total	39				
CV (A)		0.38%	0.29%	0.44%	2.56%
CV (B)		0.26%			2.00%

En el cuadro 16 del resumen de los cuadrados medios del peso de materia seca de raíz por plántula en el cultivo de arroz, se observa que en la fuente de variación de tratamientos, productos e interacción de tratamientos con productos, para todas las evaluaciones realizadas no existe diferencia estadística, debido a que el vigor fue homogéneo a nivel de todo el campo por lo que los promedios son similares.

El coeficiente de variabilidad en las cuatro evaluaciones realizadas la variable peso de materia seca de raíz por plántula en los tratamientos y productos, nos permite indicar que el trabajo experimental se realizó con un grado de precisión óptimo.

En la última evaluación se procedió a realizar la Técnica de Separación de Medias, en este caso se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan; los resultados se observan en el cuadro siguiente:

Cuadro 17: Presentación de medias y su significancia estadística dada por la prueba de Duncan correspondiente a la cuarta evaluación de peso de raíz seca total por plántula, al 5%.

Productos	Peso de materia seca (g.)	Significancia estadística
Activol	0.032388	A
Testigo	0.03072	A
Radix	0.030063	A
Biozyme TF	0.027707	A
Orgabiol	0.025429	A

Nota: Letras iguales, indica promedios iguales, según prueba de Duncan al 5%.

La prueba de Duncan indica que no existen diferencias estadísticas entre los pesos de raíz seca de los distintos productos.

5.3.1 PESO DE MATERIA SECA DE RAÍZ EN PLÁNTULA DE ARROZ

En los gráficos 5 y 6 se presentan los pesos promedio de raíz seca expresada en gramos, de los distintos productos agrupados en estado de semilla: seca y remojada.

En estado de semilla seca, la primera evaluación de tratamiento de semilla no afectó significativamente el peso seco de raíz, obteniéndose valores de 0.017 y 0.016 g con los productos Activol y Biozyme TF, confrontados con Orgabiol y testigo que exhibieron un promedio de 0.015 g.

En la segunda evaluación, el tratamiento de semilla no tuvo influencias sobre la acumulación de materia seca en las raíces. Sin embargo se manifiesta cierta tendencia al aumento de dicha variable con el uso de Radix con promedio de 0.018 g, seguido por Biozyme TF y Activol que presentaron un valor promedio de 0.015 g y finalmente Orgabiol y el testigo desplegaron 0.014 g.

El tratamiento de semilla en la tercera evaluación, no afectó significativamente el peso seco de raíz. No obstante, testigo y Orgabiol produjeron la mejor respuesta logrando acumular 0.016 g sobre los demás productos.

En la cuarta evaluación, el tratamiento de semilla no varió el peso seco de raíz. Empero, se evidencia una tendencia al incremento de esta variable por efecto de la aplicación de Biozyme TF y testigo que alcanzaron promedios de 0.041 y 0.030 g. Adicionalmente, el uso de Orgabiol y Activol con resultados de 0.025 y 0.019 g respectivamente, muestran un mejor resultado sobre el resto de productos.

A continuación el detalle del peso seco de raíz a lo largo de las cuatro evaluaciones, en el estado de semilla remojada.

En la primera evaluación, el tratamiento de semilla no arrojó diferencias significativas sobre el peso seco de raíz, con una mejor respuesta de Radix y Biozyme TF con valores de 0.018 y 0.016 g correspondiente, seguido por Activol y Orgabiol que enseñaron un promedio de 0.015 y 0.014 g equitativamente y finalmente testigo lució 0.012 g.

El tratamiento de semilla en la segunda evaluación, evidencia que no hubo diferencias significativas entre productos para el peso seco de raíz. Sin embargo, se muestra una proyección creciente de esta variable con testigo y Activol que exhibieron 0.015 y 0.014 g, comparado con Orgabiol y Biozyme TF que ostentaron 0.013 g.

En la tercera evaluación, la aplicación de productos a semilla no afectó el peso seco de raíz. No obstante, se evidencia una tendencia al incremento de esta variable por efecto de la aplicación de Radix y el testigo, que exhibieron valores de 0.020 y 0.018 g comparado con Biozyme TF y Orgabiol que promediaron 0.017 y 0.016 g equitativamente.

El tratamiento de semilla en la cuarta evaluación, no afectó significativamente el peso seco de raíz. Empero, Activol y Radix lucieron valores de 0.046 y 0.043 g, comparados con testigo y Orgabiol que presentaron valores de 0.031 y 0.026 g respectivamente.

Estos resultados no conciertan con los obtenidos por Shirakawa (1982), quien reporta que la incorporación de Isonicotinamide en cobertura y fondo de surco de arroz, supera el peso seco de raíz por plántula de arroz en dosis de 0.005 a 2 g/cama de almácigo (140 g de semilla por cama) al testigo.

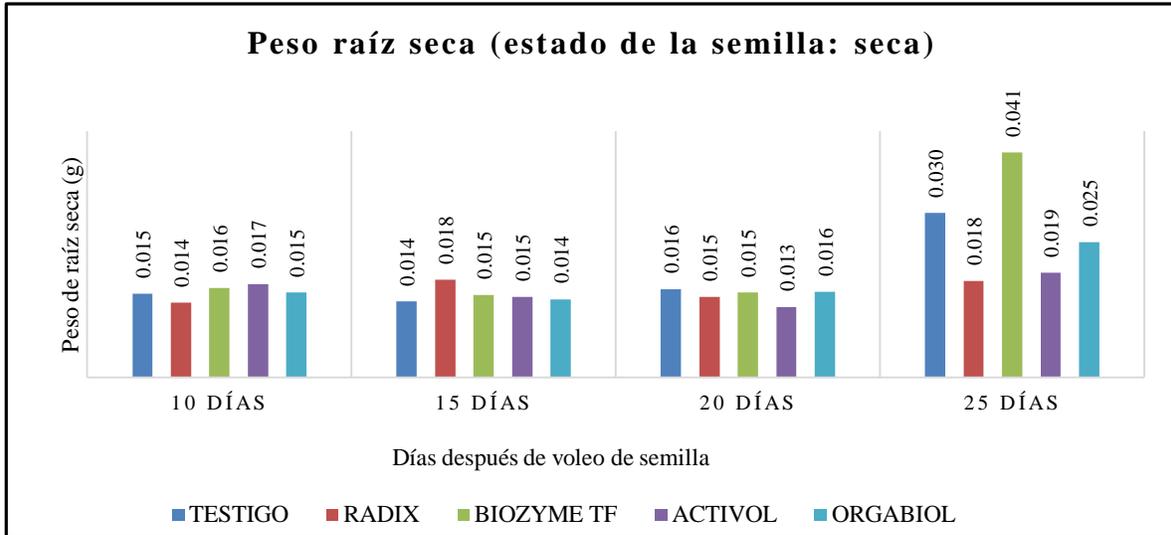


Gráfico 5: Peso seco de raíz de plántulas en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla seca.

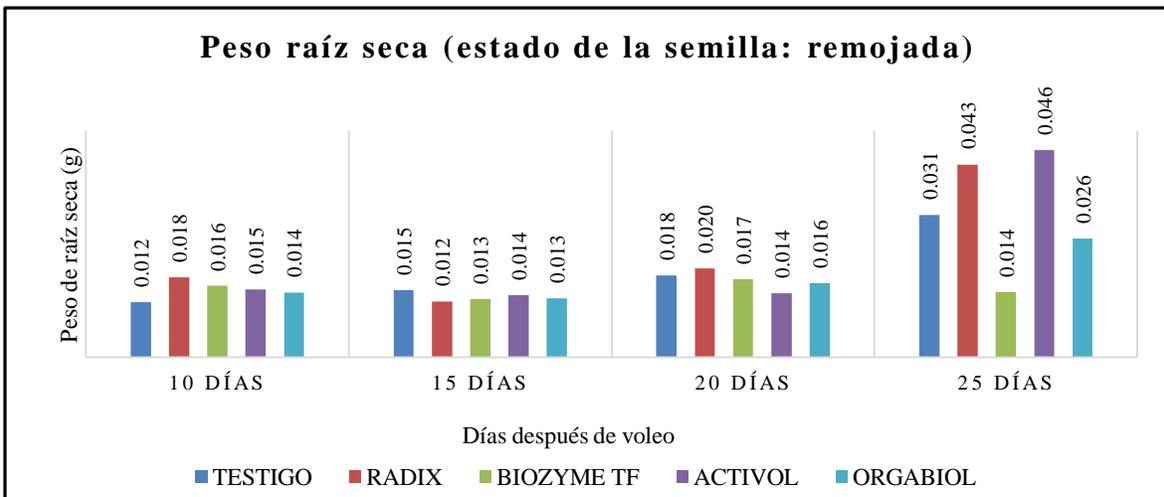


Gráfico 6: Peso seco de raíz de plántula en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla remojada.

5.4 RELACIÓN DE PESO SECO DE ÁREA FOLIAR Y RAÍZ EN PLÁNTULA DE ARROZ

En los gráficos 7 y 8 se muestra la relación entre el área foliar y raíz en plántulas de arroz, expresado en porcentaje de los distintos productos agrupados en estado de semilla: seca y remojada.

En estado de semilla seca, en la primera evaluación Biozyme TF y Activol mostraron una participación de 61.80 y 60.81% de peso seco de raíz sobre el total de materia seca, comparado con testigo y Orgabiol que ostentaron valores de 57.90 y 56.15%.

El tratamiento de semilla en la segunda evaluación, muestra una tendencia al aumento de la proporción de peso seco de área foliar. Donde Orgabiol y testigo lucieron promedios de 54.01 y 53.93% confrontado con Biozyme TF y Activol que alcanzaron 53.56 y 51.86%.

En la tercera evaluación, se evidencia una tendencia al incremento de proporción de área foliar, por efecto de la aplicación de Orgabiol y Biozyme TF con 69.49 y 69.33% de área foliar. Adicionalmente, el uso de Activol y Radix de 68.90 y 66.56% equitativamente muestran una mejor respuesta que testigo.

En la cuarta evaluación, Radix y Activol alcanzaron 79.93 y 76.92% de área foliar, confrontado con Orgabiol y testigo que mostraron promedios de 71.64 y 70.49% correspondientemente.

A continuación el detalle del porcentaje de área foliar y raíz en plántulas de arroz, a lo largo de las cuatro evaluaciones, en el estado de semilla remojada.

En la primera evaluación, el tratamiento de semilla generó una mayor proporción de materia seca de raíz con valores de 63.16 y 57.10% en Radix y Biozyme TF proporcionalmente, seguido por Orgabiol y Activol que exhibieron promedios de 56.71 y 55.09%, mientras testigo lució 52.57%.

En la segunda evaluación, se evidencia un aumento en la proporción de área foliar con Biozyme TF y Orgabiol que ostentaron valores de 60.03 y 56.94%, confrontado con Radix y testigo que presentaron 54.76 y 53.84%.

En la tercera evaluación, se muestra una tendencia al aumento de la participación de peso seco de área foliar por Activol y Biozyme TF que desplegaron promedios de 70.62 y 66.96%, confrontado con testigo y Orgabiol que mostraron 66.41 y 65.01% proporcionalmente.

El tratamiento de semilla en la cuarta evaluación, señala una tendencia creciente de proporción de peso seco en el área foliar por parte de Biozyme TF y Radix que lucieron promedios de 78.12 y 69.70%, confrontado con Orgabiol y testigo que exhibieron 68.80 y 67.43% respectivamente.

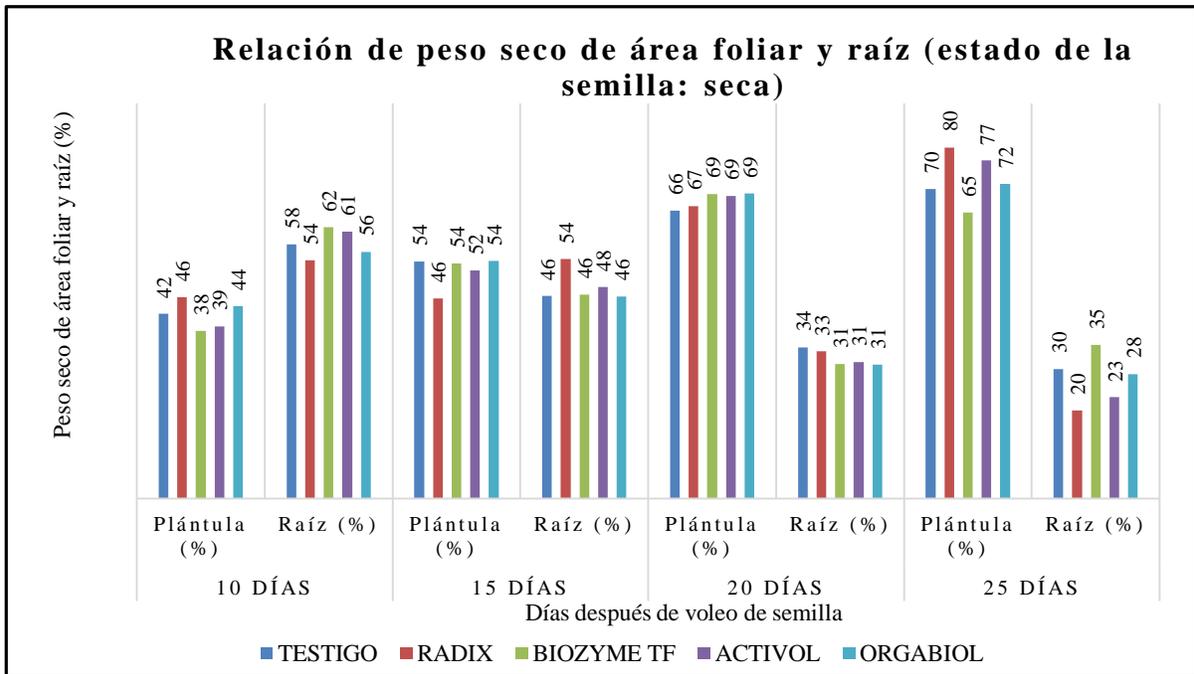


Gráfico 7: Relación de peso seco de área foliar y raíz de plántula en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla seca.

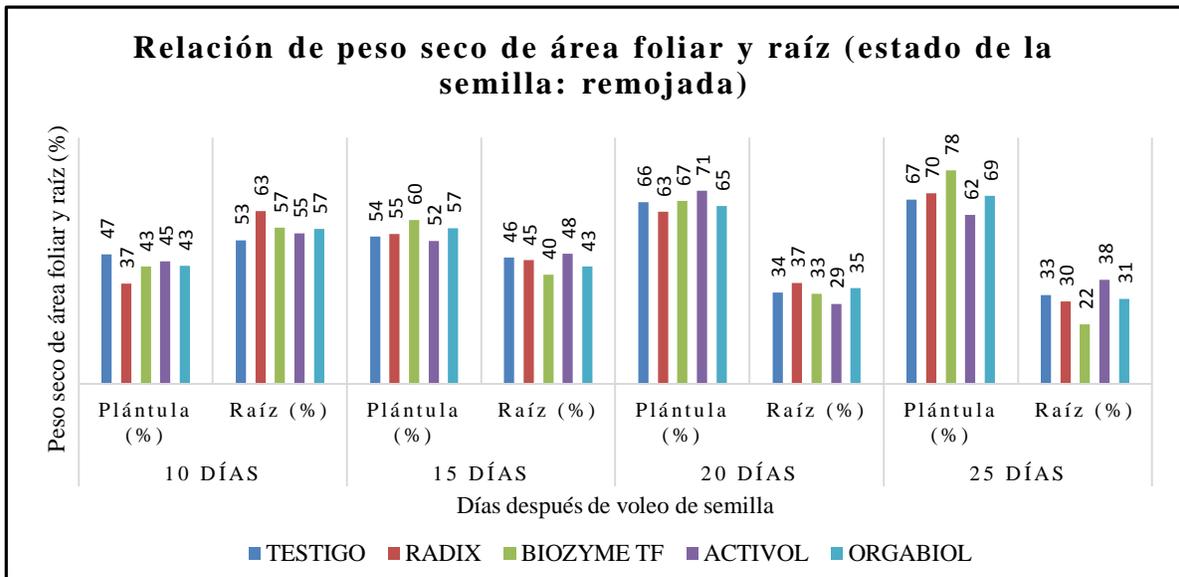


Gráfico 8: Relación de peso seco de área foliar y raíz de plántula en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla remojada.

5.5 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE ÁREA FOLIAR EN PLÁNTULA DE ARROZ

En el cuadro 18 se presentan los resultados obtenidos de los cuadrados medios en los tratamientos en estudio, en las cuatro evaluaciones.

Cuadro 18: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a las cuatro evaluaciones de área foliar por plántula, al 0.05%.

Fuentes de Variación	GL	1° evaluación	2° evaluación	3° evaluación	4° evaluación
		CM	CM	CM	CM
Bloques	3				
Tratamiento	1	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Bloque*Tratamiento	3				
Producto	4	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Tratamiento*Producto	4	*	n. s.	n. s.	n. s.
Error	24				
Total	39				
CV (A)		0.06%	0.08%	0.05%	0.21%
CV (B)		0.03%			0.14%

En el cuadro 18 del resumen de los cuadrados medios del área foliar por plántula en el cultivo de arroz, se observa que en la fuente de variación de tratamientos y productos, para todas las evaluaciones realizadas no existe diferencia estadística, debido a que el vigor fue homogéneo a nivel de todo el campo por lo que los promedios son similares. No obstante, en la interacción tratamiento y producto existen diferencias significativas en la primera evaluación, posteriormente no se observó esta diferencia estadística.

El coeficiente de variabilidad en las cuatro evaluaciones realizadas a la variable área foliar por plántula en los tratamientos y productos nos permite revelar que el experimento se realizó con un grado de precisión recomendable.

En la última evaluación se procedió a realizar la Técnica de Separación de Medias, en este caso se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan; los resultados se observan en el cuadro siguiente:

Cuadro 19: Presentación de medias y su significancia estadística dada por la prueba de Duncan correspondiente a la cuarta evaluación de área foliar por plántula, al 5%

Productos	Área foliar (m ²)	Significancia estadística
Radix	0.006909	A
Biozyme TF	0.00639	A
Activol	0.006355	A
Testigo	0.006324	A
Orgabiol	0.005659	A

Nota: Letras iguales, indica promedios iguales, según prueba de Duncan al 5%.

La prueba de Duncan, permite mostrar que los productos no presentan diferencias significativas entre el área foliar de las plántulas.

5.5.1 ÁREA FOLIAR EN PLÁNTULA DE ARROZ

En los gráficos 9 y 10 se presenta el área foliar promedio de plántula de arroz expresado en m² de los distintos productos agrupados en estado de semilla: seca y remojada.

En estado de semilla seca, en la primera evaluación existen diferencia significativas en la interacción de tratamientos y productos, siendo Activol el producto más efectivo, con 0.0016 m² de área foliar correspondiente a un aumento de 18.75% sobre el testigo; mientras que los productos Activol y Orgabiol alcanzaron un área de 0.0013 m² igual al testigo.

En la segunda evaluación, el tratamiento de semilla no arrojó diferencias significativas sobre el área foliar, con una mejor respuesta de Orgabiol y testigo que exhibieron un promedio de 0.0021 y 0.0020 m² proporcionalmente, sobre los demás productos.

En el tratamiento de semilla de la tercera evaluación, no influyó en la variable área foliar. No obstante, se evaluó un incremento de área foliar por parte de Biozyme TF y Activol que presentaron valores de 0.0030 y 0.0029 m², seguido por Orgabiol y Radix que exhibieron promedios de 0.0028 y 0.0025 m² equitativamente, y en último lugar testigo mostró 0.0024 m².

En la cuarta evaluación, se evidencia que no hubo diferencias entre productos para el área foliar. Sin embargo, se muestra una tendencia al aumento de esta variable con Biozyme TF que lució un promedio de 0.0070 m^2 , confrontado con Radix y testigo que exhibieron 0.0067 m^2 .

A continuación el detalle del peso de materia seca a lo largo de las cuatro evaluaciones, en el estado de semilla remojada.

En la primera evaluación, el tratamiento de semilla afectó significativamente el área foliar. No obstante, Biozyme produjo la mejor respuesta logrando alcanzar 0.0017 m^2 comparado con 0.0012 m^2 obtenidos en el testigo, lo cual equivale a un incremento de 29.41%.

El tratamiento de semilla en la segunda evaluación, no muestra diferencias significativas entre los productos para el área foliar, siendo testigo el más efectivo, con un 0.0021 m^2 , comparado con Radix y Biozyme TF que enseñaron un valor de 0.0020 m^2 .

En la tercera evaluación, el tratamiento de semillas no arrojó diferencias sobre el área foliar, con una mejor respuesta de Radix que alcanzó 0.0031 m^2 , confrontado con testigo y Biozyme TF que exhibieron un promedio de 0.0030 m^2 respectivamente.

En la cuarta evaluación, el tratamiento de semilla no influyó sobre el área foliar, aunque si se observa una tendencia creciente de este parámetro, dado por Radix y Activol que lucieron un promedio de 0.0071 y 0.0065 m^2 correspondiente, comparado con testigo y Biozyme TF que enseñaron un área foliar de 0.0059 y 0.0056 m^2 equitativamente.

Estos corolarios coinciden con los obtenidos por Hayat *et al* (2011), quien reporta que la aplicación de la hormona Brassinoesteroide ($0.1, 1.1 \mu\text{M}$) a almácigos de arroz, indujo que las nuevas hojas fueran más cortas que las iniciales, además de incrementar los síntomas cloróticos en las mismas.

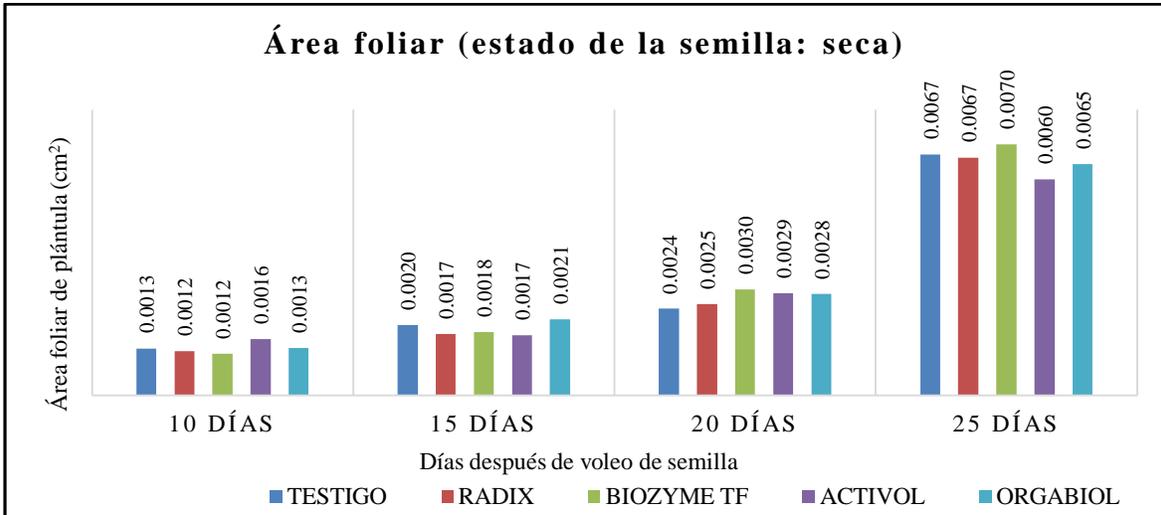


Gráfico 9: Área foliar de plántula en metros cuadrados, en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla seca.

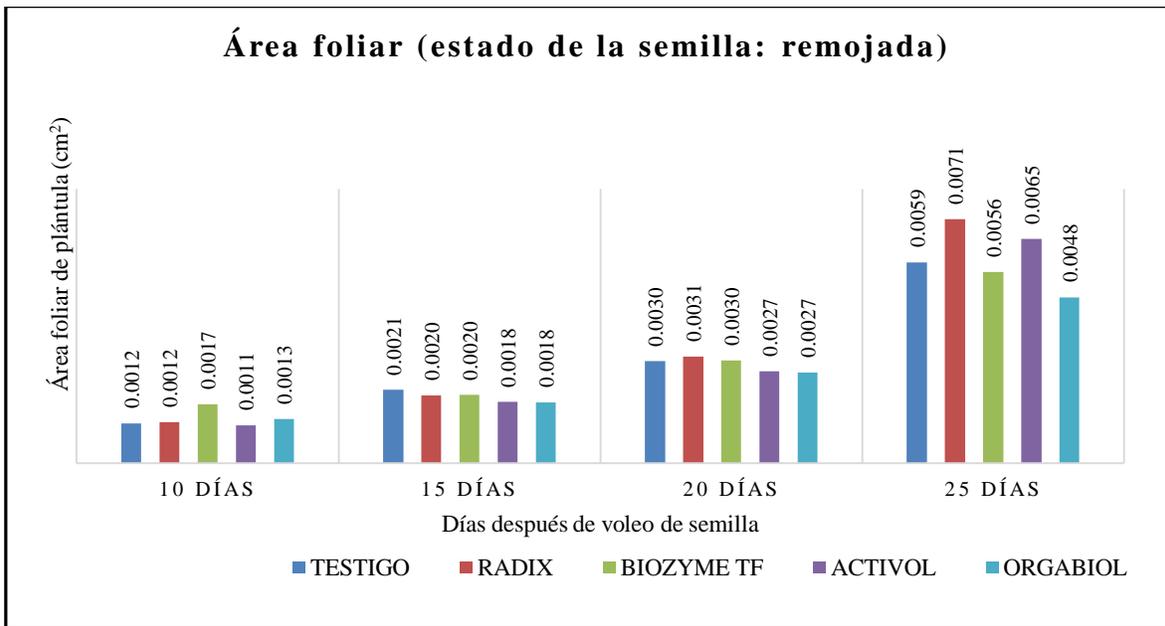


Gráfico 10: Área foliar de plántula en metros cuadrados, en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla remojada.

5.6 ANÁLISIS DE VARIANCA DE LONGITUD DE RAÍZ EN PLÁNTULA DE ARROZ

En el cuadro 20 se presenta los resultados obtenidos de los cuadrados medios obtenidos de los tratamientos en estudio, en las cuatro evaluaciones.

Cuadro 20: Análisis de varianca del ensayo experimental correspondiente a las cuatro evaluaciones de longitud radicular de plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	1° evaluación	2° evaluación	3° evaluación	4° evaluación
		CM	CM	CM	CM
Bloques	3				
Tratamiento	1	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Bloque*Tratamiento	3				
Producto	4	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Tratamiento*Producto	4	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Error	24				
Total	39				
CV (A)		14.74%	8.76%	5.89%	9.97%
CV (B)		6.22%	6.36%		7.02%

En el cuadro 20 del resumen de los cuadrados medios de longitud radicular de raíz por plántula en el cultivo de arroz, se observa que en la fuente de variación de tratamientos, productos e interacción de tratamientos con productos, para todas las evaluaciones realizadas no existe diferencia estadística, debido a que el vigor fue homogéneo a nivel de todo el campo por lo que los promedios son similares.

Los valores del coeficiente de variabilidad en las cuatro evaluaciones realizadas indican que la longitud radicular por plántula en los tratamientos y productos tuvo una tendencia a ser homogéneo.

En la última evaluación se procedió a realizar la Técnica de Separación de Medias, en este caso se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan; los resultados se observan en el cuadro siguiente:

Cuadro 21: Presentación de medias y su significancia estadística dada por la prueba de Duncan correspondiente a la cuarta evaluación de longitud radicular de plántula, al 5%.

Productos	Longitud radicular (cm.)	Significancia estadística
Orgabiol	7.81375	A
Activol	7.7725	A
Radix	7.74375	A
Testigo	7.105	A
Biozyme TF	6.66	A

Nota: Letras iguales, indica promedios iguales, según prueba de Duncan al 5%.

La prueba de Duncan, permite señalar que los productos no presentan diferencias significativas entre la longitud de raíz.

5.6.1 LONGITUD DE RAÍZ EN PLÁNTULA DE ARROZ

En los gráficos 11 y 12 se muestra la longitud de raíz promedio de plántulas expresado en cm, de los distintos productos agrupados en estados de la semilla: seca y remojada.

En estado de semilla seca, en la primera evaluación el tratamiento de semilla no influyó sobre la longitud radicular, obteniéndose un valor de 5.91 cm en Biozyme TF, seguido por Activol, Radix y Orgabiol que exhibieron un promedio de 5.64, 5.48 y 5.34 cm correspondientemente y en último lugar el testigo ostentó 5.21 cm.

En la segunda evaluación, el tratamiento de semilla no afectó significativamente la longitud radicular. No obstante, Orgabiol y Activol produjeron la mejor respuesta logrando acumular 7.55 y 7.51 cm equitativamente, comparado con Biozyme TF y Radix que enseñaron un promedio de 7.50 y 7.42 cm mutuamente y con testigo que alcanzó 7.14 cm.

El tratamiento de semilla en la tercera evaluación, no afectó la longitud radicular. Sin embargo, se evidencia una tendencia al incremento de esta variable por efecto de la aplicación de Biozyme TF y Activol que lucieron promedios de 8.44 y 8.29 cm correspondientemente, confrontado con Radix y testigo que ostentaron un promedio de 8.04 y 7.85 cm equitativamente.

En la cuarta evaluación, se evidencia que no hubo diferencias entre productos para la longitud radicular. Sin embargo, se muestra una predisposición al aumento de esta variable por parte de Orgabiol y Activol que lucieron promedios de 8.33 y 7.63 cm correspondientemente, seguido por Biozyme TF y Radix que mostraron un valor de 7.52 y 7.32 cm equitativamente y finalmente por testigo que exhibió 7.21 cm.

A continuación el detalle de longitud radicular a lo largo de las cuatro evaluaciones, en el estado de semilla remojada.

En la primera evaluación, el tratamiento de semilla no arrojó diferencias significativas sobre la longitud radicular, con una mejor respuesta de testigo y Biozyme con valores de 5.37 y 5.34 cm, comparado con Orgabiol que lució 5.12 cm.

En la segunda evaluación, el ensayo no muestra diferencias significativas entre los productos para la longitud radicular, siendo Biozyme TF y Activol los productos que lucieron mayores promedios con 8.02 y 7.04 cm de longitud radicular equitativamente, confrontado con testigo y Orgabiol que enseñaron valores de 6.91 y 6.90 cm proporcionalmente.

El tratamiento de semilla en la tercera evaluación, no afectó significativamente la longitud radicular. No obstante, se observa una tendencia creciente por Biozyme TF y Activol que lucieron promedio de 8.24 y 8.16 cm comparado con Radix y testigo que exhibieron valores de 7.81 y 7.60 cm respectivamente.

En la cuarta evaluación, el tratamiento de semilla no tuvo influencias sobre la longitud radicular. Sin embargo, se manifiesta cierta predisposición al aumento de dicha variable con Radix y Activol que exhibieron promedios de 8.16 y 7.92 cm cotejado con Orgabiol y el testigo que presentaron 7.92 y 7.30 cm adecuadamente.

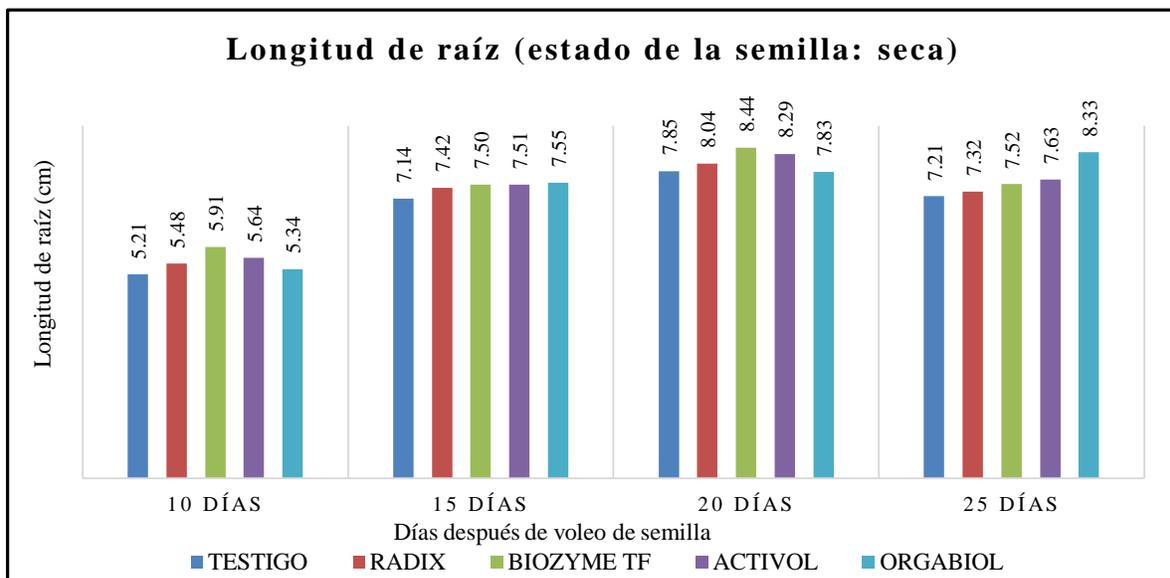


Gráfico 11: Longitud de raíz de plántula en centímetros, en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla seca.

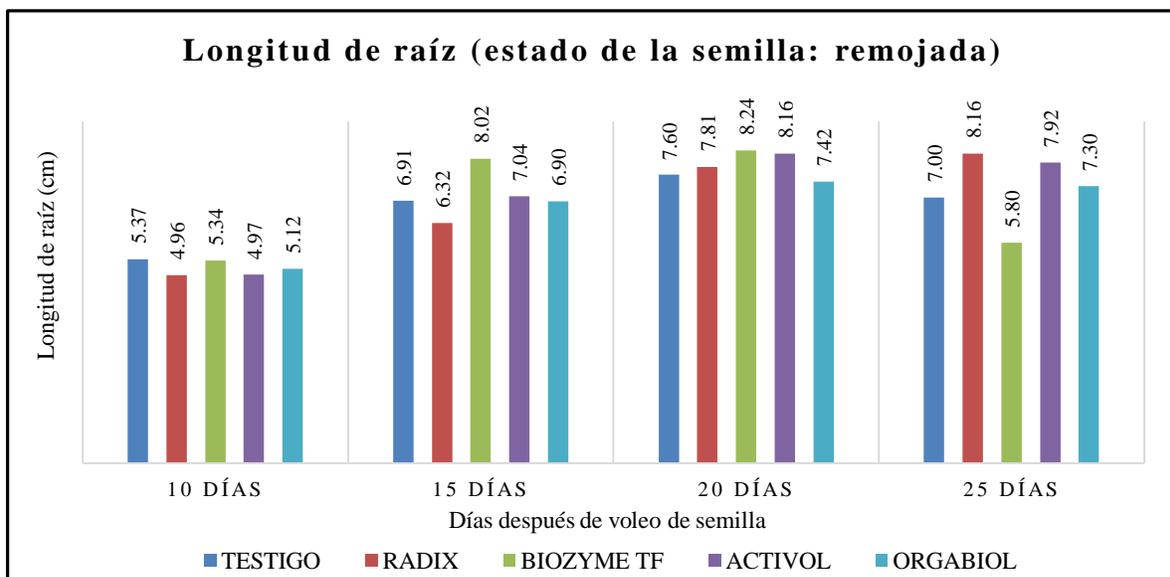


Gráfico 12: Longitud de raíz de plántula en centímetros, en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla remojada.

5.7 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE DENSIDAD DE POBLACIÓN

En el cuadro 22 se presenta los resultados obtenidos de los cuadrados medios de los tratamientos en estudio, en las cuatro evaluaciones.

Cuadro 22: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a las cuatro evaluaciones de densidad de plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	1° evaluación	2° evaluación	3° evaluación	4° evaluación
		CM	CM	CM	CM
Bloques	3				
Tratamiento	1	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Bloque*Tratamiento	3				
Producto	4	*	n. s.	n. s.	n. s.
Tratamiento*Producto	4	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Error	24				
Total	39				
CV (A)		21.83%	24.40%	17.91%	11.32%
CV (B)		17.04%		16.70%	10.79%

En el cuadro 22 del resumen de los cuadrados medios de densidad de plántula en el cultivo de arroz, se observa que en la fuente de variación de tratamientos e interacción de tratamiento y producto, para todas las evaluaciones realizadas no existe diferencia estadística, debido a que el vigor fue homogéneo a nivel de todo el campo por lo que los promedios son similares. No obstante, en producto existen diferencias significativas en la primera evaluación, posteriormente no se observó esta diferencia estadística.

Los valores de coeficiente de variabilidad en las cuatro evaluaciones realizadas indican que la densidad de plántulas por m² en los tratamientos y productos tuvo una tendencia a ser homogéneo.

En la última evaluación se procedió a realizar la Técnica de Separación de Medias, en este caso se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan; los resultados se observan en el cuadro siguiente:

Cuadro 23: Presentación de medias y su significancia estadística dada por la prueba de Duncan correspondiente a la cuarta evaluación de densidad de plántula, al 5%

Productos	Densidad de plántula	Significancia estadística
Radix	8176	A
Biozyme TF	7956	AB
Activol	7755	AB
Orgabiol	7382	AB
Testigo	7206	B

Nota: Letras iguales, indica promedios iguales, según prueba de Duncan al 5%.

La prueba de Duncan, permite señalar que los productos presentan diferencias significativas entre las diversas densidades poblacionales.

5.7.1 DENSIDAD DE POBLACIÓN

En los gráficos 13 y 14 se muestra la densidad poblacional de los distintos productos, agrupados en estado de semilla: seca y remojada.

En estado de semilla seca, en la primera evaluación se muestra diferencias significativas entre los productos para la densidad poblacional, siendo Biozyme TF el producto más efectivo, con 10,533 plántulas emergidas correspondiente a un aumento de 32.60% sobre el testigo; mientras los productos Activol y Radix alcanzaron una emergencia de plántulas de 10,311 y 10,044 equitativamente. Adicionalmente a ello, Orgabiol y testigo mostraron 7,556 y 7,100 plántula por m².

En la segunda evaluación, el tratamiento de semilla no arrojó diferencias significativas sobre densidad poblacional con una mejor respuesta de Activol y Radix que lucieron promedios de 10,178 y 9,467 plántulas por m² adecuadamente, seguido por Biozyme TF y Orgabiol que presentaron 8,000 y 7,200 plántulas por m² proporcionalmente y finalmente testigo exhibió 6,789 plántulas por m².

El tratamiento de semillas en la tercera evaluación, evidencia que no influyó sobre la densidad poblacional. No obstante, se vislumbra una tendencia creciente dada por Orgabiol y Biozyme TF que alcanzaron, 156 y 8,800 plántulas por m² adecuadamente, comparado con Radix y testigo que exhibieron 8,622 y 8,600 plántulas por m² equitativamente.

En la cuarta evaluación, se evidencia que no hubo diferencias entre productos para la densidad poblacional. Sin embargo, se muestra una proyección al aumento de esta variable con Radix y Activol exhibieron promedios de 9,600 y 9,422 plántulas por m² respectivamente, seguido por Biozyme TF y Orgabiol que lucieron un promedio de 9,022 y 8,178 plántulas por m² proporcionalmente. Mientras el testigo ostentó 8,122 plántulas por m².

A continuación la densidad poblacional a lo largo de las cuatro evaluaciones, en el estado de semilla remojada.

En la primera evaluación, el tratamiento de semilla afectó la densidad poblacional. No obstante, Biozyme TF produjo la mejor respuesta logrando acumular 9,333 plántulas comparado con 7,722 plántulas por m² obtenidos en el testigo, lo cual equivale a un incremento de 17.26%. Adicional a ello, Radix y Orgabiol lucieron un promedio de 9,067 y 8,311 plántulas por m² proporcionalmente.

En la segunda evaluación, el tratamiento de semilla no tuvo influencias sobre la densidad poblacional. Sin embargo, se manifiesta cierta predisposición al aumento de dicha variable con el uso de Orgabiol y Biozyme TF que alcanzaron 10,044 y 9,511 plántulas por m² equitativamente, comparado con Radix y Activol que lucieron un promedio de 8,889 y 7,600 plántulas por m² proporcionalmente y finalmente el testigo enseñó 6,989 plántulas por m².

En la tercera evaluación, el tratamiento de semilla no influyó sobre la densidad poblacional, aunque Radix y Orgabiol lucieron promedios de 10,089 y 9,378 plántulas por m² adecuadamente, seguido por Activol y Biozyme TF que exhibieron valores de 8,933 y 8,178 plántulas por m² respectivamente. Mientras el testigo mostró 8,044 plántulas por m².

El tratamiento de semillas en la cuarta evaluación, no muestra diferencias significativas entre productos. Empero, Biozyme TF y Radix exhibieron promedios de 9,022 y 8,933

plántulas por m² proporcionalmente, confrontados con Orgabiol y testigo que mostraron valores de 8,578 y 8,211 plántulas por m² adecuadamente.

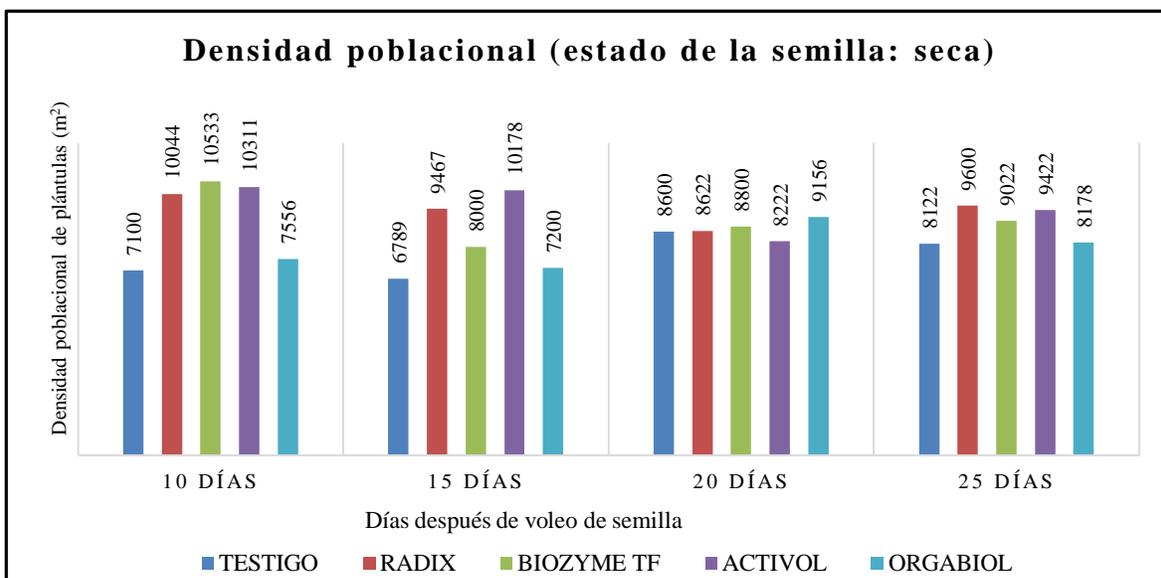


Gráfico 13: Densidad de plántulas por metro cuadrado en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla seca.

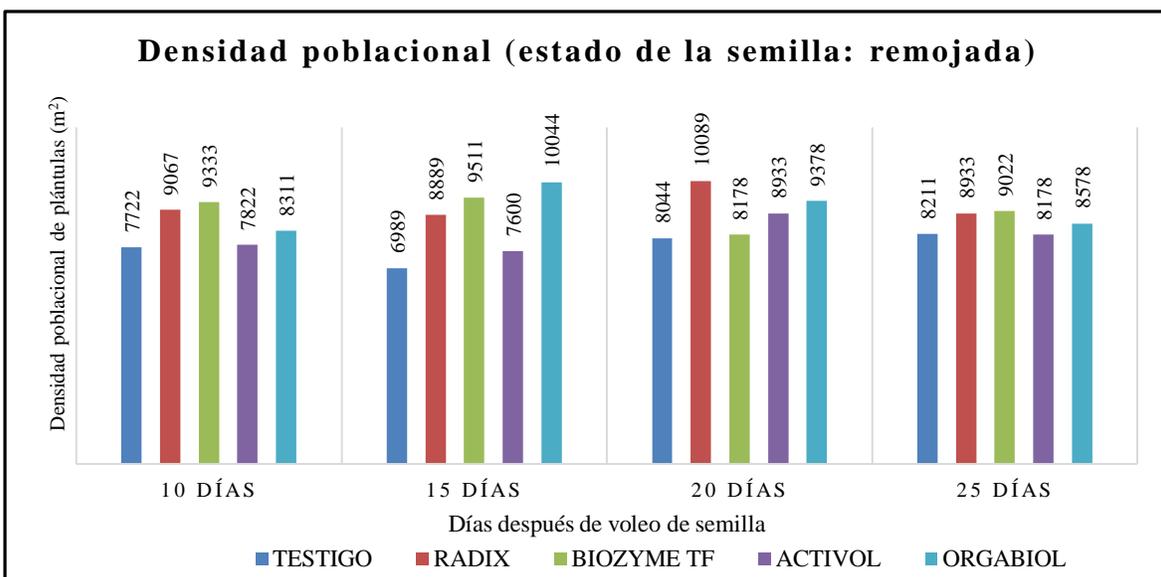


Gráfico 14: Densidad de plántulas por metro cuadrado en los tratamientos con reguladores de crecimiento, aplicados a la semilla remojada.

VI. CONCLUSIONES

- No se observó diferencia significativa a lo largo de los parámetros evaluados en el ensayo. Solamente se hallan diferencias en la primera evaluación de área foliar de plántula y densidad poblacional, destacando Activol y Biozyme TF en el primer y segundo tratamiento del área foliar de plántula. Mientras en la evaluación de densidad poblacional, destaca en la primera evaluación Biozyme TF en los dos tratamientos.
- La nula diferencia significativa a partir de la segunda aplicación se pudo dar al hecho que las plántulas inician el macollamiento, lo cual pudo generar la uniformidad de datos evaluados.
- Se podría enfocar Biozyme TF para uso en semilla seca y en remojo, y a la siembra en seco, tales como remojo y siembra directa en seco, basándonos en su buena respuesta a ambos tratamientos en la aplicación inicial.
- Se concluye que el tratamiento de la semilla en arroz se puede utilizar, reforzando las actividades fisiológicas de la semilla, estimulando a alcanzar el vigor potencial en semillas de bajo vigor.
- El suelo de pH ácido pudo haber afectado el desenvolvimiento de tratamientos y productos en el ensayo experimental, considerando el pH neutro como el óptimo para instalar arroz.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar este estudio con aplicaciones durante el desarrollo del cultivo hasta la cosecha.
- Determinar los efectos del ambiente y su interacción en el tratamiento de semilla.
- Aplicar bioestimulantes durante el tratamiento de semilla, para mejorar la emergencia y vigor de las plántulas.
- Replicar este ensayo en macetas, para reducir los efectos posibles por la desuniformidad del tipo de suelo.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Alberto Bruno, O. 2006. Factores a tener en cuenta para lograr una buena implantación de pasturas. (en línea). Producción y manejo de pasturas. Buenos Aires, AR. Consultado 13 febrero 2014. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>
- Barceló Coll, J; Nicolás Rodrigo, G; Sabater García, B; Sánchez Tamés, R. 2009. Fisiología Vegetal. Madrid, ES, Ediciones Pirámide. 559 p.
- Batish, D; Kohli, R.; Saxena, R. 1997. Growth regulatory of parthenin and its derivates. Plant Growth Regulation. Canberra. AU. 21(3): 189–194.
- CENGAGE. 2010. Plant Growth, hormones and engineering. (en línea). Boston, US. Consultado 19 de enero 2014. Disponible en http://cengagesites.com/academic/assets/sites/4004/life/LIFE_Chapter%2024_Plant%20Growth%20Hormone%20and%20Engineering.pdf
- CyTA (Ciencia y Técnica Administrativa). 2014. Germinación y plántula. (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado 13 febrero 2014. Disponible en <http://www.cyta.com.ar>
- Dirección de Información Agraria. 2012. El Arroz: Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva. (en línea). Lima, PE. Consultado 13 abril 2014. Disponible en
- El Heraldo. 2011. Semillas encapsuladas se toman mercado colombiano. (en línea). Bogotá, CO. Consultado 15 diciembre 2013. Disponible en <http://elheraldo.co/agropecuaria/semillas-encapsuladas-se-toman-mercado-colombiano-15859>
- El Universo. 2010. Nuevo concepto para la protección de la semilla. (en línea). Guayaquil, EC. Consultado 26 junio 2014. Disponible en <http://www.eluniverso.com/2010/05/29/1/1416/nuevo-concepto-proteccion-semilla-II.html>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2011. Manual técnico: Semillas en emergencias. Roma, IT. Consultado 15 marzo 2015. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i1816s.pdf>

Farooq, M; Basra, S; Ahmad, N. 2005. International Rice Research Note: Rice seed priming. (en línea). Faisalabad, PK. Consultado 30 de julio 2015. Disponible en <http://documents.mx/documents/farooq-m-rice-seed-priming.html>

Gomez, K; Gomez, A. 1976. Statistical procedures for agricultural research. (en línea). Laguna, PH. Consultado 30 agosto de 2015. Disponible en http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAR208.pdf

Hayat, S; Ahmad, A. 2011. Brassinosteroids: A Class of Plant Hormone. Dordrecht, NL. 462 p.

Heydecker, W. 1969. Vigour: Viability of Seeds. Berkshire, UK. 209 – 252.

INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria.); Estación Experimental Agraria “El Porvenir”. 2010. Arroz INIA 509 “La Esperanza”. Tarapoto, PE. 2 p.

Jones, B; Nachtsheim, C. 2009. Split-Plot Designs: What, Why and How. (en línea). Minneapolis, US. Consultado 15 enero 2015. Disponible en <https://www.jmp.com/content/dam/jmp/documents/en/white-papers/split-plot-designs-what-why-and-how.pdf>

Kim, S; Son, T; Park, S; Lee, I; Lee, B; Kim, H; Lee S. 2006. Influences of gibberellin and auxin on endogenous planta hormone and starch mobilization during rice seed germination under salt stress. *Journal of Environmental Biology*. Daegu, KR. 27(2).

Kohli, A. 1984. Paclobutrazol, a versatile new plant growth regulator as a n effective tool in crop management. **In** International Seminar on Plant, (1985, Tokio, JP). Growth Regulators in Agriculture. Tokio, JP. p. 1-17.

Lemaux, P. Plant Growth Regulators and Biotechnology. (en línea). Anaheim, US. Consultado 05 de enero 2014. Disponible en <http://ucbiotech.org/resources/biotech/talks/misc/regulat.html>

Lluna R. 2006. Hormonas vegetales: crecimiento y desarrollo de la planta. (en línea). Corrientes, AR. Consultado 13 feb. 2014. Disponible en <http://exa.unne.edu.ar>

- Mc Donald, M. 1980. Vigour test sub-committee report. The Association of Official Seed Analysts Newsletter. Arizona, US. 54 (1): 40.
- MINAG (Ministerio de Agricultura). 2012. Series Históricas de Producción Agrícola – Compendio Estadístico (en línea). Lima, PE. Consultado 13 abril 2014. Disponible en <http://frenteweb.minag.gob.pe/sisca/>
- Murakami, Y. 1959. A paper chromatographic survey of gibberellins and auxins in immature seeds of leguminous plants. Tokio, JP. 72(848): 26-43.
- Šesták, Z; Čatský, J; Gordon, P. 1971. Plant Photosynthetic Production: Manual of Methods. California, EU. S. e. 810 p.
- Shirakawa, N; Tomioka, H; Takeuchi, M; Kanzaki, M; Fukazawa, M; Endo, M. 1982. Effect of a New Plant Growth Retardant N-(4-chloro-2-(α -hydroxybenzyl)phenyl)isonicotinamide(CGR-811) on the Growth of Rice Plants. **In** International Seminar on Plant, (1985, Tokio, JP). Growth Regulators in Agriculture. Tokio, JP. p. 1-17.
- Torró, I. 2010. Análisis de los factores que determinan la resistencia al encamado y características de grano en arroz (*Oryza sativa* L.), y su asociación con otros caracteres, en varias poblaciones y ambientes: bases genéticas y QTLs implicados. Tesis Ph.D. Valencia, ES, UPV. 285 p.
- TQC (Tecnología Química y Comercio S.A.). 2011. Ficha Técnica de productos. (en línea). Lima, PE. Consultado 13 feb. 2014. Disponible en <http://www.tqc.com.pe>
- Whan, B; Carlton, G; Anderson, W. 1991. Potential for increasing early vigour and total biomass in spring wheat. I. Identification of genetic improvements. Journal of Environmental Biology. Canberra, AU. 42(3).
- Weather Underground. 2015. Tiempo Historia de SPJI (en línea). San Francisco, EU. Consultado 19 abril 2015. Disponible en <http://www.wunderground.com/history/airport/SPJI/2014/12/31/DailyHistory.html>
- Weaver, R. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México DF, MX. Editorial Trilla, 622 p.

IX. ANEXO

Anexo 1: Peso promedio de materia seca en gramos de plántula de arroz (*Oryza sativa* L). Tratamiento al seco. Bellavista, 2014.

Nº	PRODUCTO	10 DÍAS	15 DÍAS	20 DÍAS	25 DÍAS
2	RADIX	0.025	0.033	0.044	0.088
3	BIOZYME TF	0.026	0.032	0.050	0.118
4	ACTIVOL	0.028	0.030	0.041	0.083
5	ORGABIOL	0.028	0.031	0.051	0.087
1	TESTIGO	0.026	0.030	0.047	0.102
PROMEDIO (PRODUCTOS)		0.027	0.032	0.047	0.094

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2: Peso promedio de materia seca en gramos de plántula de arroz (*Oryza sativa* L). Tratamiento al remojo. Bellavista, 2014.

N°	PRODUCTO	10 DÍAS	15 DÍAS	20 DÍAS	25 DÍAS
1	RADIX	0.028	0.027	0.053	0.140
2	BIOZYME TF	0.028	0.032	0.052	0.065
3	ACTIVOL	0.027	0.029	0.048	0.120
4	ORGABIOL	0.025	0.030	0.047	0.084
5	TESTIGO	0.023	0.032	0.054	0.097
PROMEDIOS (PRODUCTOS)		0.027	0.029	0.050	0.102

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3: Peso promedio del área foliar seca en gramos de plántula de arroz (*Oryza sativa* L). Tratamiento al seco. Bellavista, 2014.

N°	PRODUCTO	10 DÍAS	15 DÍAS	20 DÍAS	25 DÍAS
2	RADIX	0.011	0.015	0.029	0.070
3	BIOZYME TF	0.010	0.017	0.035	0.077
4	ACTIVOL	0.011	0.016	0.028	0.064
5	ORGABIOL	0.012	0.017	0.036	0.062
1	TESTIGO	0.011	0.016	0.031	0.072
PROMEDIO (PRODUCTOS)		0.011	0.016	0.032	0.068

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Peso promedio del área foliar seca en gramos de plántula de arroz (*Oryza sativa* L). Tratamiento al remojo. Bellavista, 2014.

N°	PRODUCTO	10 DÍAS	15 DÍAS	20 DÍAS	25 DÍAS
2	RADIX	0.010	0.015	0.033	0.098
3	BIOZYME TF	0.012	0.019	0.035	0.051
4	ACTIVOL	0.012	0.015	0.034	0.074
5	ORGABIOL	0.011	0.017	0.030	0.058
1	TESTIGO	0.011	0.017	0.036	0.065
PROMEDIO (PRODUCTOS)		0.011	0.017	0.033	0.070

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Peso seco de raíz en gramos por plántula de arroz (*Oryza sativa* L). Tratamiento al seco. Bellavista, 2014.

N°	PRODUCTO	10 DÍAS	15 DÍAS	20 DÍAS	25 DÍAS
2	RADIX	0.014	0.018	0.015	0.018
3	BIOZYME TF	0.016	0.015	0.015	0.041
4	ACTIVOL	0.017	0.015	0.013	0.019
5	ORGABIOL	0.015	0.014	0.016	0.025
1	TESTIGO	0.015	0.014	0.016	0.030
PROMEDIO (PRODUCTOS)		0.016	0.015	0.015	0.026

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Peso seco de raíz en gramos por plántula de arroz (*Oryza sativa* L). Tratamiento al remojo. Bellavista, 2014.

N°	PRODUCTO	10 DÍAS	15 DÍAS	20 DÍAS	25 DÍAS
2	RADIX	0.018	0.012	0.020	0.043
3	BIOZYME TF	0.016	0.013	0.017	0.014
4	ACTIVOL	0.015	0.014	0.014	0.046
5	ORGABIOL	0.014	0.013	0.016	0.026
1	TESTIGO	0.012	0.015	0.018	0.031
PROMEDIO (PRODUCTOS)		0.016	0.013	0.017	0.032

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Relación de peso seco entre área foliar y raíz en porcentaje (%) por plántula de arroz (*Oryza sativa* L). Tratamiento al seco. Bellavista, 2014.

SECO	10 DÍAS		15 DÍAS		20 DÍAS		25 DÍAS	
	Plántula (%)	Raíz (%)						
TESTIGO	42.097	57.903	53.926	46.074	65.552	34.448	70.493	29.507
RADIX	45.761	54.239	45.524	54.476	66.558	33.442	79.931	20.069
BIOZYME TF	38.200	61.800	53.560	46.440	69.330	30.670	65.103	34.897
ACTIVOL	39.187	60.813	51.860	48.140	68.904	31.096	76.924	23.076
ORGABIOL	43.849	56.151	54.007	45.993	69.485	30.515	71.639	28.361

Anexo 8: Relación de peso seco entre área foliar y raíz en porcentaje (%) por plántula de arroz (*Oryza sativa* L). Tratamiento al remojo. Bellavista, 2014.

REMOJO	10 DÍAS		15 DÍAS		20 DÍAS		25 DÍAS	
	Plántula (%)	Raíz (%)						
TESTIGO	47.428	52.572	53.842	46.158	66.413	33.587	67.427	32.573
RADIX	36.842	63.158	54.765	45.235	63.039	36.961	69.700	30.300
BIOZYME TF	42.900	57.100	60.034	39.966	66.955	33.045	78.116	21.884
ACTIVOL	44.911	55.089	52.383	47.617	70.617	29.383	61.872	38.128
ORGABIOL	43.285	56.715	56.943	43.057	65.007	34.993	68.804	31.196

Anexo 9: Área foliar promedio en metros cuadrados por plántula de arroz (*Oryza sativa* L). Tratamiento al seco. Bellavista, 2014.

Nº	PRODUCTO	10 DÍAS	15 DÍAS	20 DÍAS	25 DÍAS
2	RADIX	0.0012	0.0017	0.0025	0.0067
3	BIOZYME TF	0.0012	0.0018	0.0030	0.0070
4	ACTIVOL	0.0016	0.0017	0.0029	0.0060
5	ORGABIOL	0.0013	0.0021	0.0028	0.0065
1	TESTIGO	0.0013	0.0020	0.0024	0.0067
PROMEDIO (PRODUCTOS)		0.0013	0.0018	0.0028	0.0066

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10: Área foliar promedio en metros cuadrados por plántula de arroz (*Oryza sativa* L). Tratamiento al remojo. Bellavista, 2014.

N°	PRODUCTO	10 DÍAS	15 DÍAS	20 DÍAS	25 DÍAS
2	RADIX	0.0012	0.0020	0.0031	0.0071
3	BIOZYME TF	0.0017	0.0020	0.0030	0.0056
4	ACTIVOL	0.0011	0.0018	0.0027	0.0065
5	ORGABIOL	0.0013	0.0018	0.0027	0.0048
1	TESTIGO	0.0012	0.0021	0.0030	0.0059
PROMEDIO (PRODUCTOS)		0.0013	0.0019	0.0029	0.0060

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: Longitud promedio en centímetros de raíz de plántula de arroz (*Oryza sativa* L). Tratamiento al seco. Bellavista, 2014

Nº	PRODUCTO	10 DÍAS	15 DÍAS	20 DÍAS	25 DÍAS
2	RADIX	5.48	7.42	8.04	7.32
3	BIOZYME TF	5.91	7.50	8.44	7.52
4	ACTIVOL	5.64	7.51	8.29	7.63
5	ORGABIOL	5.34	7.55	7.83	8.33
1	TESTIGO	5.21	7.14	7.85	7.21
PROMEDIO (PRODUCTOS)		5.59	7.50	8.15	7.70

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: Longitud promedio en centímetros de raíz de plántula de arroz (*Oryza sativa* L). Tratamiento al remojo. Bellavista, 2014

N°	PRODUCTO	10 DÍAS	15 DÍAS	20 DÍAS	25 DÍAS
2	RADIX	4.96	6.32	7.81	8.16
3	BIOZYME TF	5.34	8.02	8.24	5.80
4	ACTIVOL	4.97	7.04	8.16	7.92
5	ORGABIOL	5.12	6.90	7.42	7.30
1	TESTIGO	5.37	6.91	7.60	7.00
PROMEDIO (PRODUCTOS)		5.10	7.07	7.91	7.30

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Densidad de plántula de arroz (*Oryza sativa* L) por metro cuadrado. Tratamiento al seco. Bellavista, 2014

N°	PRODUCTO	10 DÍAS	15 DÍAS	20 DÍAS	25 DÍAS
2	RADIX	10044	9467	8622	9600
3	BIOZYME TF	10533	8000	8800	9022
4	ACTIVOL	10311	10178	8222	9422
5	ORGABIOL	7556	7200	9156	8178
1	TESTIGO	7100	6789	8600	8122
PROMEDIO (PRODUCTOS)		9611	8711	8700	9056

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14: Densidad de plántula de arroz (*Oryza sativa* L) por metro cuadrado. Tratamiento al remojo. Bellavista, 2014

N°	PRODUCTO	10 DÍAS	15 DÍAS	20 DÍAS	25 DÍAS
2	RADIX	9067	8889	10089	8933
3	BIOZYME TF	9333	9511	8178	9022
4	ACTIVOL	7822	7600	8933	8178
5	ORGABIOL	8311	10044	9378	8578
1	TESTIGO	7722	6989	8044	8211
PROMEDIO (TRATAMIENTO)		8633	9011	9144	8678

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la primera evaluación de peso de materia seca total por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.00002144	0.000007148	0.2987		
Tratamiento	1	0.000001406	0.000001406	0.05877	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.00007179	0.00002393			
Producto	4	0.00001591	0.000003978	1.296	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.00002424	0.000006059	1.974	2.78	n. s.
Error	24	0.00007368	0.000003070			
Total	39					

Anexo 16: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la segunda evaluación de peso de materia seca total por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.000005943	0.000001981	0.05373		
Tratamiento	1	0.000008010	0.000008010	0.2173	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.000	0.00003687			
Producto	4	0.00001688	0.000004221	0.3194	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.00002685	0.000006713	0.5080	2.78	n. s.
Error	24	0.000	0.00001321			
Total	39					

Anexo 17: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la tercera evaluación de peso de materia seca total por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.000	0.0001415	2.587		
Tratamiento	1	0.00006708	0.00006708	1.226	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.000	0.00005470			
Producto	4	0.00009345	0.00002336	0.3118	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.000	0.00002835	0.3783	2.78	n. s.
Error	24	0.002	0.00007494			
Total	39					

Anexo 18: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la cuarta evaluación de peso de materia seca total por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.003	0.0009684	1.181		
Tratamiento	1	0.000	0.0001318	0.1608	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.002	0.0008197			
Producto	4	0.001	0.0003740	0.5471	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.005	0.001353	1.979	2.78	n. s.
Error	24	0.016	0.0006836			
Total	39					

Anexo 19: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la primera evaluación de peso de materia seca foliar por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.000009127	0.000003042	0.6898		
Tratamiento	1	0.0000005625	0.0000005625	0.01275	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.00001323	0.000004410			
Producto	4	0.000001028	0.0000002571	0.1572	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.00001032	0.000002581	1.578	2.78	n. s.
Error	24	0.00003925	0.000001635			
Total	39					

Anexo 20: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la segunda evaluación de peso de materia seca foliar por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.00001236	0.000004121	0.1353		
Tratamiento	1	0.000001225	0.000001225	0.04022	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.00009136	0.00003045			
Producto	4	0.00002887	0.000007217	0.9058	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.000003952	0.0000009881	0.1240	2.78	n. s.
Error	24	0.000	0.000007967			
Total	39					

Anexo 21: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la tercera evaluación de peso de materia seca foliar por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.000	0.00009939	4.284		
Tratamiento	1	0.00001538	0.00001538	0.6627	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.00006961	0.00002320			
Producto	4	0.00003641	0.000009103	0.2449	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.00007768	0.00001942	0.5225	2.78	n. s.
Error	24	0.001	0.00003717			
Total	39					

Anexo 22: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la cuarta evaluación de peso de materia seca foliar por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.001	0.0004807	2.371		
Tratamiento	1	0.0000004000	0.0000004000	0.001973	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.001	0.0002027			
Producto	4	0.001	0.0002812	1.035	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.001	0.0003422	1.260	2.78	n. s.
Error	24	0.007	0.0002717			
Total	39					

Anexo 23: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la primera evaluación de peso de materia seca de raíz por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.000003743	0.000001248	0.1662		
Tratamiento	1	0.000001892	0.000001892	0.2521	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.00002252	0.000007506			
Producto	4	0.00001439	0.000003597	1.066	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.00002957	0.000007392	2.191	2.78	n. s.
Error	24	0.00008096	0.000003373			
Total	39					

Anexo 24: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la segunda evaluación de peso de materia seca de raíz por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.000005749	0.000001916	2.651		
Tratamiento	1	0.00001651	0.00001651	0.2284	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.000002169	0.0000007229			
Producto	4	0.000004398	0.000001100	0.2345	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.00002110	0.000005275	1.125	2.78	n. s.
Error	24	0.000	0.000004690			
Total	39					

Anexo 25: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la tercera evaluación de peso de materia seca de raíz por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.00001932	0.000006439	0.7331		
Tratamiento	1	0.00002132	0.00002132	2.427	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.00002635	0.000008783			
Producto	4	0.00003523	0.000008808	0.8654	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.00001091	0.000002727	0.2680	2.78	n. s.
Error	24	0.000	0.00001018			
Total	39					

Anexo 26: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la cuarta evaluación de peso de materia seca de raíz por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.000	0.0001415	0.4088		
Tratamiento	1	0.000	0.0001406	0.4062	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.001	0.0003462			
Producto	4	0.000	0.00002643	0.1245	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.002	0.0004344	2.046	2.78	n. s.
Error	24	0.005	0.0002123			
Total	39					

Anexo 27: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la primera evaluación de área foliar (cm²) por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.0000002247	0.00000007492	0.4617		
Tratamiento	1	0.00000001225	0.00000001225	0.07550	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.0000004867	0.0000001622			
Producto	4	0.0000001535	0.00000003.837	1.172	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.0000005965	0.0000001491	4.553	2.78	*
Error	24	0.0000007860	0.00000003275			
Total	39					

Anexo 28: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la segunda evaluación de área foliar (cm²) por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.0000002728	0.00000009092	0.04213		
Tratamiento	1	0.00000004225	0.00000004225	0.01958	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.0000006475	0.0000002158			
Producto	4	0.0000002975	0.00000007438	0.6409	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.0000003015	0.00000007537	0.6496	2.78	n. s.
Error	24	0.0000002785	0.0000001160			
Total	39					

Anexo 29: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la tercera evaluación de área foliar (cm²) por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.000001141	0.0000003803	0.1942		
Tratamiento	1	0.0000001322	0.0000001322	6.753	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.00000005875	0.00000001958			
Producto	4	0.0000001415	0.00000003538	0.2195	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.0000006665	0.0000001.666	1.034	2.78	n. s.
Error	24	0.000003868	0.0000001612			
Total	39					

Anexo 30: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la cuarta evaluación de área foliar (cm²) por plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.000003849	0.000001283	0.5621		
Tratamiento	1	0.000001892	0.000001892	0.8291	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.000006847	0.000002282			
Producto	4	0.000003184	0.0000007959	0.8429	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.000004026	0.000001007	1.066	2.78	n. s.
Error	24	0.00002266	0.0000009443			
Total	39					

Anexo 31: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la primera evaluación de longitud radicular de plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.064	0.02122	0.1686		
Tratamiento	1	0.064	0.06400	0.5086	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.378	0.1258			
Producto	4	0.040	0.01004	0.4481	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.044	0.01096	0.4889	2.78	n. s.
Error	24	0.538	0.02241			
Total	39					

Anexo 32: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la segunda evaluación de longitud radicular de plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.014	0.004710	0.079523		
Tratamiento	1	0.053	0.05329	0.8997	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.178	0.05923			
Producto	4	0.119	0.02982	0.9559	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.087	0.02176	0.6976	2.78	n. s.
Error	24	0.749	0.03119			
Total	39					

Anexo 33: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la tercera evaluación de longitud radicular de plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.369	0.1229	6.446		
Tratamiento	1	0.018	0.01764	0.9255	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.057	0.01906			
Producto	4	0.088	0.02203	0.7203	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.003	0.0007462	0.02440	2.78	n. s.
Error	24	0.734	0.03.059			
Total	39					

Anexo 34: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la cuarta evaluación de longitud radicular de plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	0.450	0.1501	1.918		
Tratamiento	1	0.056	0.05550	0.7089	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	0.235	0.07830			
Producto	4	0.275	0.06868	1.770	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	0.260	0.06506	1.677	2.78	n. s.
Error	24	0.931	0.03879			
Total	39					

Anexo 35: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la primera evaluación de densidad de plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	1285.4	428.4666667	0.230531942		
Tratamiento	1	2250	2250	1.210588615	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	5575.8	1858.6			
Producto	4	18421.75	4605.4375	4.06806329	2.78	*
Tratamiento*Producto	4	7550.75	1887.6875	1.667427301	2.78	n. s.
Error	24	27170.3	1132.095833			
Total	39					

Anexo 36: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la segunda evaluación de densidad de plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	2544.9	848.3	0.441776898		
Tratamiento	1	409.6	409.6	0.213311113	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	5760.6	1920.2			
Producto	4	13262.15	3315.5375	1.514938458	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	17059.15	4264.7875	1.948670646	2.78	n. s.
Error	24	52525.5	2188.5625			
Total	39					

Anexo 37: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la tercera evaluación de densidad de plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	3488.6	1162.866667	0.924720352		
Tratamiento	1	313.6	313.6	0.249377087	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	3772.6	1257.533333			
Producto	4	3712.75	928.1875	0.848441106	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	3108.65	777.1625	0.710391609	2.78	n. s.
Error	24	26255.8	1093.991667			
Total	39					

Anexo 38: Análisis de variancia del ensayo experimental correspondiente a la cuarta evaluación de densidad de plántula, al 0.05%

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig.
Bloques	3	107.275	35.75833333	0.072459852		
Tratamiento	1	416.025	416.025	0.843023354	10.13	n. s.
Bloque*Tratamiento	3	1480.475	493.4916667			
Producto	4	3331.6	832.9	1.856389302	2.78	n. s.
Tratamiento*Producto	4	1781.6	445.4	0.992719168	2.78	n. s.
Error	24	10768	448.6666667			
Total	39					

Anexo 39: Listado de acrónimos.

- INIA: Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- IRRI: International Rice Research Institute.
- CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- AOSA: Association of Official Seed Analysts.
- FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- TQC: Tecnología Química y Comercio.
- ABA: Ácido abscísico.
- JA: Ácido jasmónico.
- SA: Ácido salicílico.
- ANVA: Análisis de variancia.