

**EVALUACION DE TRES FORMULACIONES QUÍMICAS COMERCIALES  
DE FUNGICIDAS SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLA, EL  
CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS Y CAPACIDAD DE  
ESTABLECIMIENTO EN EL CULTIVO DEL ARROZ (*Oryza sativa*) EN  
LA ZONA DE CAÑAS, GUANACASTE, COSTA RICA.**



**CARLOS ADRIÁN QUIRÓS RAMOS**

Proyecto presentado a la Escuela de Agronomía como requisito parcial  
para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

**SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

**2013**

**EVALUACION DE TRES FORMULACIONES QUÍMICAS COMERCIALES  
DE FUNGICIDAS SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLA EL  
CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS Y CAPACIDAD DE  
ESTABLECIMIENTO EN EL CULTIVO DEL ARROZ (*Oryza sativa*) EN  
LA ZONA DE CAÑAS, GUANACASTE, COSTA RICA.**

**CARLOS ADRIÁN QUIRÓS RAMOS**

**Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:**

Ing. Agr. Joaquín Durán Mora, M. Sc.

\_\_\_\_\_

Asesor interno

Ing. Agr. Esteban Duverrán Buján, Lic.

\_\_\_\_\_

Asesor externo

Ing. Agr. Sergio Torres Portuguez M. Sc.

\_\_\_\_\_

Jurado

Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez, MAE.

\_\_\_\_\_

Coordinador

Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Luis Alberto Camero Rey, M. Sc.

\_\_\_\_\_

Director

Escuela de Agronomía

**2013**

## **Dedicatoria**

A mis padres, por su apoyo incondicional,  
excelentes consejos y educación brindada,  
los cuales me llevaron a lograr esta meta en  
mi vida.

## **Agradecimientos**

Primeramente debo agradecer a mi Dios todopoderoso, que me brindó fuerza para concluir con este trabajo y me ha mantenido bajo su protección durante mi vida.

Debo agradecer a mis amigos, que más que mis amigos son mis hermanos, Federico Castro, Warren Cubillo, María Gabriela Mora, Wayler Alvarez y Berny Quirós, con los que compartí mis años universitarios, los cuales con su apoyo, consejos oportunos y amistad sincera fueron y son un bastión importante en mi vida, haciéndome una persona mejor día con día.

Agradezco al Ing. Joaquín Durán, Ing. Esteban Duverrán y al Ing. Sergio Torres, asesores importantes en el desarrollo de este trabajo, y más que asesores amigos, los cuales con sus consejos, aportes y comentarios oportunos hicieron que hoy culmine este trabajo.

A los funcionarios del Tecnológico de San Carlos, muy en especial a Yendry Jiménez, por su amistad, apoyo y ayuda durante mi vida universitaria. A los profesores de la Escuela de Agronomía los cuales me brindaron una educación excepcional y forjaron con su conocimiento y enseñanzas el profesional que soy hoy.

A todas y cada una de esas personas que hicieron de mi paso por el TEC una enseñanza de vida y que a través del tiempo sus enseñanzas permanecerán en lo más profundo de mí ser.

## Tabla de Contenidos

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivo General: .....	2
1.2. Objetivos Específicos:.....	2
1.3. Hipótesis .....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Generalidades del cultivo.....	4
2.2. Taxonomía .....	4
2.3. Morfología de la planta.....	4
2.3.1. Raíz .....	4
2.3.2. Tallo.....	5
2.3.3. Hojas .....	5
2.3.4. Inflorescencia.....	5
2.4. Requerimientos edafo-climáticos del cultivo .....	5
2.4.1. Temperatura .....	5
2.4.2. Requerimiento hídrico y precipitación .....	6
2.4.3. Humedad .....	6
2.4.4. Radiación solar .....	6
2.4.5. Suelo .....	7
2.5. Etapas de crecimiento y desarrollo del arroz .....	7
2.5.1. Fase Vegetativa.....	7
2.5.1.1. Estadio 0: Germinación .....	7
2.5.1.2. Estadio 1: Plántula.....	8
2.5.1.3. Estadio 2: Macollamiento.....	8

2.5.1.4.	Estadio 3: Elongación del tallo.....	8
2.5.2.	Fase Reproductiva.....	8
2.5.2.1.	Estadio 4: Iniciación de formación de la panícula.....	8
2.5.2.2.	Estadio 5: Emersión de la panícula .....	9
2.5.2.3.	Estadio 6: Floración.....	9
2.5.3.	Fase de Maduración .....	9
2.5.3.1.	Estadio 7: Grano lechoso .....	9
2.5.3.2.	Estadio 8: Grano pastoso .....	9
2.5.3.3.	Estadio 9: Grano maduro.....	10
2.6.	Principales enfermedades.....	10
2.6.1.	<i>Pyricularia grisea</i> .....	10
2.6.2.	<i>Rhizoctonia solani</i> .....	10
2.6.3.	<i>Sarocladium oryzae</i> .....	10
2.6.4.	<i>Ustilaginoidea virens</i> .....	11
2.7.	Productos fitosanitarios para el tratamiento de semilla .....	11
2.7.1.	Standak® Top.....	11
2.7.2.	Serenade .....	12
2.7.3.	Cobrethane .....	12
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1.	Ubicación del Ensayo.....	14
3.2.	Distribución del Ensayo.....	14
3.2.1.	Fase I (Pruebas de germinación).....	15
3.2.1.1.	Preparación de los tratamientos para la prueba de germinación	15
3.2.1.2.	Tratamientos a evaluar .....	15
3.2.1.3.	Evaluación de la germinación.....	15

3.2.1.4.	Variables a evaluar.....	16
3.2.2.	Fase II (Establecimiento en vivero).....	16
3.2.2.1.	Variables a evaluar:.....	16
3.2.2.2.	Análisis de datos .....	18
3.2.3.	Fase III (Establecimiento en campo) .....	18
3.2.3.1.	Variables a evaluar.....	19
3.2.3.2.	Análisis de datos .....	20
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
4.1	Fase I (Pruebas de germinación).....	22
4.2	Fase II (Establecimiento en vivero).....	24
4.3	Fase III (Establecimiento en campo).....	29
5.	CONCLUSIONES .....	37
6.	RECOMENDACIONES.....	39
7.	LITERATURA CITADA.....	40
8.	ANEXOS.....	43

## Índice de Cuadros

Cuadro	Título	Página
1	Identificación de los tratamientos, ingrediente activo y nombre comercial del producto a utilizar, así como dosificación. Cañas, Guanacaste, 2012.	15

## Índice de Figuras

Figura	Título	Página
1	Porcentaje de germinación obtenido de la semilla sometida a los distintos tratamientos a los 15 dds. Cañas, Guanacaste, 2012.	23
2	Altura de plántulas por tratamiento durante la fase de germinación de acuerdo a la fecha de muestreo. Cañas, Guanacaste, 2012.	24
3	Altura promedio de las plantas sometidas a los distintos tratamientos, obtenidos durante la fase de invernadero a distintas edades del cultivo. Cañas, Guanacaste, 2012.	25
4	Área foliar promedio de las plantas sometidas a los distintos tratamientos durante la fase de invernadero. Cañas, Guanacaste, 2012.	26
5	Índice de macollamiento obtenido durante la fase de invernadero por los distintos tratamientos a los que fue sometida la semilla. Cañas, Guanacaste, 2012.	27
6	Producción de materia seca a nivel radical durante la fase de invernadero. Cañas, Guanacaste, 2012.	28
7	Producción de materia seca a nivel foliar durante la fase de invernadero por cada tratamiento Cañas Guanacaste 2012	29
8	Altura promedio de las plantas a nivel de campo según el tratamiento al que se sometieron. Cañas, Guanacaste, 2012.	31
9	Desarrollo de área foliar a nivel de campo por tratamiento durante los primeros 63 días después de siembra. Cañas, Guanacaste, 2012.	32
10	Índice de macollamiento obtenido de los distintos tratamientos a los 63 dds. Cañas, Guanacaste, 2012.	33
11	Cantidad de materia seca producida por cada tratamiento a nivel radical en la fase de campo. Cañas, Guanacaste, 2012.	35
12	Cantidad de materia seca producida a nivel foliar por cada tratamiento durante la fase de campo. Cañas, Guanacaste, 2012.	36

## Resumen

Se realizó la evaluación de tres formulaciones comerciales de fungicidas a distintas dosis y dos testigos absolutos, en lo que corresponde al efecto que poseen los productos en la capacidad germinativa, capacidad de establecimiento y desarrollo de plántulas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) hasta los 63 días después de siembra (dds) en la zona de Cañas, Guanacaste. El experimento se dividió en tres etapas, la primera una evaluación a nivel de laboratorio del efecto de los tratamientos sobre la germinación, la segunda una evaluación de los parámetros bajo condiciones controladas a nivel de invernadero, mientras que la tercera fue una fase de campo para observar la respuesta bajo condiciones climáticas reales. Se observó que el Cobrethane 61.1 WP favorece el desarrollo de follaje en la planta, así como logra que la planta logre mayor elongación del hipocótilo durante la etapa de germinación. El Standak® Top a una dosis de 100 ml favoreció el desarrollo de área foliar de la planta, mientras que la dosis de 200 ml fomentó el desarrollo radical en las plantas. Ninguno de los tratamientos causa un incremento en los parámetros de altura de planta. Ninguno de los tratamientos causa efecto estadístico sobre la germinación y crecimiento en el cultivo.

**Palabras clave:** arroz, fungicidas, invernadero, campo.

## Abstrac

Was performed the evaluation of three commercial formulations of fungicides at different doses and two witnesses absolute, as it pertains to the effect that the products possess germination capacity, development capacity and seedling establishment in rice (*Oryza sativa*) to 63 days after planting (dap) in Cañas, Guanacaste. The experiment was divided into three stages, the first level of the evaluation was in laboratory of the effect of treatments on the germination, the second was an evaluation of the parameters under controlled conditions at the level of greenhouse, while the third was a phase of field where observe the response under real weather conditions. It was observed that Cobrethane 61.1 WP favors the development of the plant foliage and manages the plant to achieve increased hypocotyl elongation during the germination stage. The Standak Top ® at a dose of 100 ml favored the development of the plant leaf area, whereas a dose of 200 ml promoted the radical development in plants. None of the treatments cause an increase in plant height parameters. None of the treatments caused statistical effect on the germination and growth in culture.

**Keywords:** rice, fungicides, greenhouse, field.

# 1. INTRODUCCIÓN

El arroz pertenece al género *Oryza* de la familia Gramineae. Existen alrededor de 20 especies que están distribuidas en el trópico húmedo de África, sur y sureste de Asia, sur de China, Centro y Sur América, así como en Australia. La especie más importante en el mundo por su uso en la producción agrícola de arroz es *sativa*, seguida por la *glaberrima* la cual es cultivada en ciertas áreas de los países del oeste africano (Cortés 1994).

Entre todos los cereales conocidos por el hombre, el arroz es el que representa la mejor opción para llenar rápidamente un déficit en la producción agrícola para la alimentación de la humanidad. El arroz, en conjunto con el trigo y la carne o el pescado, constituye la base de la alimentación humana. Alrededor del 75% de la humanidad incluye este grano dentro de su dieta alimentaria diaria, pudiendo superar en algunos casos el consumo de otros cereales como el maíz y el trigo. El principal foco de producción de este preciado grano se encuentra en el continente asiático, el cual produce cerca del 90% de la producción mundial (Franquet y Borrás 2004).

El arroz es el grano básico de producción más importante a nivel mundial, debido a la superficie total que se cultiva alrededor del planeta y la cantidad de personas que dependen de su cosecha. También, a parte de su importancia alimentaria, este cultivo proporciona empleo a gran cantidad de personas, principalmente en Asia, África y América.

De acuerdo con González (s.f.), existen aproximadamente 74 enfermedades que se asocian directamente con el cultivo del arroz, siendo una docena de las mismas las que limitan la producción del grano en América. Los principales enfermedades que atacan el cultivo son causadas por hongos, entre las que se pueden mencionar Piricularia (*Pyricularia oryzae*), Helminthosporiosis (*Helminthosporium oryzae*) y el escaldado de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*), enfermedades que se encuentran más ampliamente diseminadas en la región. Además existen algunas enfermedades

causadas por bacterias, virus y nemátodos, sin embargo no son de importancia en la zona.

En la actualidad, la disponibilidad de productos y líneas comerciales con fines de protección de semillas, combate de malezas, control de enfermedades y de insectos es elevada, por lo que los productores poseen las herramientas necesarias para poder implementar sistemas de producción eficientes. Sin embargo, algunos de estos productos presentan más beneficios que otros, y poseen mejores resultados y efectos más duraderos en los materiales en los que son aplicados, factores que permiten un mayor rango de protección de los cultivos.

El realizar una investigación que mejore los índices de productividad de las variedades de arroz, permitiendo que las plantas sean mejor conformadas y muestren mejores rendimientos en el campo, es una labor que se debe ser realizada día con día. El constante avance en las técnicas de producción agrícola, obligan a que los cultivos sean cada vez más eficientes y resistentes a las condiciones que se presenten durante su ciclo productivo, y dicho proceso se inicia desde la protección de la semilla, elemento que es la base del sistema productivo.

Con base a la información obtenida, se plantearon los siguientes objetivos e hipótesis:

### **1.1. Objetivo General:**

1.1.1 Incrementar la capacidad germinativa de la semilla y el crecimiento vegetativo del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) a partir de la aplicación de tres formulaciones químicas comerciales de fungicidas en la zona de Cañas, Guanacaste.

### **1.2. Objetivos Específicos:**

a) Determinar el efecto de tres formulaciones químicas comerciales de fungicidas y diferentes dosis en la germinación de la semilla de arroz (*Oryza sativa*).

- b) Determinar el efecto de tres formulaciones químicas comerciales de fungicidas y diferentes dosis en el crecimiento de plántula de la semilla de arroz (*Oryza sativa*).
- c) Determinar el efecto de las formulaciones químicas comerciales de fungicidas y diferentes dosis sobre el establecimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa*).

### **1.3. Hipótesis**

1.3.1 Se puede mejorar la germinación, el incremento vegetativo y el establecimiento de la semilla de arroz (*Oryza sativa*) con la aplicación de fungicidas de formulación química comercial.

1.3.2 La aplicación de Standak® Top favorecerá la germinación y el incremento vegetativo de las plantas de arroz (*Oryza sativa*) durante los primeros 60 días del ciclo del cultivo.

1.3.3 La aplicación de Serenade favorecerá la germinación y el incremento vegetativo de las plantas de arroz (*Oryza sativa*) durante los primeros 60 días del ciclo del cultivo.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades del cultivo.

Según el INTA (2009), el origen de *Oryza sativa* L. corresponde a la zona sur de la India, sin embargo se dice que se propagó desde el sureste asiático a China, Corea, Japón y Filipinas en una época intermedia, superior a 3000 años antes de Cristo. Posteriormente, el grano fue introducido en Asia Occidental y a la cuenca del Mediterráneo, para ser llevado a Egipto y África Oriental. Se dice que llegó a América alrededor del siglo XV.

### 2.2. Taxonomía

Clasificación taxonómica del arroz según INTA (2009):

- Clase: Monocotiledónea
  - Orden: Glumifora
    - Familia: Poaceae
      - Sub familia: Panicoideas
        - Tribu: Oryzae
          - Sub tribu: Oryzineas
            - Género: *Oryza*
              - Especie: *sativa*

### 2.3. Morfología de la planta

#### 2.3.1. Raíz

Para Franquet y Borrás (2004) las raíces del arroz son “delgadas, fibrosas y fasciculadas. Presenta dos tipos: las seminales, que poseen su origen en la radícula y presentan una vigencia temporal en la planta; y las raíces adventicias secundarias, las cuales presentan una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven de la planta. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales durante el desarrollo de la planta”

### **2.3.2. Tallo**

El tallo es conformado por nudos y entrenudos colocados de forma alterna en la planta. En la región nodal se forma una hoja y una yema (la cual al desarrollarse llega a formar un nuevo hijo en la planta, lo que da origen al macollamiento de la misma). Cuando el entrenudo se madura es hueco y muestra estrías finas, brindando una superficie glabra con un brillo y color que depende de cada variedad. La longitud del entrenudo varía de acuerdo a la posición en el tallo, siendo más largos los que se encuentran en la parte más lejana de la raíz. Los entrenudos cercanos a la base del tallo son más cortos y presentan un endurecimiento conforme se da la maduración de la planta (CIAT 1981).

### **2.3.3. Hojas**

Las hojas de la planta de arroz presentan posición alterna, y están constituidas de cuello, vaina y lámina. La vaina posee forma cilíndrica, abierta hasta la base y posee su origen en la parte superior del nudo. La vaina es más delgada hacia el extremo superior y su parte central se engruesa para continuar en la lámina, aurículas y lígula. La lámina mostrada por la hoja de arroz es angosta, aguda en el ápice y cerrada desde éste hasta la mitad, destacando una nervadura central bien marcada y nervios paralelos menores, con presencia de bordes fuertes, engrosados y duros, con una textura aserrada en la mitad superior (León 2000).

### **2.3.4. Inflorescencia**

La inflorescencia de la planta de arroz es una panícula compuesta por unidades florales, las cuales denominadas espiguillas. La espiguilla es compuesta por la raquilla (eje que sostiene la flor), presenta dos lemas estériles (brácteas alargadas del pedicelo que envuelven la flor por debajo de la raquilla) y la flor (consta de la lema y la palea, un pistilo y seis estambres) (Lentini *et al.* 1997).

## **2.4. Requerimientos edafo-climáticos del cultivo**

### **2.4.1. Temperatura**

La temperatura mínima necesaria para germinar la semilla se encuentra en el rango de entre 10° y 13°C, con un rango óptimo entre los 30° y 35°C, y un máximo de

40°C, más arriba de esta temperatura no se produce germinación. El tallo, hojas y raíces presentan un mínimo de tolerancia a la temperatura de 7°C, mostrando su óptimo desarrollo a los 23°C. Para la floración, la temperatura mínima se considera de 15°C, mientras que el óptimo se ubica a los 30°C y por encima de los 50°C no se da la floración (Franquet y Borrás 2004).

#### **2.4.2. Requerimiento hídrico y precipitación**

El arroz puede ser cultivado tanto en secano como en sistemas de inundación, sin embargo en este último se logra un mejor crecimiento y rendimiento de la plantación. El arroz necesita alrededor de 1240 mm de agua durante su ciclo productivo (CIAT 1985).

#### **2.4.3. Humedad**

La absorción de humedad es el primer proceso que se presenta durante la germinación y el más importante, si este proceso no se da la semilla no recupera su metabolismo y se mantiene en latencia. El ingreso del agua en la semilla se debe exclusivamente a la diferencia de potencial hídrico que se presenta entre la semilla y el medio que le rodea. Por lo general, el potencial hídrico de la semilla es menor que el medio circundante, por lo que el agua se mueve del exterior de la semilla hacia el embrión a través de las paredes celulares de la cubierta seminal. Un exceso de humedad causa problemas en la germinación, ya que se dificulta la llegada de oxígeno al embrión (Universidad Politécnica de Valencia 2003?).

#### **2.4.4. Radiación solar**

Según FAO (2003), la energía solar representa la fuente de energía para que la planta lleve a cabo los procesos fotosintéticos y de evapotranspiración, factores fundamentales para obtener un buen rendimiento. Se dice que la sombra durante las etapas vegetativas afecta de forma ligera el rendimiento de la plantación, mientras que a los 16 días de la espigazón causa la esterilidad de las espiguillas debido a la falta de carbohidratos. Las etapas reproductivas y de maduración presentan sensibilidad a la baja intensidad de luz, por lo que la sombra o periodos de baja luminosidad durante las etapas reproductivas, presentan efectos importantes sobre el número de espiguillas.

### **2.4.5. Suelo**

El cultivo del arroz se puede ser cultivado en una amplia gama de texturas de suelos, los cuales pueden variar desde arenosos hasta arcillosos. Por lo general se cultiva en suelos de textura fina y media, aunque los suelos de textura fina (“pesados” o “fuertes”) dificultan las labores, sin embargo presentan una mayor fertilidad ya que los contenidos de arcilla, materia orgánica y nutrientes es más elevada. Con base a la textura del suelo se hace la planeación del riego, fertilización con productos químicos y orgánicos (Franquet y Borrás 2004).

### **2.5. Etapas de crecimiento y desarrollo del arroz**

Según el IARROZ (2008), el crecimiento de la planta de arroz comprende tres fases:

- Vegetativa: desde la germinación de la semilla a la iniciación de la formación de la panícula.
- Reproductiva: comprende entre la iniciación de la formación de la panícula a la floración.
- Maduración: se presenta desde la floración hasta la madurez total.

#### **2.5.1. Fase Vegetativa**

##### **2.5.1.1. Estadio 0: Germinación**

De acuerdo a Franquet y Borrás (2004) la semilla de arroz cuando es colocada en condiciones adecuadas de temperatura y humedad, germina de acuerdo a formas que depende de la variedad y de las condiciones externas. La temperatura óptima para la germinación se encuentra entre los 28°C y 30°C, y se divide en tres fases sucesivas:

- Hinchamiento de la cariósida.
- Rotura de la envoltura externa, aparición de la punta del coleóptilo, emergencia del mesocótilo y desarrollo de la primera hoja cilíndrica.
- Formación de la raíz primaria, de forma simultánea con el crecimiento del coleóptilo y formación de raíces secundarias.

### **2.5.1.2. Estadio 1: Plántula**

Es la etapa comprendida desde la emergencia hasta la aparición del primer macollo. En la etapa inicial, la energía, proteínas y minerales de las cuales se nutre la planta se encuentran almacenados en la semilla. Entre el séptimo y octavo día, la planta comienza a sintetizar sus propios requerimientos de energía y absorber nutrientes. En este punto la planta se vuelve independiente de la semilla (CIAT 1980).

### **2.5.1.3. Estadio 2: Macollamiento**

Los macollos son los tallos que se forman a partir de las yemas basales que se ubican en el tallo principal, las cuales inician su desarrollo a partir de los 20 días después de la siembra. Del tallo principal emerge lo que se conoce como tallo secundario, lo cual es el macollo primario, mientras que de este tallo secundario emerge el tallo terciario o macollo secundario. Cada macollo, una vez que cumple su desarrollo puede ser considerado una planta independiente de la madre, el cual posee raíz propia y que puede incluso ser desprendido de la madre (CIT 2005).

### **2.5.1.4. Estadio 3: Elongación del tallo**

Es la etapa comprendida desde el momento en que el cuarto entrenudo del tallo principal debajo de la inflorescencia comienza a hacerse notable su longitud, hasta el momento en que se muestra su máxima elongación. Esta elongación se da en conjunto con el desarrollo de la inflorescencia y ocurre en la zona comprendida por cuatro entrenudos que se ubican debajo de la panícula (CIAT 1985).

## **2.5.2. Fase Reproductiva**

### **2.5.2.1. Estadio 4: Iniciación de formación de la panícula**

La formación embrional de la panícula es entre los 50 y 70 días después de la germinación de la semilla. El número de flores de la panícula se ve determinado, de mayor manera por las condiciones nutritivas que presente la planta durante esta fase, así como por las condiciones térmicas y de luminosidad anteriores al inicio de esta fase. El primordio floral crece de manera gradual, desarrollando el último entrenudo del tallo (Franquet y Borrás 2004).

### **2.5.2.2. Estadio 5: Emersión de la panícula**

Esta etapa inicia cuando la panícula diferenciada se torna visible y termina cuando esta se encuentra inmediatamente debajo del cuello de la hoja bandera. En esta fase, se da la diferenciación floral en donde el primordio en conjunto con el raquis forman la inflorescencia, el cual crece dentro de la vaina de la hoja bandera, causando un abultamiento que se conoce comúnmente como "embuchamiento" (CIAT 1980).

### **2.5.2.3. Estadio 6: Floración**

Esta etapa se inicia una vez que la panícula ha emergido de la vaina de la hoja bandera, y es seguida por la antesis de las flores en el tercio superior de las panículas. La antesis total se logra en un periodo de 4 días pos emergencia de la panícula. En este estadio la planta alcanza su máxima altura, y conserva únicamente de tres a cinco hojas por tallo, en donde el tallo principal es el que presenta mayor cantidad de las mismas (CIAT 1985).

## **2.5.3. Fase de Maduración**

### **2.5.3.1. Estadio 7: Grano lechoso**

De acuerdo con el CIAT (2010), la etapa de grano lechoso se inicia con la antesis floral y la fecundación del ovario, y abarca hasta que el contenido de los granos sea un líquido blanco y lechoso. Al finalizar esta etapa, los granos son de color verdoso y el último tercio de la panícula empieza a doblarse debido al peso de los granos. Para este punto, el tallo principal conserva únicamente tres hojas en la planta.

### **2.5.3.2. Estadio 8: Grano pastoso**

Esta fase inicia cuando el grano posee en su interior un líquido blanco y lechoso, el cual va cambiando su consistencia de manera gradual a pastoso suave hasta que el grano se endurece, tomando un color amarillo verdoso. En las variedades de ciclo corto o tempranas, la hoja número doce de la planta se marchita y solo dos hojas permanecen en cada uno de los macollos. Es en dicha etapa en que la planta alcanza su máximo peso de materia seca (CIAT 2010).

### **2.5.3.3. Estadio 9: Grano maduro**

De acuerdo con De Datta (1986), en esta fase el color del grano inicia un cambio de coloración, la cual va de verde a amarillo. El grano se encuentra maduro cuando presenta un desarrollo total, la consistencia es dura y la coloración es amarillo pajizo. La etapa de grano maduro concluye cuando entre el 90% y el 100% de las espiguillas llenas se tornan amarillas y el grano se endurece. Las panículas se doblan más y cuelgan, mientras que la planta inicia con el proceso de senescencia de las hojas superiores.

## **2.6. Principales enfermedades**

### **2.6.1. *Pyricularia grisea***

Según Gonzalez (s.f.), la *Pyricularia grisea* es del orden Deuteromicetos, orden Moniliales. El hongo ataca las hojas, nudos y el cuello de la panícula, siendo este último el más importante debido a que reduce de manera considerable la rentabilidad de la plantación, debido a la baja calidad del grano y la reducción en la cantidad de la cosecha.

### **2.6.2. *Rhizoctonia solani***

Los síntomas de esta enfermedad se ubican fundamentalmente en la vaina de la hoja, y en casos de ataque severo puede afectar el limbo de la misma. Las lesiones, al inicio, son de forma elipsoidal u ovoide, mostrando un color verde-grisáceo y con una longitud de 10 mm aproximadamente. Conforme la enfermedad avanza las lesiones pueden alcanzar un tamaño de hasta 3 cm, mostrando los bordes irregulares. El centro de la lesión se torna de un color blanco grisáceo con una delimitación de los bordes color pardo. Cuando las condiciones ambientales son de alta humedad, el micelio del hongo puede desarrollarse sobre la superficie de las vainas. La infección se presenta con temperaturas entre 23 y 35°C, con un rango óptimo de 32°C, así como una humedad que oscile entre el 77% y el 96% (Gonzalez s.f.)

### **2.6.3. *Sarocladium oryzae***

Este hongo provoca la enfermedad denominada pudrición de la vaina. Las lesiones aparecen en las vainas de las hojas superiores y en la vaina de la hoja

bandera; estas lesiones son oblongas y alargadas con borde café y el centro grisáceo. Conforme la enfermedad se desarrolla, las lesiones se alargan y coalescen, cubriendo gran parte de la vaina de la hoja. Cuando la infección es severa, se presentan problemas de emergencia de la panícula, haciendo que no emerja del todo o sólo parcialmente, provocando que la panícula se pudra aún estando adentro de la vaina (Meneses *et al.* 2001).

#### **2.6.4. *Ustilagoidea virens***

Esta enfermedad es conocida como falso carbón. El hongo transforma granos individuales de la panícula en bolas color verdoso y aspecto aterciopelado. Las bolas de esporas son pequeñas en las etapas iniciales, y son visibles entre las glumas, creciendo gradualmente hasta alcanzar un 1 cm de diámetro, juntando las partes florales. Las estructuras son ligeramente aplanadas, lisas y de coloración amarilla, y se encuentran recubiertas por una membrana. La membrana estalla como resultado de un crecimiento mayor, y la coloración de la estructura cambia primero a un naranja encendido y posteriormente a un negro verdoso (Huang 1985).

### **2.7. Productos fitosanitarios para el tratamiento de semilla**

#### **2.7.1. Standak® Top**

Standak® Top es un producto que cumple con el efecto más eficaz de los fungicidas e insecticidas (efecto combinado de los fungicidas Piraclostrobina y Metil Tiofanato, con el insecticida Fipronil), el cual es impulsado por los beneficios del sistema AgCelence, con lo cual se brinda una mayor protección a la planta, mejor arranque y alta productividad. Ese producto destaca por su acción rápida y eficaz control contra plagas y enfermedades que atacan diversos cultivos (BASF 2011a).

Con el avance de los sistemas de producción, los cuales buscan una reducción en la cantidad de semilla utilizada por metro cuadrado, Standak® Top representa la evolución en el tratamiento de semillas, brindando en una sola opción protección contra plagas y enfermedades, garantizando el soporte ideal del cultivo y permitiendo obtener plantas de mejor calidad y mayor capacidad de producción en el campo (BASF 2011a).

### **2.7.2. Serenade**

Es un agente de tipo microbiano de control biológico, basado en la acción de *Bacillus subtilis*, el cual brinda a la planta protección contra hongos y bacterias. La cepa utilizada es la QST 713, la cual es una bacteria natural generalizada, con la cual se pueden controlar distintas enfermedades en las plantas. Este organismo de tipo biológico, no causa efecto adverso sobre los seres humanos o el medio ambiente, lo que permite que pueda ser utilizado en gran cantidad de plantas (BASF 2011b).

La bacteria *Bacillus subtilis*, se encuentra frecuentemente en los suelos y se ha encontrado en una gran variedad de hábitats del mundo. Esta cepa es conocida por ser antagónica hacia muchos patógenos fúngicos en la planta, antagonismo que puede ser logrado de varias maneras, entre las que se pueden nombrar competencia por nutrientes, exclusión de sitios, la colonización y la fijación de la bacteria en los hongos patógenos (BASF 2011b).

Este es un fungicida de contacto de acción preventiva y curativa, el cual forma una barrera física sobre el área cubierta con el caldo de aplicación. El organismo, gracias a los lipopéptidos presentes en la formulación, destruye las paredes celulares de los patógenos, ocasionando su muerte, inhiben la formación del tubo germinativo evitando su colonización y previene la germinación de esporas evitando su proliferación (TQC s.f.).

### **2.7.3. Cobrethane**

Es un fungicida que reúne tanto las propiedades del Mancozeb como del Oxidocloruro de Cobre, factores que le permiten al producto obtener un mejor nivel de control de las enfermedades fungosas en diferentes cultivos. El producto presenta una buena actividad fungicida inicial, así como una buena persistencia en la planta, lo que permite obtener un control prolongado y adherencia del producto. El producto posee un efecto de tipo preventivo, por lo que requiere su aplicación cuando se notan los primeros síntomas de la enfermedad o cuando las condiciones del clima favorezcan la aparición de los patógenos (IMPAGRO s.f.).

Cobrethane es un fungicida que produce su acción cuando entra en contacto directo con los patógenos, con una acción meramente preventiva. Su mecanismo de acción es inhibiendo el desarrollo del tubo germinativo de la espóra, ya que realiza un bloqueo los procesos enzimáticos a nivel de citoplasma y mitocondria, haciendo que se presente una deficiencia de ATP en la célula del hongo (Agrosiembra s.f.).

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Ubicación del Ensayo**

El ensayo se ubicó en la estación experimental de la empresa BASF, conocida como “La Minifarm”, estación que se encuentra ubicada a diez kilómetros al norte de la ciudad de Cañas (N 10°27'10.3" W 085°07'59.7"), Guanacaste, Costa Rica, sobre la Carretera Interamericana, en la hacienda Santa Marta. Según el INTA (2011), las condiciones predominantes de la zona son una precipitación promedio anual de 1700 mm y una temperatura promedio de 28°C.

La Fase primera del experimento se estableció en el mes de Diciembre 2011, mientras que la Fase II y Fase III, se establecieron en el mes de enero 2012, buscando la culminación de las mismas a inicios del mes de marzo 2012.

### **3.2. Distribución del Ensayo**

El ensayo se realizó en tres fases distintas, dos de las cuales se llevaron en condiciones controladas (laboratorio e invernadero), mientras que la tercera fase se llevó a cabo en campo. Las fases de esta investigación fueron:

- a) Fase I o de laboratorio se desarrolló en condiciones de laboratorio con el fin de conocer la respuesta germinativa de la semilla ante la aplicación de los distintos tratamientos;
- b) Fase II o de invernadero, en donde se evaluó el tamaño de la planta, desarrollo foliar y desarrollo radical.
- c) Fase III o de campo, la cual se llevó a cabo en campo, se determinó la germinación y el incremento vegetativo que presente el cultivo.

Inicialmente, los tratamientos iban a ser aplicados 6 horas antes de la utilización de la semilla en un proceso de inmersión, sin embargo por condiciones propias de la zona y problemas con el agua a la hora de realizar mojes en las terrazas se decidió aplicar los tratamientos en seco, y se colocó la dosis adecuada de producto de manera seca y se homogenizó en la semilla mediante una mezcla de la misma

### 3.2.1. Fase I (Pruebas de germinación en laboratorio)

#### 3.2.1.1. Preparación de los tratamientos para la prueba de germinación

Para la primera fase del experimento, se utilizaron cuatro cajas petri estériles por cada tratamiento (28 en total), dentro de cada una se colocaron 25 semillas de arroz de la variedad Puitá.

#### 3.2.1.2. Tratamientos a evaluar

Los tratamientos a los que fueron sometidas las semillas durante las tres fases del ensayo se describen en el Cuadro 1. Consisten en la puesta en contacto de la semilla pre siembra en soluciones de Standak® Top, Serenade y Cobrethane, además de dos testigos, uno en remojo (24 horas presiembra) y otro seco. Se consideraron cuatro repeticiones por cada tratamiento distribuidos de la siguiente manera:

**Cuadro 1.** Identificación de los tratamientos, ingrediente activo y nombre comercial del producto a utilizar, así como dosificación. Cañas, Guanacaste, 2012.

Tratamiento	Ingrediente Activo	Producto	Dosis (Producto comercial) por 100 kg semilla
1	-	Testigo	Remojo
2	-	Testigo	Seco
3	Pyraclostrobin + Metil tiofanato + Fipronil	Standak® Top	80 ml
4		Standak® Top	100 ml
5		Standak® Top	200 ml
6	<i>Bacillus subtilis</i>	Serenade ASO 1.34	217 ml
7	Mancozeb + Oxicloruro de cobre	Cobrethane 61.1 WP	500 g

#### 3.2.1.3. Evaluación de la germinación

Las semillas fueron sometidas a los tratamientos respectivos, y se colocaron dentro de recipientes contenedores sin tapa (cajas petri estériles) junto con un papel absorbente previamente humedecido con agua destilada. Los recipientes se colocaron y mantuvieron en ambiente controlado, agregándoles cada día 10 ml de agua destilada, y se evaluaron a los siete y catorce días después de siembra (dds).

#### **3.2.1.4. Variables evaluadas**

- **Altura de planta**

La medición de la altura de planta se realizó midiendo a cada semilla la altura del hipocótilo desde la raíz hasta el punto más distal de la planta

- **Porcentaje de germinación**

Número de semillas que presentan emergencia del hipocótilo así como el tiempo transcurrido para su emergencia, con respecto a cada tratamiento.

#### **3.2.2. Fase II (Establecimiento en vivero)**

Para el establecimiento del cultivo en vivero, se utilizaron maceteros de 27 cm de diámetro, en los cuales se colocaron 5 semillas/macetero. Las semillas fueron tratadas con los mismos tratamientos descritos en el Cuadro 1, y se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento. Para el manejo de las plantas en la zona de invernadero se contó con un sistema de riego por micro aspersion, el cual dosificó el agua necesaria y de forma homogénea a todos los tratamientos.

##### **3.2.2.1. Variables evaluadas**

- **Altura de la planta**

La medición de la altura de la planta se realizó desde el suelo hasta la punta de la hoja más alta, midiendo las cinco plantas por repetición, para un total de 20 mediciones por tratamiento por muestreo. Estas mediciones se realizaron cada siete días, iniciando a los 14 días post siembra y culminando a los 49 días post siembra.

- **Producción de biomasa foliar y radical:**

Debido a que este muestreo era de tipo destructivo, las evaluaciones de dicho parámetro se realizaron transcurridos 50 días después de siembra. Las plantas se sacaron de los recipientes que las contenían y se separaron en dos secciones, la sección radical y la parte foliar.

La parte foliar, una vez separado de la parte radical se pesó, dato que correspondió al peso fresco (PF) de la muestra. Una vez pesado, se colocó en un

horno, el cual se encontraba a 50°C por un periodo de 72 horas. Transcurrido este lapso de tiempo, las muestras se pesaron para obtener el dato del peso seco (PS).

En el caso de la parte radical, una vez separado de la hoja, se lavó con el fin de eliminar la mayor cantidad de impurezas que pudiera contener la muestra. Cuando las raíces se encontraron libres de impurezas, se dejaron reposar por un lapso de diez minutos, con lo que se eliminó exceso de agua. Transcurrido este lapso de tiempo, las muestras se pesaron y dicho dato correspondió al peso fresco (PF) de la muestra. Las muestras se colocaron en un horno a 50°C por 72 horas. Posterior a esto las muestras se sacaron y pesaron para obtener el dato de peso seco (PS).

- **Tiempo de emergencia:**

La evaluación de dicho parámetro se hizo realizando evaluaciones cada dos días de la emergencia de plántulas, y se determinó como el día de emergencia cuando el 50% de las semillas viables sembradas emergieron del suelo.

- **Índice de macollamiento (IM):**

Para la evaluación del índice de macollamiento, se realizó un muestreo a los 14 días después de siembra, en el cual se contaron los tallos existentes para cada tratamiento, dato que se consideró como población inicial ( $P_i$ ). Posteriormente, a los 49 días después de siembra se realizó un segundo conteo de los tallos existentes, dato utilizado como población final ( $P_f$ ). Dichos datos fueron aplicados a la fórmula siguiente, con lo que se obtuvo el índice de macollamiento:

$$IM = \frac{P_f - P_i}{P_i}$$

- **Área foliar**

Para la evaluación de dicho parámetro, según IRRI (2002), se tomó la última hoja que presenta desarrollo completo (que estaba completamente desplegada en la vaina foliar) y se midió la longitud de la misma en centímetros, desde las aurículas hasta la parte más distal. En la misma hoja se midió el ancho máximo, tomando la

lámina foliar y midiéndola de manera transversal, y se buscó la sección más ancha, lugar en donde se realizó la medición en el punto respectivo. Se realizaron un total de 5 observaciones por cada repetición de los tratamientos, haciendo un total de 20 mediciones para cada tratamiento. Las mediciones se realizaron a los 14 y 49 dds.

### **3.2.2.2. Análisis de datos**

El diseño experimental utilizado en esta fase fue un diseño irrestricto completamente al azar, además se utilizó estadística de tipo descriptiva y porcentajes para el análisis de los mismos. La cantidad de tratamientos totales fue de siete, con tres repeticiones de cada uno, lo que corresponde a 21 unidades experimentales. El modelo propuesto es el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Respuesta de la j-ésima unidad experimental ante el i-ésimo tratamiento aplicado

$\mu$  = Media general de los tratamientos

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento sobre la semilla, donde  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ .

$E_{ij}$  = Error experimental

### **3.2.3. Fase III (Establecimiento en campo)**

Para el establecimiento en el campo de los tratamientos, se utilizó una terraza nivelada a 0%, la cual posee un sistema de riego por inundación y que se aplicó de manera homogénea durante el desarrollo del ensayo. La fertilización fue la misma para todos los tratamientos, mientras que la lámina de agua se estableció transcurridos 25 días después de siembra. Los tratamientos a evaluar son los mismos presentados en el Cuadro 1.

Se establecieron al azar 21 parcelas, las cuales correspondieron a tres repeticiones por tratamiento. Las parcelas fueron de 21 m<sup>2</sup> cada una (7m x 3m), quedando una parcela útil de 12 m<sup>2</sup>, ya que no se tomó en cuenta 0.5 m de cada lado de la parcela, con lo que eliminó el efecto borde en los tratamientos. Además, se dejó un callejón de 0.5 m entre las parcelas, con lo que se separaron los tratamientos.

### **3.2.3.1. Variables a evaluar**

- **Altura de la planta**

La medición de la altura de la planta se realizó desde el suelo hasta la punta de la hoja más alta, midiendo al azar 30 plantas por parcela de repetición, haciendo un total de 90 muestras por tratamiento por muestreo. Los muestreos de altura se realizaron cada 7 días, iniciando a los catorce días post siembra y culminando a los sesenta y tres días post siembra.

- **Producción de biomasa foliar y radical**

Debido a que este muestreo es de tipo destructivo, las evaluaciones de dicho parámetro se realizaron a los 63 días después de siembra. Se extrajeron tres muestras de plantas por parcela de repetición, lo que da un total de nueve muestras por tratamiento. El tamaño de la muestra de plantas extraídas fue de una cuadrícula de 0,25 x 0,25 m. Una vez extraídas las muestras, se separó la porción foliar de la radical.

La parte foliar fue pesada, dato que correspondió al peso fresco (PF) de la muestra. Una vez pesada, se colocó en un horno, a 50°C por un periodo de 72 horas. Transcurrido este lapso, las muestras se pesaron para obtener el dato del peso seco (PS), mientras que la sección radical, se lavó con el fin de eliminar la mayor cantidad de impurezas que pueda contener la muestra. Cuando las raíces se encontraron libres de impurezas, se dejaron reposar por un lapso de diez minutos, con lo que el exceso de agua fue eliminado. Transcurrido este lapso de tiempo las muestras se pesaron y dicho dato correspondió al peso fresco (PF) de la muestra. Las muestras se colocaron en un horno a 50°C por 72 horas. Posterior a esto las muestras se extrajeron y pesaron para obtener el dato de peso seco (PS).

- **Índice de macollamiento (IM)**

Para la evaluación del índice de macollamiento, se realizó un muestreo 14 días después de siembra, realizando tres muestreos por repetición por tratamiento. Se contaron los tallos existentes para cada tratamiento, dato que se consideró como población inicial (Pi). El tamaño de la muestra fue el de una cuadrícula de 0,25. Transcurridos 63 días después de siembra se realizó un segundo conteo de los tallos existentes, dato utilizado como población final (Pf). Dichos datos fueron aplicados a la fórmula siguiente, con lo que se obtuvo el índice de macollamiento:

$$IM = \frac{Pf - Pi}{Pi}$$

- **Área foliar**

Para la evaluación de dicho parámetro, según IRRI (2002), se tomó la última hoja que presentó desarrollo completo (que estaba completamente desplegada en la vaina foliar) y se midió la longitud de la misma en centímetros, desde las aurículas hasta la parte más distal. En la misma hoja se midió el ancho máximo, tomando la lámina foliar y midiéndola de manera transversal, se buscó la sección más ancha, lugar en donde se realizó la medición en el punto respectivo. Se realizaron, de manera aleatoria un total de 30 observaciones por cada repetición de los tratamientos, haciendo un total de 90 mediciones por cada tratamiento. Dichas mediciones se realizaron de manera semanal desde los 21 días después de siembra hasta los 63 después de siembra.

### **3.2.3.2. Análisis de datos**

Para el análisis de los datos se utilizó la estadística descriptiva y el uso de porcentajes. También se usó un diseño de bloques completos al azar para el análisis estadístico, el cual contó con siete tratamientos y tres repeticiones, para un total de 21 unidades experimentales. El modelo propuesto es el siguiente:

$$Y_{ik} = \mu + \tau_i + \delta_k + \varepsilon_{ik}$$

En donde:

$\mu$ : media general de los tratamientos

$t_i$ : efecto del  $i$ -ésimo tratamiento sobre la semilla, donde  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ .

$\delta_k$ : Efecto del bloque en los tratamientos.

$\varepsilon_{jk}$ : Error experimental

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Fase I (Pruebas de germinación en laboratorio)

En lo que se refiere a la germinación de las plantas (Figura 1), los tratamientos testigo seco como en remojo así como el de Standak® Top a 200 ml fueron los que presentaron mejor porcentaje de germinación, mostrando un 96% en germinación, mientras que el tratamiento con Serenade ASO 1.34 presentó un 89% de germinación de las semillas, siendo el que obtuvo el porcentaje más bajo entre los tratamientos evaluados. El hecho de que los tratamientos testigo presentan los valores más elevados en la germinación, nos indica que la semilla se encontraba perfectamente viable, por lo que se puede intuir que los tratamientos de Standak® Top (dosis de 80 ml y 100 ml), así como los de Serenade ASO 1.34 y Cobrethane 61.1 WP, no causan un efecto positivo marcado sobre la germinación de la semilla. Para el IBCE (2012), los productos que presentan el sistema Agcelence, como lo es el Standak® Top, muestran efectos fisiológicos comprobados que permiten favorecer la emergencia de la planta, favoreciendo el desarrollo inicial del cultivo y el vigor del mismo, permitiendo que las plantas expresen el máximo de su potencial.

De manera general, la velocidad de germinación fue la misma para todos los tratamientos, obteniendo el 50% de la germinación en la misma fecha, a los 6 dds. Este factor indica que ninguno de los tratamientos causa un efecto en el incremento de la velocidad de la germinación, por lo que se puede descartar el uso de los tratamientos como un factor que reduzca el tiempo necesario para la emergencia del cultivo.

Como tal los tratamientos no presentan efecto significativo sobre la germinación de la semilla, por lo que se puede pensar que incorporar estos tratamientos en la cura de la semilla se estaría incurriendo en un gasto extra del sistema productivo, debido al costo del producto y la mano de obra para tratar la semilla.

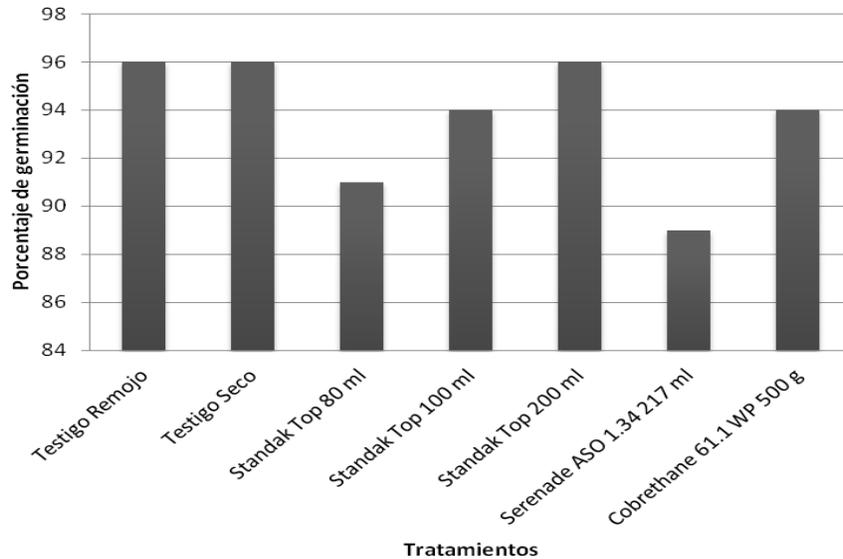


Figura 1. Porcentaje de germinación obtenido de la semilla sometida a los distintos tratamientos a los 14 dds. Cañas, Guanacaste, 2012.

En la Figura 2, se observa como durante las dos fechas de muestreo, el tratamiento con Cobrethane 61.1 WP presentó las mayores alturas durante dicha fase, mientras que el testigo y el Standak® Top a 200 ml mostró las menores alturas de planta a los siete y 14 días, respectivamente. Además, el tratamiento que brindó el segundo lugar de alturas es el testigo sujeto a imbibición (remojo), lo que indica un efecto positivo al realizar una activación de la semilla antes de la siembra, permitiendo obtener una mejor altura durante los primeros estadios de la plantación.

Este factor es importante debido a que un rápido desarrollo en la altura de la planta brinda a la misma una ventaja competitiva por luz ante las malezas, así como permite al productor incorporar más prematuramente lámina de agua (en sistemas de inundación) que permita crear un sello que limite el crecimiento de planta que realicen algún tipo de competencia con el cultivo establecido.

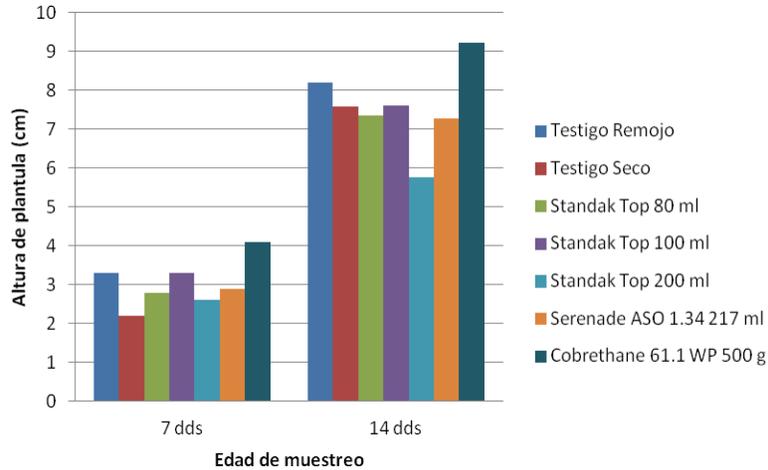


Figura 2. Altura de plántulas por tratamiento durante la fase de germinación de acuerdo a la fecha de muestreo. Cañas, Guanacaste, 2012.

#### 4.2. Fase II (Establecimiento en vivero)

En la Figura 3 se observa que el tratamiento testigo en remojo muestra el mejor promedio de altura a los 49 dds (66.31 cm) en la fase de invernadero, debido probablemente al proceso de activación de la semilla y el buen vigor de la misma.

El tratamiento de Standak® Top a 200 ml, muestra la menor altura promedio durante dicha fase de desarrollo (59.86 cm), mientras que el tratamiento de Standak® Top a 100 ml muestra una altura promedio de 65.27 cm, lo que muestra que a una dosis elevada del producto se pueden causar efectos adversos sobre la altura de planta, mientras que a la dosis recomendada no proporciona un efecto negativo sobre la altura y desarrollo de la planta, con respecto los tratamientos testigo.

Estadísticamente (Anexo 1), no se presentan diferencias significativas entre los tratamientos evaluados a una rigurosidad del 95%.

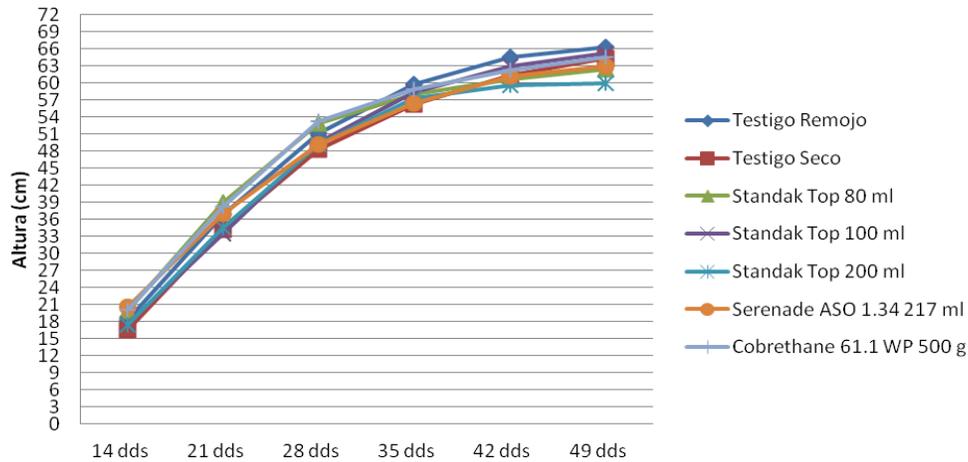


Figura 3. Altura promedio de las plantas sometidas a los distintos tratamientos, obtenidos durante la fase de invernadero a distintas edades del cultivo. Cañas, Guanacaste, 2012.

En cuanto a lo que se refiere a área foliar en etapa de invernadero (Figura 4), los tratamientos que presentaron mayor desarrollo fueron el testigo sometido al proceso de imbibición (remojo) y el Standak® Top a 100 ml, siendo este último el que logró la mayor área, mientras que el que presentó la menor área foliar promedio fue el Standak® Top a 200 ml. Un área foliar bien desarrollada nos representa una buena capacidad de captación de luz, factor que es indispensable para el buen desarrollo y crecimiento del cultivo, además de ser de gran importancia durante la etapa de llenado de grano, lo cual es la finalidad de la plantación, por lo que un incremento de dicho factor en una plantación representa una buena parte del éxito del cultivo.

En cuanto al análisis estadístico de los datos (Anexo 2), no se presentan diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, sin embargo cualitativamente se observa como el tratamiento de Standak® Top a 100 ml presenta una influencia positiva sobre el área foliar del cultivo, incrementando dicho parámetro.

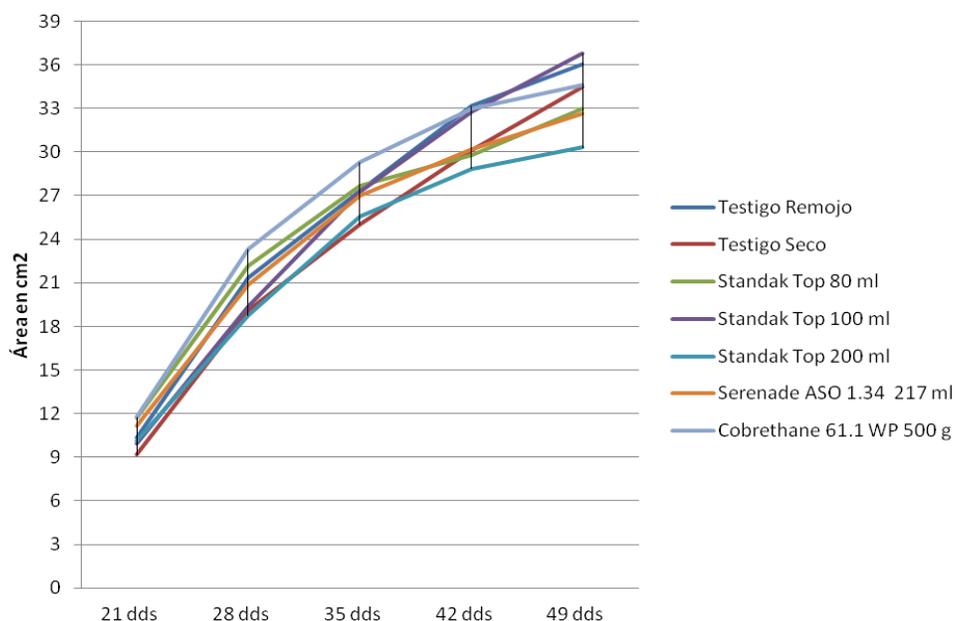


Figura 4. Área foliar promedio de las plantas sometidas a los distintos tratamientos durante la fase de invernadero. Cañas, Guanacaste, 2012.

El índice de macollamiento (Figura 5) permite conocer la cantidad de tallos viables o que pueden producir panículas en una planta, por lo que un valor elevado indicaría una mayor cantidad de panículas por planta lo que conlleva a una mayor producción al final del ciclo. En la evaluación de los tratamientos a nivel de invernadero se observó que el tratamiento de Standak® Top a una dosis de 200 ml produjo los valores más elevados en cuanto a índice de macollamiento se refiere, mientras que el tratamiento de Serenade ASO 1.34 fue el que produjo un menor efecto en el macollamiento de las plantas.

Es interesante observar como el tratamiento de Standak® Top a 200 ml, si bien es cierto causa una reducción en la altura de planta con respecto a los demás tratamientos (Figura 3) en esta fase de la evaluación, compensa dicha reducción de tamaño con un valor superior de macollamiento, lo que permitiría pensar que su uso en variedades arroceras que presenten problemas de volcamiento por altura excesiva podría trabajar como un regulador de crecimiento, fomentando un mayor índice de macollamiento y brindando los beneficios de la molécula AgCelence.

En lo que se refiere al análisis estadístico de los datos (Anexo 3), no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, aunque cualitativamente se notan diferencias entre los mismos.

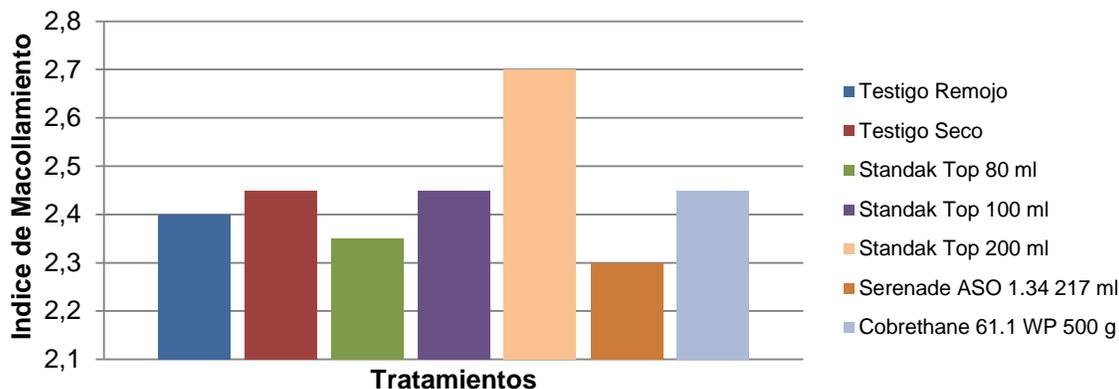


Figura 5. Índice de macollamiento obtenido durante la fase de invernadero por los distintos tratamientos a los que fue sometida la semilla. Cañas, Guanacaste, 2012.

La producción de materia seca (Figura 6), representa un factor determinante para conocer el desarrollo y crecimiento real del cultivo. En esta evaluación el tratamiento correspondiente al Serenade ASO 1.34 fue el que promovió un mayor desarrollo radical, seguido del testigo seco. Un peso seco elevado a nivel de raíz nos permite pensar en una buena formación del sistema de sostén y anclaje de la planta, factor esencial para la fijación del cultivo al suelo y para fomentar una adecuada absorción de nutrientes por parte de la planta, además de que una adecuada formación del sistema radical permite que el organismo presente más resistencia al acame o a cualquier otro factor que incida o cause algún efecto adverso sobre la sujeción de la planta en el suelo. Fernández y Vega (2001) indican que el efecto benéfico obtenido con la aplicación de *Bacillus subtilis*, aplicado junto con las semillas o de forma individual, no se debe únicamente al antagonismo que presenta con los patógenos, sino que presenta una influencia positiva sobre el desarrollo y el rendimiento del cultivo, ya que produce sustancias que promueven el crecimiento y el mejoramiento de la producción de las plantas.

El hecho de que los otros tratamientos no produjeran efecto positivo sobre el peso a nivel radical y que el testigo mostrara incluso un mayor desarrollo en este rubro, indica que el efecto de los tratamientos fue adverso al que se esperaba, provocando algún tipo de disminución en la tasa de desarrollo, por lo que no es conveniente utilizar el Standak® Top ni el Cobrethane 61.1 WP si lo que se pretende obtener con su uso es fomentar el desarrollo a nivel radical, sin embargo a nivel estadístico (Anexo 4), ninguno de los tratamientos presenta diferencias significativas, por lo que los tratamientos no causan algún tipo de efecto marcado en la producción de materia seca a nivel radical.

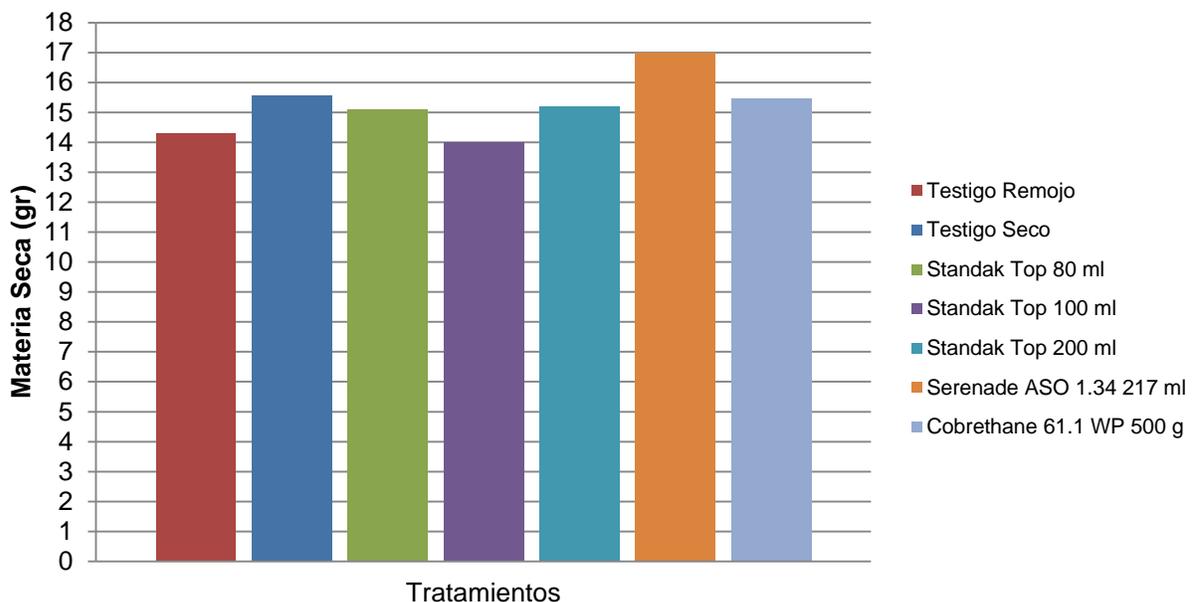


Figura 6. Producción de materia seca a nivel radical durante la fase de invernadero. Cañas, Guanacaste, 2012.

La materia seca a nivel foliar es un parámetro que nos muestra la cantidad de follaje o materia que produjo la planta durante un periodo determinado; un mayor desarrollo foliar nos indica una planta con mejor capacidad de captación de luz y por ende mayor capacidad fotosintética. En esta evaluación (Figura 7), el Cobretane 61.1 WP es el que produjo un mayor desarrollo de la planta en cuanto a follaje se refiere, mientras que el segundo valor más alto lo produjo el testigo seco. Cabe recalcar que debe existir una relación adecuada entre área foliar y desarrollo radicular de la planta,

ya que si la expresión foliar es alta y la radicular deficiente, las plantas pueden resultar susceptibles al volcamiento, mientras que si la planta posee un muy buen sistema de anclaje pero deficiente desarrollo foliar, el desarrollo y calidad del grano al término del ciclo productivo, lo cual es el objetivo final, puede verse reducido o afectado, obteniendo panículas pequeñas o con problemas de llenado, debido a la deficiente capacidad fotosintética ó a problemas de absorción y translocación de fotoasimilados.

Estadísticamente (Anexo 5), se observa como el tratamiento basado en el Cobrethane 61.1 WP muestra diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos, indicando que dicho producto incrementa el crecimiento foliar de la planta, promoviendo un mayor tamaño de la hoja.

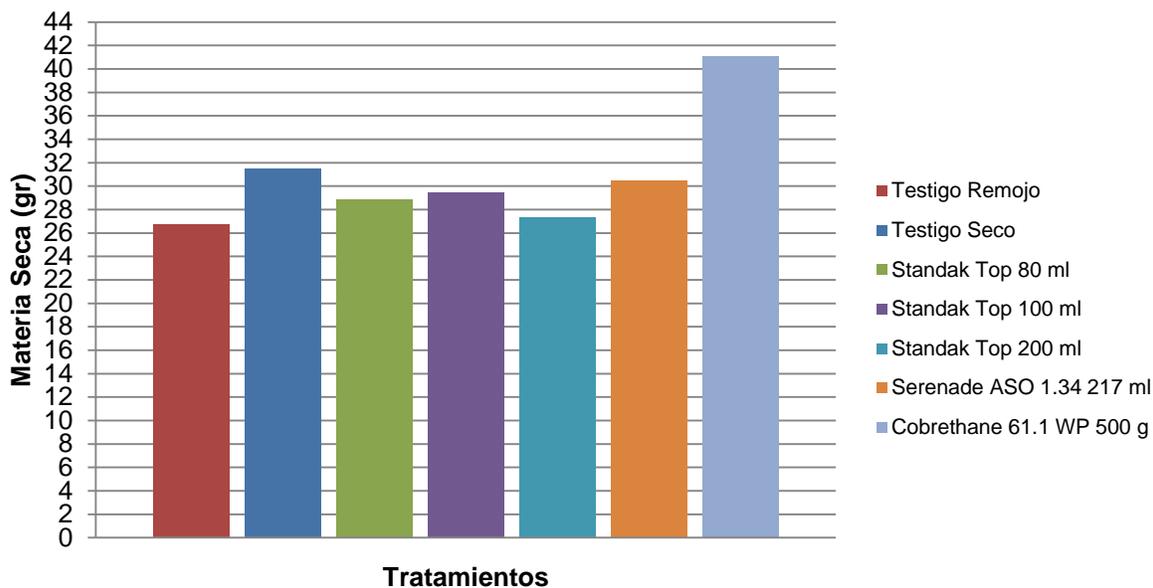


Figura 7. Producción de materia seca a nivel foliar durante la fase de invernadero por cada tratamiento. Cañas, Guanacaste, 2012.

#### 4.3. Fase III (Establecimiento en campo)

En lo que se refiere a la fase de campo, las alturas promedio de los tratamientos fueron bastante homogéneas, presentando la mayor altura el tratamiento de Standak® Top a 80 ml, seguido por el testigo que fue sometido al remojo.

En el caso del efecto de los tratamientos en las alturas de las plantas a nivel de campo, no se muestra una diferencia marcada entre ellos y el incremento semanal de las plantas en tamaño siguió una tendencia ascendente hasta los 49 dds, en donde un factor climático de la zona (incremento en la velocidad de los vientos) ocasionó una quema a nivel de las puntas de las hojas, marcando un retraso en el crecimiento, factor que se ve reflejado en la Figura 8.

Comparando las fases de la investigación se puede pensar que la evaluación a nivel de campo pudo obtener mejores valores de altura de la planta en comparación con la fase de invernadero, sin embargo, debido a las condiciones climáticas dicha expresión no se pudo dar, ya que la quema del follaje por el viento ocasionó un retardo en el crecimiento impidiendo la completa expresión de las cualidades que pueden brindar los diferentes tratamientos.

En lo que se refiere al análisis estadístico (Anexo 6), los datos se analizaron de manera semanal con el fin de observar si durante alguna de las etapas del desarrollo de la investigación se daban diferencias entre los tratamientos, lo cual se presentó a los 28 dds, en donde el tratamiento basado en Cobrethane 61.1 WP presentó una disminución en la tasa de crecimiento con respecto a los demás tratamientos evaluados, sin embargo posteriormente las diferencias se reducen, y a los 63 dds las alturas de las plantas no presentan diferencias estadísticas significativas.

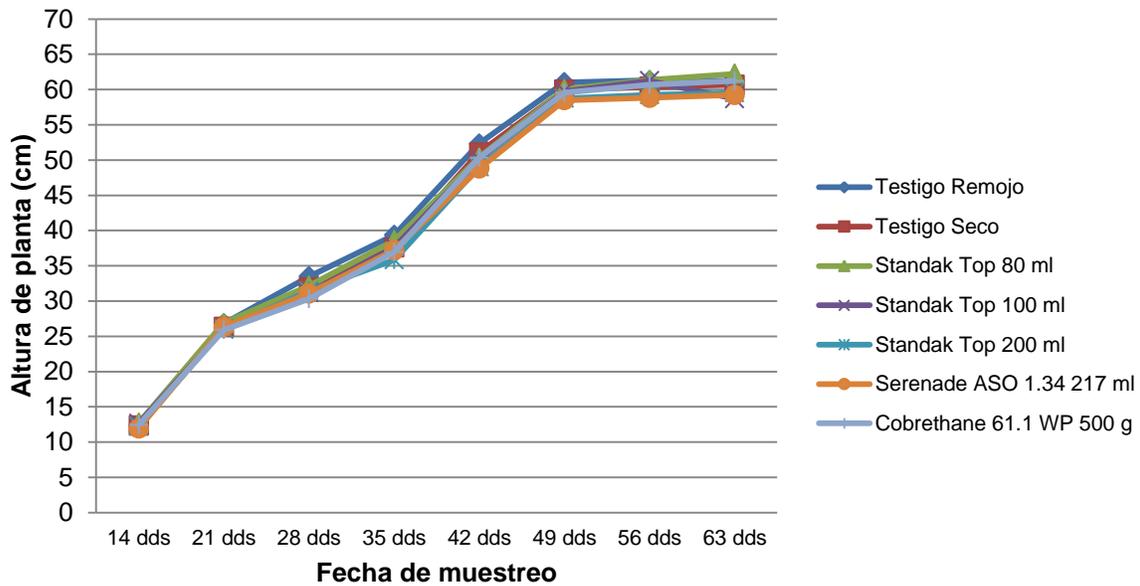


Figura 8. Altura promedio de las plantas a nivel de campo según el tratamiento al que se sometieron. Cañas, Guanacaste, 2012.

En lo que se refiere al comportamiento del área foliar a nivel de campo (Figura 9), el testigo seco alcanzó los valores más elevados con  $33.33 \text{ cm}^2$  en promedio, seguido por el tratamiento de Standak® Top a una dosis de 80 ml con  $32.57 \text{ cm}^2$ . Por el contrario, el tratamiento que presentó el menor rendimiento fue el de Serenade ASO 1.34, con un valor de  $29.61 \text{ cm}^2$  en promedio, lo cual se ve expresado en la Figura 9.

Aunque en la fase de invernadero el tratamiento de Standak® Top a 100 ml fue el que produjo el mayor valor de área foliar, en el caso de las evaluaciones de campo no fue el mismo resultado, aunque uno de los tratamientos de Standak® Top (dosis 80 ml) fue el que obtuvo el segundo valor más elevado en este parámetro. Dicha valor pudo verse afectada por el factor clima que ocasionó la quema del follaje de la fase de campo, induciendo un estrés en la planta y por ende limitando la expresión completa de los beneficios de los tratamientos.

En cuanto al análisis estadístico, este se realizó fraccionado por las semanas de evaluación, con el fin de conocer el comportamiento de dicho parámetro a través del

tiempo. Como se puede observar en el Anexo 7, no se presentan diferencias significativas entre los tratamientos a través de los 63 días de evaluación.

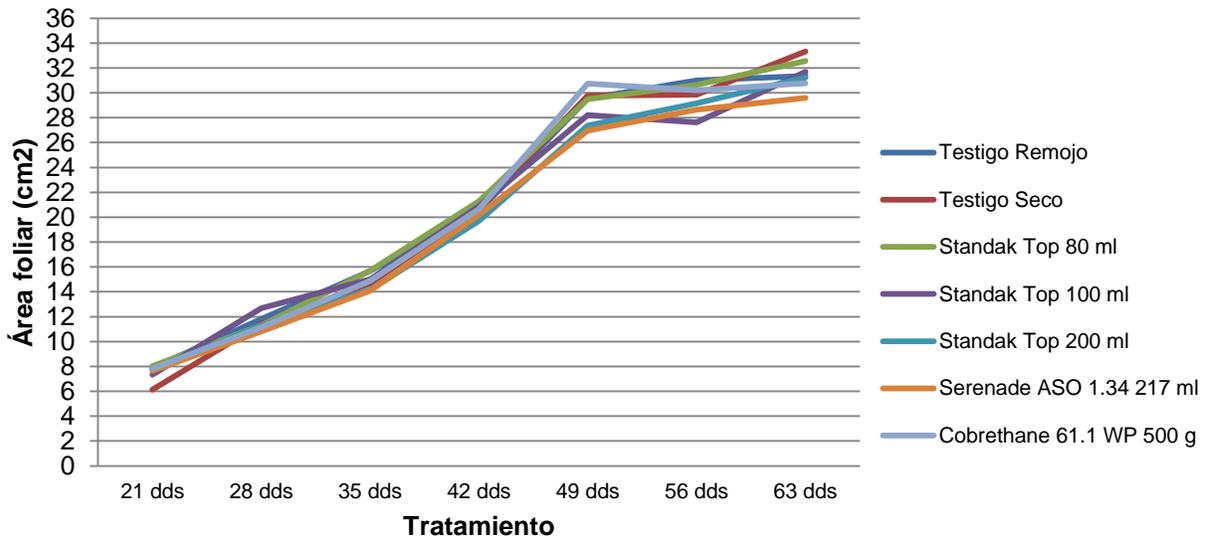


Figura 9. Desarrollo de área foliar a nivel de campo por tratamiento durante los primeros 63 días después de siembra. Cañas, Guanacaste, 2012.

El índice de macollamiento a nivel de campo se muestra variada (Figura 10), mostrando el mayor índice de macollamiento el tratamiento en el que la semilla fue sometida al proceso de imbibición, mientras que el segundo valor de macollamiento lo brindó el tratamiento de Serenade ASO 1.34. El menor valor de macollamiento lo brindó el tratamiento de Cobrethane 61.1 WP. Si comparamos la fase de invernadero con la fase de campo, en cuanto a índice de macollamiento se refiere, observamos que prácticamente todos los valores son superiores en la fase de campo, excepto en el caso del tratamiento del Cobrethane 61.1 WP.

El aumento en el índice de macollamiento en la fase de campo puede deberse a una mayor expresión de los tratamientos en condiciones de mayor luminosidad, así como más espacio para el desarrollo de la planta, un suelo con mayor cantidad de nutrientes disponibles que en la fase de invernadero y un mayor desarrollo radical, ya que debe existir una correlación entre área vegetativa y área radical, como se observa

en la Figura 11, donde todos los valores de desarrollo radical son superiores a los obtenidos en la fase de invernadero.

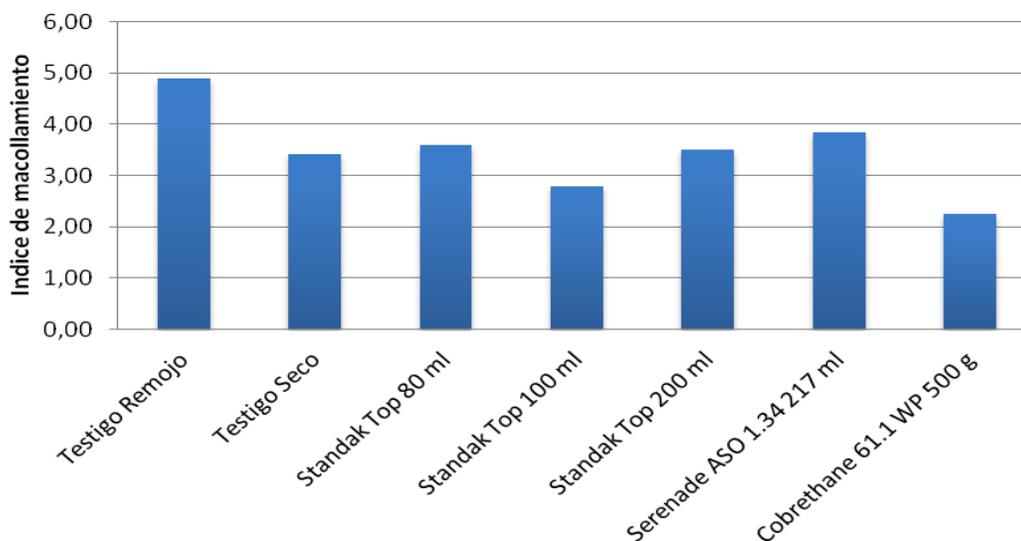


Figura 10. Índice de macollamiento obtenido de los distintos tratamientos a los 63 dds. Cañas, Guanacaste, 2012.

Estadísticamente (Anexo 8), se observan diferencias significativas entre los tratamientos del testigo en remojo y el de Cobrethane 61.1 WP, siendo el primero el que presenta el valor promedio más elevado con 4.90 macollos/planta, mientras que el segundo presenta valores de 2.24 macollos/planta. Cabe recalcar que el tratamiento de Cobrethane 61.1 WP era el único tratamiento que presentaba una formulación en polvo, por lo que la penetración de los otros tratamientos a la hora del curado de la semilla pudo ser más eficiente, mientras que el Cobrethane 61.1 WP únicamente se ubicó en la parte externa de la semilla, por lo que su efecto no pudo empezar desde la fase de embrión de la planta, y una vez que esta emergió pudo causar un efecto de retardo en la variable de macollamiento; mientras que el testigo en remojo logra una activación del embrión, favoreciendo su llegada al campo y brindándole ventajas en el desarrollo temprano y por ende teniendo una más rápido exposición a los nutrientes del suelo, favoreciendo su desarrollo.

En lo que se refiere a producción de materia seca a nivel radical (Figura 11), se observa como el tratamiento testigo sometido al proceso de imbibición fue el que

obtuvo el valor más elevado, seguido por el tratamiento de Standak® Top a 200 ml. Por el contrario, el tratamiento que presentaron los valores más reducidos en este parámetro fue el tratamiento de Standak® Top a una dosis de 100 ml.

El tratamiento de Serenade ASO 1.34 mostró los valores más elevados en el desarrollo radical durante la fase de invernadero. Sin embargo en las en la evaluación de campo, este tratamiento es uno de los más bajos, por lo que se puede inferir que el tratamiento sometido a una lámina de agua que cubra por completo la superficie del suelo presenta una reducción del efecto en la producción de materia seca a nivel de raíz. El tratamiento basado en Standak® Top a una dosis de 200 ml fomentó un desarrollo considerable en la fase de invernadero, con respecto a los otros tratamientos, mientras que en la fase de campo fue el segundo valor más elevado. Este resultado nos permite pensar que la utilización de este tratamiento fomenta un incremento en la producción de raíces, por lo que al utilizarlo como un estimulante de desarrollo radical en variedades arroceras de porte alto o que presenten problemas de volcamiento, favorecía a disminuir el acame de las mismas, reduciendo las pérdidas que la condición de volcamiento ocasionan al productor. Plantas que presenten anclaje adecuado serán menos susceptibles a volcamiento y presentarán una mejor capacidad de absorción de nutrientes.

Estadísticamente (Anexo 9) no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo cualitativamente se nota como el tratamiento testigo y el tratamiento de Standak® Top a una dosis de 200 ml fomentan el desarrollo radical en la planta, favoreciendo el buen desarrollo de la misma.

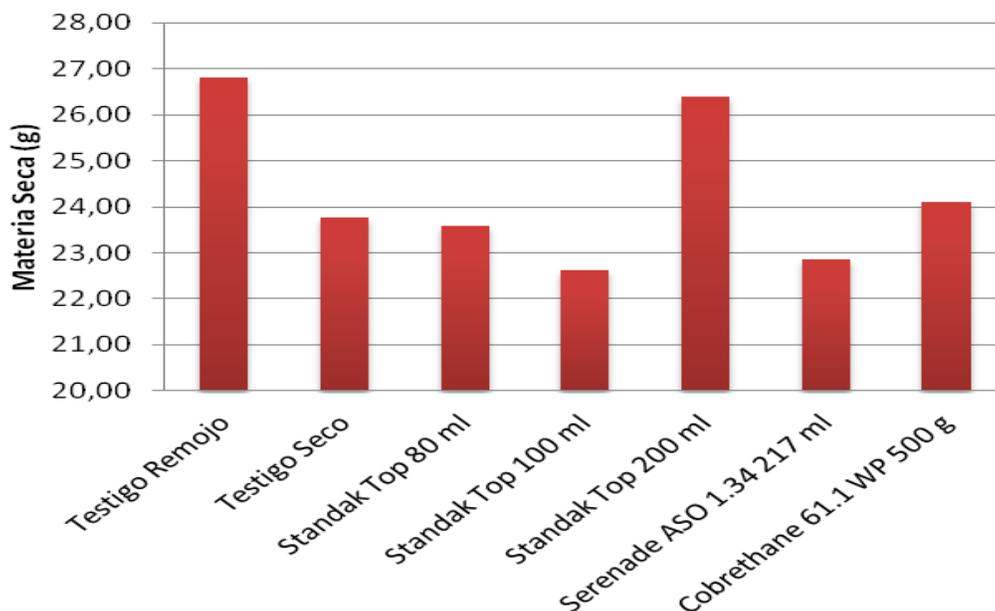


Figura 11. Cantidad de materia seca producida por cada tratamiento a nivel radical en la fase de campo. Cañas, Guanacaste, 2012.

Como se observa en la Figura 12, el tratamiento basado en Serenade ASO 1.34 es el que produce el valor más elevado en cuanto a producción de materia seca a nivel foliar, mientras que el segundo valor más elevado lo obtuvo el tratamiento testigo sometido a imbibición o remojo. Por el contrario, el tratamiento de Standak® Top a una dosis de 80 ml produjo el menor valor en cuanto a producción de materia seca a nivel foliar se refiere.

Es interesante observar como si por un lado la lámina de agua disminuye las cualidades del Serenade ASO 1.34 en cuanto a fomento de desarrollo radical, activa las cualidades de desarrollo foliar, tal y como se observa en la Figura 12. Además cabe destacar que los tres tratamientos basados en Standak® Top fueron los que presentaron los promedios más bajos en lo que respecta a producción de materia seca foliar se refiere, lo que nos indica que el producto no causa un aumento en la producción de follaje bajo condiciones de inundación

Estadísticamente (Anexo 10), no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se asume que ninguno de los tratamientos causa una

efecto importante o superior en cuanto a producción de materia seca nivel foliar se refiere.

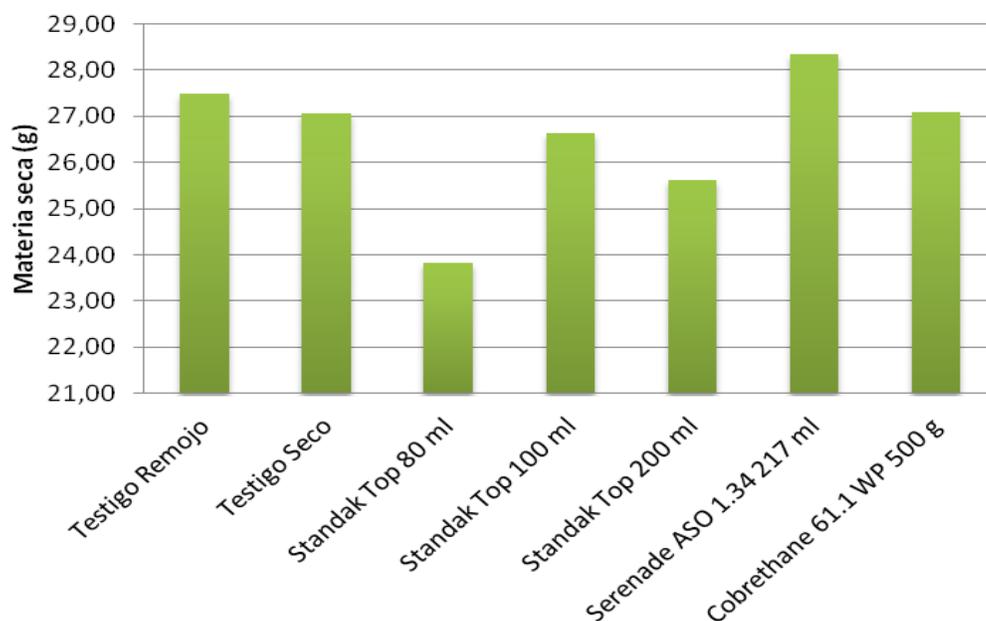


Figura 12. Cantidad de materia seca producida a nivel foliar por cada tratamiento durante la fase de campo. Cañas, Guanacaste, 2012.

## 5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de esta experimentación se puede concluir que:

- 1) Estadísticamente no se presentaron diferencias significativas, por lo que se puede asumir que no hay diferencias entre los tratamientos.
- 2) La estimulación en altura de planta durante la fase de germinación realizada por el Cobrethane 61.1 WP se relaciona con el incremento en la cantidad de follaje de la planta, permitiendo a la misma potencializar su desarrollo en etapas iniciales reduciendo la competencia con malezas, sin embargo este tratamiento causa una disminución en el índice de macollamiento, factor que puede afectar una producción rentable al disminuir el número de tallos efectivos.
- 3) En la germinación se observa que el tratamiento de Standak® Top a 200 ml no produce efectos nocivos sobre la semilla, y mantiene niveles de germinación similares a los testigos, mientras que los otros tratamientos disminuyeron en cierto porcentaje dicho parámetro. Este tratamiento fomentó el desarrollo radical de la planta, favoreciendo el anclaje de las mismas e incrementando la capacidad de absorción de nutrientes.
- 4) La incorporación de Cobrethane 61.1 WP en el curado de la semilla (fase de invernadero), favorece la producción de follaje permitiendo a la planta desarrollar más área para la captación de luz, factor que incide directamente sobre los aspectos de producción y desarrollo de la planta.
- 5) El Standak® Top a una dosis de 100 ml favorece el incremento de área foliar en la planta, obteniendo plantas más vigorosas y con mayor desarrollo de la lámina, permitiendo a las mismas presentar una mayor capacidad o área para captación de luz en comparación con los otros tratamientos.
- 6) Los diferentes tratamientos no muestran un incremento marcado o una diferencia importante en la variable altura de planta.

- 7) Los tratamientos de semillas realizan una función fundamental para el desarrollo del cultivo, ya que son la base y una fracción importante de una plantación exitosa, libre de problemas fitosanitarios, que junto a poder lograr incorporar algún factor que brinde alguna ventaja al cultivo, obtendremos cultivos más eficientes y productivos, por lo que no se debe descartar el uso de tratamientos de semilla que permitan proteger las semillas de patógenos e insectos.

## 6. RECOMENDACIONES

Debido a que los tratamientos fueron evaluados durante la fase vegetativa del cultivo, sería importante repetir las evaluaciones tomando en cuenta el factor cosecha y producción, con el fin de observar si la molécula AgCelence presente en el Standak® Top muestra aportes a dicho parámetro productivo.

Evaluar los tratamientos bajo los rangos de sanidad de la planta, enfocándose en el espectro de acción de protección sobre el cultivo contra plagas y enfermedades, ya que puede resultar que algún tratamiento presente mejor control y rango de acción sobre algún tipo de enfermedad en específico, lo cual se podría orientar hacia áreas de producción que presenten alta incidencia en dicho patógeno, permitiendo al productor obtener mejor protección en su cultivo.

Realizar evaluaciones de los distintos tratamientos para semilla utilizando un sistema de inmersión de la misma, ya que esto puede facilitar la penetración del producto y potencializar algún efecto en la planta.

## 7. LITERATURA CITADA

- Agrosiembra. S.f. Cobrethane 61,1 WP (en línea). Consultado el 18 oct. 2011.  
Disponible en: [http://www.agrosiembra.com/nc=COBRETHANE\\_611\\_WP-40](http://www.agrosiembra.com/nc=COBRETHANE_611_WP-40)
- BASF. 2011a. Standak® Top (en línea). Consultado el 5 dic. 2011. Disponible en:  
<http://www.basf.com.br/?id=5141>
- BASF. 2011b. Serenades mode of action (en línea). Consultado el 5 dic. 2011.  
Disponible en: [http://www.agro.basf.com/agr/AP-Internet/en/content/solutions/solution\\_highlights/serenade/bacillus-subtilis](http://www.agro.basf.com/agr/AP-Internet/en/content/solutions/solution_highlights/serenade/bacillus-subtilis)
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1980. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. Editorial XYZ. Cali, Colombia. 30 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). c1981. Morfología de la planta de arroz: guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial del mismo tema. 2. ed. Cali, Colombia. 31 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1985. Arroz: Investigación y producción (en línea). Editorial XYZ. Cali, Colombia. 696 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2010. Producción eco-eficiente del arroz en América latina. Cali, Colombia. 487p.
- CIT (Centro de Información Tecnológico). 2005. Arroz (en línea). Consultado el 19 nov. 2011. Disponible en:  
[http://www.inia.gob.pe/boletin/BCIT/boletin0003/cultivo\\_nacional\\_arequipa.htm](http://www.inia.gob.pe/boletin/BCIT/boletin0003/cultivo_nacional_arequipa.htm)
- Cortés, G. 1994. Atlas Agropecuario de Costa Rica. EUNED. San José, Costa Rica. 513 p.
- De Datta, S. 1986. Producción de arroz: Fundamentos y prácticas. 1 ed. LIMUSA. D.F., México. 690 p.

- FAO. 2003. Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz (en línea). Roma. Consultado el 18 oct. 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/y2778s/y2778s04.htm#TopOfPage>
- Fernandez, O; Vega, L. 2001. Microorganismos antagónicos para el control fitosanitario. Manejo Integrado de Plagas (CR). 62:96-100.
- Franquet, J; Borrás, C. 2004. Variedades y mejora del arroz (*Oryza sativa* L). 1. ed. Cataluña, España. 445 p.
- González, B. s.f. Espectro patológico de las principales enfermedades del cultivo del arroz (en línea). Consultado el 18 oct 2011. Disponible en: <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/index/assoc/HASH7bb5.dir/doc.pdf>
- Huang, S. 1985. Rice diseases. 2 ed. International Rice Research. 380 p.
- IIARROZ (Instituto de Investigaciones del Arroz). 2008. Mejoramiento, manejo y producción de semillas de arroz. La Habana, Cuba. 111 p.
- IMPAGRO. S.f. Cobrethane (en línea). Consultado el 19 oct. 2011. Disponible en: <http://www.impagro.com.bo/cobrethane-generalidades.htm>
- INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, CR). c2011. Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez (en línea). Consultado el 14 oct. 2011. Disponible en: [http://www.inta.go.cr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=67&Itemid=90](http://www.inta.go.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=67&Itemid=90)
- INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria). 2009. Manual de recomendaciones técnicas del cultivo de arroz. San José, Costa Rica. 78 p
- IBCE (Instituto Boliviano de Comercio Exterior). 2012. XXIII Congreso panamericano de semillas. N° 205: p 4

IRRI (International Rice Research Institute). 2002. Standard Evaluation System for Rice (SES) (en línea). Consultado el 25 oct. 2011. Disponible en: <http://www.knowledgebank.irri.org/extension/index.php/morphological-characteristics/leaf-width-lw>

León, J. 2000. Botánica de los Cultivos Tropicales. 3. ed. Agroamérica. 522 p.

Lentini, Z; Martínez, C; Roca, W. 1997. Cultivo de anteras de arroz en el desarrollo de germoplasma. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 57 p

Meneses, R; Gutiérrez, A; García, A; Antigua, G; Gómez, J; Correa, F; Calvert, L. 2001. Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz. 4 ed. CIAT. Cali, Colombia. 71 p.

TQC (Tecnología Química y Comercio). S.f. Serenade ficha técnica (en línea). Consultado el 5 dic. 2011. Disponible en: <http://www.tqc.com.pe/uploads/fichas/agricola/serenadeas.pdf>

Universidad Politécnica de Valencia. 2003?. Parte III: Tema 17: Germinación de las semillas (en línea). Valencia, España. Consultado el 11 nov. 2011. Disponible en: [http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema\\_17.htm#Introducci%C3%B3n](http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm#Introducci%C3%B3n)

## 8. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de la varianza de la altura de planta hasta los 49 dds durante la fase de invernadero

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura 49 dds	28	0.20	0.00	7.76

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	112.44	9	12.49	0.51	0.8474
Tratamiento	110.15	6	18.36	0.75	0.6162
Repetición	2.30	3	0.77	0.03	0.9923
Error	439.57	18	24.42		
Total	552.01	27			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 24.4206 gl: 18

Tratamiento	Medias	n
Standak Top 200 ml	59.86	4 A
Standak Top 80 ml	62.40	4 A
Serenade ASO 1.34 217 ml	62.83	4 A
Testigo Seco	64.29	4 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	64.56	4 A
Standak Top 100 ml	65.27	4 A
Testigo Remojo	66.31	4 A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p <= 0.05$ )

Anexo 2. Análisis de la varianza del área foliar hasta los 49 dds durante la fase de invernadero

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Area Foliar 49 dds	28	0.23	0.00	14.20

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	122.05	9	13.56	0.58	0.7948
Tratamiento	115.83	6	19.31	0.83	0.5628
Repetición	6.21	3	2.07	0.09	0.9652
Error	419.27	18	23.29		
Total	541.31	27			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 23.2927 gl: 18

Tratamiento	Medias	n
Standak Top 200 ml	30.31	4 A
Serenade ASO 1.34 217 ml	32.66	4 A
Standak Top 80 ml	33.00	4 A
Testigo Seco	34.50	4 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	34.62	4 A
Testigo Remojo	36.03	4 A
Standak Top 100 ml	36.78	4 A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p <= 0.05$ )

Anexo 3. Análisis de la varianza del macollamiento a los 49 dds durante la fase de invernadero.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Macollamiento 49 dds	28	0.32	0.00	15.37

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.17	9	0.13	0.92	0.5279
Tratamiento	0.39	6	0.06	0.46	0.8290
Repetición	0.78	3	0.26	1.85	0.1741
Error	2.54	18	0.14		
Total	3.71	27			

**Test:Duncan Alfa=0.05**  
 Error: 0.1410 gl: 18

Tratamiento	Medias	n
Serenade ASO 1.34 217 ml	2.30	4 A
Standak Top 80 ml	2.35	4 A
Testigo Remojo	2.40	4 A
Testigo Seco	2.45	4 A
Standak Top 100 ml	2.45	4 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	2.45	4 A
Standak Top 200 ml	2.70	4 A

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)*

Anexo 4. Análisis de la varianza del % de materia seca a nivel radical a los 49 dds durante la fase de invernadero.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% Mat. Seca Raíz 49 dds	28	0.33	0.00	14.34

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41.95	9	4.66	0.98	0.4896
Tratamiento	22.89	6	3.82	0.80	0.5824
Repetición	19.06	3	6.35	1.33	0.2951
Error	85.83	18	4.77		
Total	127.78	27			

**Test:Duncan Alfa=0.05**  
 Error: 4.7683 gl: 18

Tratamiento	Medias	n
Standak Top 100 ml	13.99	4 A
Testigo Remojo	14.30	4 A
Standak Top 80 ml	15.10	4 A
Standak Top 200 ml	15.22	4 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	15.46	4 A
Testigo Seco	15.57	4 A
Serenade ASO 1.34 217 ml	17.00	4 A

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)*

Anexo 5. Análisis de la varianza del % de materia seca a nivel foliar a los 49 dds durante la fase de invernadero

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%Mat. Seca Foliar	49	28	0.55	0.32 18.06

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	671.15	9	74.57	2.42	0.0531
Tratamiento	561.51	6	93.58	3.03	0.0315
Repetición	109.65	3	36.55	1.18	0.3437
Error	555.61	18	30.87		
Total	1226.76	27			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 30.8672 gl: 18

Tratamiento	Medias	n
Testigo Remojo	26.76	4 A
Standak Top 200 ml	27.35	4 A
Standak Top 80 ml	28.84	4 A
Standak Top 100 ml	29.41	4 A
Serenade ASO 1.34 217 ml	30.43	4 A
Testigo Seco	31.47	4 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	41.09	4 B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

Anexo 6. Análisis de la varianza de la altura de planta hasta los 63 dds durante la fase de campo.

**Análisis de la varianza**

Evaluación	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
14 dds	Altura de planta	21	0.39	0.00	6.70

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.29	8	0.66	0.96	0.5087
Tratamiento	1.23	6	0.20	0.30	0.9267
Repetición	4.06	2	2.03	2.94	0.0915
Error	8.28	12	0.69		
Total	13.56	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.6900 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Serenade ASO 1.34 217 ml	11.94	3 A
Standak Top 200 ml	12.25	3 A
Testigo Seco	12.35	3 A
Testigo Remojo	12.38	3 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	12.45	3 A
Standak Top 100 ml	12.67	3 A
Standak Top 80 ml	12.72	3 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

Evaluación	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
21 dds	Altura de planta	21	0.55	0.25	6.62

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	45.03	8	5.63	1.85	0.1615
Tratamiento	2.64	6	0.44	0.14	0.9867
Repetición	42.39	2	21.20	6.98	0.0097
Error	36.42	12	3.04		
Total	81.45	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 3.0352 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Cobrethane 61.1 WP 500 g	25.90	3 A
Standak Top 100 ml	26.03	3 A
Standak Top 200 ml	26.06	3 A
Testigo Seco	26.31	3 A
Serenade ASO 1.34 217 ml	26.34	3 A
Testigo Remojo	26.82	3 A
Standak Top 80 ml	26.87	3 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

Evaluación	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
28 dds	Altura de planta	21	0.54	0.23	5.00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34.56	8	4.32	1.73	0.1896
Tratamiento	18.45	6	3.07	1.23	0.3570
Repetición	16.12	2	8.06	3.22	0.0759
Error	30.01	12	2.50		
Total	64.58	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 2.5011 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Cobrethane 61.1 WP 500 g	30.30	3 A
Serenade ASO 1.34 217 ml	31.06	3 A B
Standak Top 100 ml	31.19	3 A B
Standak Top 200 ml	31.44	3 A B
Testigo Seco	31.91	3 A B
Standak Top 80 ml	32.15	3 A B
Testigo Remojo	33.50	3 B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

Evaluación	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
35 dds	Altura de planta	21	0.26	0.00	6.69

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26.36	8	3.30	0.52	0.8199
Tratamiento	23.17	6	3.86	0.61	0.7188
Repetición	3.20	2	1.60	0.25	0.7809
Error	75.99	12	6.33		
Total	102.35	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 6.3325 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Standak Top 200 ml	35.84	3 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	36.94	3 A
Serenade ASO 1.34 217 ml	37.21	3 A
Testigo Seco	37.59	3 A
Standak Top 100 ml	37.64	3 A
Standak Top 80 ml	38.58	3 A
Testigo Remojo	39.35	3 A

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)*

Evaluación	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
42 dds	Altura de planta	21	0.26	0.00	4.93

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26.21	8	3.28	0.53	0.8113
Tratamiento	25.94	6	4.32	0.70	0.6537
Repetición	0.27	2	0.13	0.02	0.9785
Error	73.87	12	6.16		
Total	100.08	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 6.1559 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Serenade ASO 1.34 217 ml	48.80	3 A
Standak Top 200 ml	49.03	3 A
Standak Top 100 ml	50.09	3 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	50.32	3 A
Standak Top 80 ml	50.35	3 A
Testigo Seco	51.06	3 A
Testigo Remojo	52.34	3 A

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)*

Evaluación	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
49 dds	Altura de planta	21	0.17	0.00	4.91

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20.91	8	2.61	0.31	0.9497
Tratamiento	13.07	6	2.18	0.25	0.9481
Repetición	7.85	2	3.92	0.46	0.6432
Error	102.83	12	8.57		
Total	123.74	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 8.5689 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Serenade ASO 1.34 217 ml	58.48	3 A
Standak Top 200 ml	58.75	3 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	59.56	3 A
Standak Top 100 ml	59.76	3 A
Testigo Seco	59.98	3 A
Standak Top 80 ml	60.05	3 A
Testigo Remojo	61.03	3 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

Evaluación	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
56 dds	Altura de planta	21	0.21	0.00	4.35

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22.56	8	2.82	0.41	0.8946
Tratamiento	18.81	6	3.14	0.45	0.8287
Repetición	3.75	2	1.87	0.27	0.7667
Error	82.80	12	6.90		
Total	105.36	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 6.8998 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Serenade ASO 1.34 217 ml	58.83	3 A
Standak Top 200 ml	59.26	3 A
Testigo Seco	60.39	3 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	60.67	3 A
Standak Top 100 ml	61.24	3 A
Testigo Remojo	61.31	3 A
Standak Top 80 ml	61.35	3 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

Evaluación	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
63 dds	Altura de planta	21	0.33	0.00	4.28

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	38.76	8	4.85	0.73	0.6675
Tratamiento	29.52	6	4.92	0.74	0.6295
Repetición	9.24	2	4.62	0.69	0.5192
Error	80.04	12	6.67		
Total	118.80	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 6.6700 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Standak Top 100 ml	58.69	3 A
Serenade ASO 1.34 217 ml	59.23	3 A
Standak Top 200 ml	59.53	3 A
Testigo Seco	60.68	3 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	61.22	3 A
Testigo Remojo	61.24	3 A
Standak Top 80 ml	62.23	3 A

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)*

Anexo 7. Análisis de la varianza del área foliar hasta los 63 dds durante la fase de campo.

**Análisis de la varianza**

Evaluación	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
21 dds	A. Foliar	21	0.29	0.00	8.06

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.94	8	0.24	0.61	0.7531
Tratamiento	1.38	6	0.23	0.58	0.7405
Repetición	0.56	2	0.28	0.71	0.5122
Error	4.75	12	0.40		
Total	6.69	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.3959 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Standak Top 100 ml	7.32	3 A
Serenade ASO 1.34 217 ml	7.65	3 A
Standak Top 200 ml	7.78	3 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	7.82	3 A
Testigo Remojo	7.87	3 A
Standak Top 80 ml	8.03	3 A
Testigo Seco	8.19	3 A

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)*

Evaluación	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
28 dds	A. Foliar	21	0.43	0.05	8.26

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.13	8	1.02	1.13	0.4104
Tratamiento	6.53	6	1.09	1.21	0.3658
Repetición	1.60	2	0.80	0.89	0.4375
Error	10.81	12	0.90		
Total	18.93	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.9005 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Serenade ASO 1.34 217 ml	10.80	3 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	11.15	3 A
Standak Top 200 ml	11.27	3 A
Standak Top 80 ml	11.30	3 A
Testigo Seco	11.43	3 A
Testigo Remojo	11.81	3 A
Standak Top 100 ml	12.67	3 A

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)*

Evaluación	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
35 dds	A. Foliar	21	0.37	0.00	7.85

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9.55	8	1.19	0.87	0.5633
Tratamiento	7.51	6	1.25	0.92	0.5159
Repetición	2.04	2	1.02	0.75	0.4951
Error	16.40	12	1.37		
Total	25.95	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 1.3664 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Serenade ASO 1.34 217 ml	14.09	3 A
Standak Top 200 ml	14.18	3 A
Testigo Seco	14.67	3 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	14.88	3 A
Standak Top 100 ml	15.01	3 A
Testigo Remojo	15.68	3 A
Standak Top 80 ml	15.71	3 A

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)*

Evaluación	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
42 dds	A. Foliar	21	0.33	0.00	6.89

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11.89	8	1.49	0.74	0.6558
Tratamiento	4.64	6	0.77	0.39	0.8742
Repetición	7.25	2	3.63	1.81	0.2053
Error	24.03	12	2.00		
Total	35.92	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 2.0021 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Standak Top 200 ml	19.69	3 A
Serenade ASO 1.34 217 ml	20.17	3 A
Testigo Remojo	20.50	3 A
Testigo Seco	20.63	3 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	20.65	3 A
Standak Top 100 ml	20.86	3 A
Standak Top 80 ml	21.29	3 A

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)*

Evaluación	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
49 dds	A. Foliar	21	0.37	0.00	8.16

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	39.32	8	4.91	0.88	0.5560
Tratamiento	34.69	6	5.78	1.04	0.4465
Repetición	4.63	2	2.32	0.42	0.6682
Error	66.67	12	5.56		
Total	105.99	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 5.5557 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Serenade ASO 1.34 217 ml	26.95	3 A
Standak Top 200 ml	27.37	3 A
Standak Top 100 ml	28.22	3 A
Standak Top 80 ml	29.49	3 A
Testigo Remojo	29.55	3 A
Testigo Seco	29.77	3 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	30.76	3 A

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)*

Evaluación	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
56 dds	A. Foliar	21	0.36	0.00	9.57

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	54.40	8	6.80	0.85	0.5808
Tratamiento	25.57	6	4.26	0.53	0.7747
Repetición	28.83	2	14.42	1.80	0.2076
Error	96.24	12	8.02		
Total	150.64	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 8.0196 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Standak Top 100 ml	27.62	3 A
Serenade ASO 1.34 217 ml	28.65	3 A
Standak Top 200 ml	29.16	3 A
Testigo Seco	29.85	3 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	30.20	3 A
Standak Top 80 ml	30.64	3 A
Testigo Remojo	31.01	3 A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )

Evaluación	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
63 dds	A. Foliar	21	0.45	0.09	7.36

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	53.24	8	6.65	1.24	0.3561
Tratamiento	26.20	6	4.37	0.81	0.5799
Repetición	27.04	2	13.52	2.52	0.1223
Error	64.46	12	5.37		
Total	117.70	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 5.3720 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Serenade ASO 1.34 217 ml	29.61	3 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	30.77	3 A
Standak Top 200 ml	31.23	3 A
Testigo Remojo	31.36	3 A
Standak Top 100 ml	31.69	3 A
Standak Top 80 ml	32.57	3 A
Testigo Seco	33.33	3 A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )

Anexo 8. Análisis de la varianza del índice de macollamiento a los 63 dds durante la fase de campo.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ind macollamiento	21	0.59	0.31	33.49

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23.09	8	2.89	2.14	0.1131
Tratamiento	12.58	6	2.10	1.56	0.2420
Repetición	10.51	2	5.26	3.90	0.0495
Error	16.16	12	1.35		
Total	39.25	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 1.3471 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Cobrethane 61.1 WP 500 g	2.24	3 A
Standak Top 100 ml	2.78	3 A B
Testigo Seco	3.42	3 A B
Standak Top 200 ml	3.50	3 A B
Standak Top 80 ml	3.58	3 A B
Serenade ASO 1.34 217 ml	3.84	3 A B
Testigo Remojo	4.90	3 B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

Anexo 9. Análisis de la varianza del % de materia seca a nivel radical a los 63 dds durante la fase de campo.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%Mat. Seca Raíz	21	0.66	0.44	10.91

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	165.90	8	20.74	2.95	0.0449
Tratamiento	49.03	6	8.17	1.16	0.3871
Repetición	116.87	2	58.43	8.31	0.0054
Error	84.43	12	7.04		
Total	250.33	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 7.0358 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Standak Top 100 ml	22.63	3 A
Serenade ASO 1.34 217 ml	22.86	3 A
Standak Top 80 ml	23.57	3 A
Testigo Seco	23.77	3 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	24.10	3 A
Standak Top 200 ml	26.39	3 A
Testigo Remojo	26.81	3 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

Anexo 10. Análisis de la varianza del % de materia seca a nivel foliar a los 63 dds durante la fase de campo

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%Mat. Seca Hoja	21	0.66	0.44	11.81

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	232.65	8	29.08	2.95	0.0447
Tratamiento	38.93	6	6.49	0.66	0.6842
Repetición	193.72	2	96.86	9.83	0.0030
Error	118.20	12	9.85		
Total	350.85	20			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 9.8499 gl: 12

Tratamiento	Medias	n
Standak Top 80 ml	23.81	3 A
Standak Top 200 ml	25.62	3 A
Standak Top 100 ml	26.65	3 A
Testigo Seco	27.07	3 A
Cobrethane 61.1 WP 500 g	27.08	3 A
Testigo Remojo	27.48	3 A
Serenade ASO 1.34 217 ml	28.34	3 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)