



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS

MANEJO DEL AÑUBLO DE LA VAINA DEL ARROZ, *Rhizoctonia solani* Kühn, EN  
EL CULTIVAR UP 80 FL A TRAVÉS DEL USO DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y  
BIOLÓGICOS, EN CHIRIQUÍ PANAMÁ

EDGAR MARTÍNEZ

7-709-1199

DAVID, CHIRIQUÍ  
REPUBLICA DE PANAMÁ

2018

MANEJO DEL AÑUBLO DE LA VAINA DEL ARROZ, *Rhizoctonia solani Kühn*, EN EL CULTIVAR UP 80 FL A TRAVÉS DEL USO DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS, EN CHIRIQUÍ PANAMÁ

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO A LA CONSIDERACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA EN CULTIVOS TROPICALES.

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEBE SER OBTENIDA EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROBADO:

ING. JOSÉ C. URETA (MSc)

\_\_\_\_\_  
DIRECTOR

ING. NORBERTO PITTAY (MSc)

\_\_\_\_\_  
ASESOR

ING. ARIEL JAEN (MSc)

\_\_\_\_\_  
ASESOR

DAVID, CHIRIQUÍ  
REPUBLICA DE PANAMÁ

2018

## AGRADECIMIENTOS

Otorgo un agradecimiento especial a Dios que me ha permitido culminar mis estudios de manera exitosa llena de aprendizaje y experiencias que me servirán en el futuro.

Agradezco también a mi director de tesis Magister, José Carlos Ureta por darme la confianza de llevar a cabo esta investigación, al profesor Omar Montero y a todos los trabajadores y compañeros que me ayudaron en el campo en las labores agrícolas referentes al cultivo de arroz (*Oryza sativa*).

Un agradecimiento a mi familia que es la que me ha apoyado, aconsejado y ayudado a salir adelante todos estos años de estudio para que yo pueda ser un profesional.

## DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis principalmente a mis padres **Edgar E. Martínez** y **Carmen Guerra**, los cuales siempre me apoyan y ayudan en cada paso de mi vida, a las personas involucradas en esta tesis y sobre todo a la Universidad de Panamá, la cual me instruyó y me obsequió todo el conocimiento valioso de las artes agropecuarias, y en especial agradecer a Dios por haberme permitido llegar hasta donde estoy hoy y por las demás oportunidades que están por venir. Y un agradecimiento especial a **Verónica Concepción**, gracias a ella he podido centrarme en mis objetivos y cumplir con mi trabajo de grado.

**Edgar Martínez**

## **MANEJO DEL AÑUBLO DE LA VAINA DEL ARROZ, *Rhizoctonia solani* Kühn, EN EL CULTIVAR UP 80 FL A TRAVÉS DEL USO DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS, EN CHIRIQUÍ PANAMÁ.**

Martínez, Edgar. 2018. Manejo del añublo de la vaina del arroz, *Rhizoctonia solani* Kühn, en el cultivar UP 80 FL a través del uso de productos químicos y biológicos, en Chiriquí Panamá

### **Resumen**

La siguiente investigación se basó en el estudio de diferentes tratamientos fungicidas con el objetivo de hacer un manejo del añublo de la vaina del arroz, *Rhizoctonia solani* Kühn, en el cultivar UP 80 FL a través del uso de productos químicos y biológicos, en la parcela N° 10 de la Facultad de Ciencias Agropecuarias un ensayo utilizando el diseño de bloques completamente al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones, la cual se estableció entre los meses de agosto y diciembre del año 2017. El ensayo estuvo compuesto por veintiocho parcelas, compuestas por tres tratamientos biológicos: *Streptomyces higroscopicus* (Mai 007SL); *Melaleuca alternifolia* (Timorex Gold 22.3EC); [*Trichoderma viride*, *T. koningii*, *T. harzianum*, *T. polysporum*) – (CustomBio GP) + [(*Bacillus subtilis*, *B. laterosporus*, *B. licheniformis*, *B. megaterium*, *B. pumilus* – (CustomBio B5)]; tres tratamientos químicos: Propiconazole (Tilt 25EC); Kresoxim Methil + Epoxiconazole (Juwel 25EC), Carbendazim (Bendazim 50SC) y un testigo absoluto (sin aplicación de fungicidas), en las cuales se evaluaron la incidencia y severidad de los fitopatógenos *Rhizoctonia solani* Kühn y agentes causales de manchado de grano, porcentaje de granos vanos y el rendimiento por tratamiento en kilogramos al 14% de humedad. Se hicieron dos lecturas para evaluar la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani* Kühn una a los 40 DDS y otra a los 70 DDS. En la primera lectura realizada a los 40 días, los mejores tratamientos fueron: Timorex Gold 22.3 EC, Custom Bio, Mai 007 SL, Juwel 25 EC, Bendazim 50 SC, Tilt 25 EC. La segunda lectura realizada a los 70 días, los tratamientos que presentaron un mejor control fueron: Timorex Gold 22.3 EC, Custom Bio, Mai 007

SL, Bendazim 50 SC, Juwel 25 EC, Tilt 25 EC. En cuanto al rendimiento por tratamiento al 14% de humedad los mejores tratamientos fueron los siguientes: Timorex Gold 22.3 EC, Mai 007 SL, Custom Bio, Tilt 25 EC Bendazim 50 SC, Juwel 25 EC.

En cuanto al porcentaje de granos vanos, los tratamientos que presentaron los valores menores de vaneamiento son: Timorex Gold 22.3 EC, Custom Bio, Mai 007 SL, Tilt 25 EC, Juwel 25 EC, Bendazim 50 SC. Para la evaluación del Manchado de Grano los tratamientos con menor valor de glumas manchadas fueron: Custom Bio, Timorex Gold 22.3 EC, Mai 007 SL, Juwel 25 EC, Tilt 25 EC, Bendazim 50 SC.

Palabras clave: *Rhizoctonia solani*, añublo de la vaina, arroz, incidencia y severidad, fungicidas.

## **MANAGEMENT OF SHEATH BLIGHT OF RICE, *Rhizoctonia solani* Kühn, USING THE CULTIVAR UP 80 FL, THROUGHOUT THE USE OF CHEMICALS AND BIOLOGICAL PRODUCTS, IN CHIRIQUI, PANAMA.**

Martinez, Edgar. 2018. Management of sheath blight of rice, *Rhizoctonia solani* Kühn, using the cultivar UP 80 FL, throughout the use of chemicals and biological products, in Chiriquí, Panama.

### **ABSTRACT**

This research was based on the study of different fungicide treatments to manage the sheath blight, *Rhizoctonia solani* Kühn in rice, crop UP 80FL through the use of chemical and biological products, located in the plot N° 10 in the Faculty of Agricultural Sciences using the Randomized Complete Block Design (RCBD) with seven treatments and four repetitions, established during august to december 2017. The trial consisted of twenty-eight plots composed by three biological treatments: *Streptomyces hygroscopicus* (Mai 007SL); *Melaleuca alternifolia* (Timorex Gold 22.3EC); (*Trichoderma viride*, *T. koningii*, *T. harzianum*, *T. polysporum*) – (CustomBio GP) + [(*Bacillus subtilis*, *B. laterosporus*, *B. licheniformis*, *B. megaterium*, *B. pumilus* – (CustomBio B5)]; three chemical treatments: Propiconazole (Tilt 25EC); Kresoxim Methil + Epoxiconazole (Jewel 25EC), Carbendazim (Bendazim 50SC) and an absolute control (without application of fungicides), in which the incidence and severity of phytopathogens *Rhizoctonia solani* Kühn and causal agents of grain staining, percentage of vain grains and the yield per treatment expressed in kilograms at 14% of humidity.

Two evaluations were done in order to analyze the incidence and severity of *Rhizoctonia solani* Kühn, one at 40 DAP and another at 70 DAP\*. In the first evaluation 40 days, the best treatments were: Timorex Gold 22.3 EC, Custom Bio, Mai 007 SL, Jewel 25 EC, Bendazim 50 SC, Tilt 25 EC. The second evaluation at the 70 days, the treatments that presented a better control were: Timorex Gold 22.3 EC, Custom Bio, Mai 007 SL, Bendazim 50 SC, Jewel 25 EC, Tilt 25 EC.

Regarding the performance by treatment at 14% of humidity, the best treatments were: Timorex Gold 22.3 EC, Mai 007 SL, Custom Bio, Tilt 25 EC Bendazim 50 SC, Juwel 25 EC.

With respect to the percentage of vain grains, the treatments that presented the lowest values were: Timorex Gold 22.3 EC, Custom Bio, Mai 007 SL, Tilt 25 EC, Juwel 25 EC, Bendazim 50 SC. For the evaluation of Grain Staining it can be indicated that the treatments with the lowest amount of stained glumes were: Custom Bio, Timorex Gold 22.3 EC, Mai 007 SL, Juwel 25 EC, Tilt 25 EC, Bendazim 50 SC.

Keywords: *Rhizoctonia solani*, sheath blight of rice, incidence and severity, fungicides.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos.....	6
1.5 Hipótesis.....	6
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
2.1 <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.....	8
2.2 Origen de la variedad UP 80 FL.....	9
2.3 Descripción de la variedad UP 80 FL.....	9
2.4 Reacción a las principales enfermedades.....	10
2.5 Rendimiento de grano.....	10
2.6 Rendimiento de molinería y calidad de grano.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1 Ubicación geográfica.....	12
3.2 Ensayo de laboratorio.....	12
3.2.1 Observación del fitopatógeno <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.....	12
3.3 Ensayo en campo.....	13
3.4 Producción de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.....	15
3.5 Actividades realizadas en la parcela de ensayo.....	16
3.6 Metodología de investigación.....	18

IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
V.	Conclusiones.....	34
VI.	Recomendaciones.....	36
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	37
VIII.	ANEXOS.....	41

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
• <b>Cuadro 1.</b> Actividades realizadas en la parcela de ensayo según la fase del cultivo	16
• <b>Cuadro 2.</b> Escala de evaluación de incidencia y severidad del patógeno <i>Rhizoctonia solani Kühn</i> en el cultivo de arroz ( <i>Oryza sativa</i> )	18
• <b>Cuadro 3.</b> Escala de evaluación del manchado de grano.	19
• <b>Cuadro 4.</b> Croquis del ensayo	20
• <b>Cuadro 5.</b> Descripción de los tratamientos fungicidas, ingrediente activo, modo de acción, período de aplicación y dosis.	21
• <b>Cuadro 6.</b> Datos de la evaluación de la incidencia y severidad de <i>Rhizoctonia solani Kühn</i> , en el cultivar UP 80 FL, a los 40 días después de siembra (dds). Valores acorde a la escala de evaluación.	22
• <b>Cuadro 7.</b> Datos de la evaluación de la incidencia y severidad de <i>Rhizoctonia solani Kühn</i> , en el cultivar UP 80 FL, a los 40 días después de siembra (dds). Valores transformados a raíz cuadrada.	22
• <b>Cuadro 8.</b> Análisis de varianza de la evaluación de la incidencia y severidad de <i>Rhizoctonia solani Kühn</i> , en el cultivar UP 80 FL, a los 40 días después de siembra (dds). Datos de raíz cuadrada ANOVA	23
• <b>Cuadro 9.</b> Comparación de medias de la evaluación de la incidencia y severidad de <i>Rhizoctonia solani Kühn</i> , en el cultivar UP 80 FL, a los 40 días después de siembra (dds). Según la comparación de medias de Duncan.	23
• <b>Cuadro 10.</b> Datos de la evaluación de la incidencia y severidad de <i>Rhizoctonia solani Kühn</i> , en el cultivar UP 80 FL, a los 70 días después de siembra (dds). Valores acorde a la escala de evaluación.	24
• <b>Cuadro 11.</b> Datos de la evaluación de la incidencia y severidad de <i>Rhizoctonia solani Kühn</i> , en el cultivar UP 80 FL, a los 70 días después de siembra (dds). Valores transformados a raíz cuadrada.	24

- **Cuadro 12.** Análisis de varianza de la evaluación de la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani Kühn*, en el cultivar UP 80 FL, a los 70 días después de siembra (dds) ANOVA. Valores transformados a raíz cuadrada. 25
- **Cuadro 13.** Comparación de medias de la evaluación de la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani Kühn*, en el cultivar UP 80 FL, a los 70 días después de siembra (dds). Según la comparación de medias de Duncan. 26
- **Cuadro 14.** Rendimiento expresado en kilogramos por tratamiento al 14% de humedad. 26
- **Cuadro 15.** Análisis de varianza de la evaluación del rendimiento en kilogramos por tratamiento al 14% 27
- **Cuadro 16.** Comparación de medias del rendimiento en kilogramos por tratamiento al 14% de humedad, en el cultivar UP 80 FL. Según la comparación de medias de Duncan. 28
- **Cuadro 17.** Porcentaje de granos vanos 29
- **Cuadro 18.** Análisis de varianza en la evaluación del porcentaje de granos vanos 29
- **Cuadro 19.** Comparación de medias del porcentaje de granos vanos, en el cultivar UP 80 FL. Según la comparación de medias de Duncan. 30
- **Cuadro 20.** Datos de la evaluación de la incidencia y severidad de Manchado de grano, en el cultivar UP 80 FL. Valores acorde a la escala de evaluación. 31
- **Cuadro 21.** Datos de la evaluación de la incidencia y severidad de Manchado de grano, en el cultivar UP 80 FL. Valores transformados a raíz cuadrada. 31
- **Cuadro 22.** Análisis de varianza de la evaluación de la incidencia y severidad de Manchado de grano, en el cultivar UP 80 FL. ANOVA. 32
- **Cuadro 23.** Comparación de medias de la evaluación de la incidencia y severidad de Manchado de grano, en el cultivar UP 80 FL. Según la comparación de medias de Duncan. 32

## I. Introducción

Actualmente en Panamá el arroz es la gramínea más consumida lo cual requiere una mayor producción para suplir la demanda. Con el crecimiento de las producciones arroceras también se incrementa el número de plagas y enfermedades que atacan a este cultivo, lo que provoca un manejo constante contra estas plagas para mantener la producción.

La presencia de enfermedades en el cultivo de arroz disminuyen drásticamente los rendimientos por hectárea. En Panamá se estima que el 12% de la producción total de arroz se ve afectado por plagas y enfermedades, de las cuales 7.5% de la superficie cultivada de arroz se ve afectada por enfermedades de importancia económica como *Rhizoctonia solani Kühn* (Contraloría General de Panamá, 2016).

La provincia de Chiriquí es una zona de gran importancia en la producción de arroz para Panamá, para el año 2016 la superficie sembrada fue de 17,521 ha de arroz (40% de la superficie sembrada) en Chiriquí, con un rendimiento promedio de 101.38 qq /ha. Sin embargo, se estima que entre el año 2014 y 2016 la superficie de siembra de arroz disminuyó 2,016 ha (7% de la superficie sembrada), esto se debe a la alta incidencia de plagas, enfermedades, a los bajos costo por quintal y los altos precios de los insumos (Contraloría General de Panamá, 2016).

Panamá es el país del área centroamericana con mayor consumo per cápita de arroz, uno de los alimentos indispensables en la dieta del panameño. En

consecuencia, su producción tiene gran importancia social, político, económico y sobre todo, en lo relacionado con la seguridad alimentaria del país. Alrededor de 1,700 productores cultivan entre 65,000 a 70,000 hectáreas por año, con una producción cercana a los siete millones de quintales de arroz húmedo y sucio, lo que en principio hace suponer que la producción nacional podría abastecer la demanda del país (Herrera **et al.** 2009).

## 1.1 Planteamiento del problema

Panamá es considerado el país donde se consume la mayor cantidad de arroz per-cápita de América Latina, debido a esto, se convierte en el rubro más importante de la dieta diaria del panameño y la producción nacional no satisface dicha demanda. Conforme pasa la evolución de este cultivo sus procesos de producción son afectados por distintos factores y entes bióticos. Este último aspecto es evaluado mediante pruebas de la eficacia biológica de fungicidas para el manejo del Añublo de la Vaina causado por *Rhizoctonia solani* Kühn en el cultivo de arroz. *Rhizoctonia solani* Kühn en el cultivo de arroz es un patógeno que causa lesiones en tallos y hojas, cuando esto ocurre se produce la muerte del tejido y dependiendo del grado de afección se producen otros problemas como el acame de la planta y disminución en la producción. Existen algunos cultivares con tolerancia a este fitopatógeno, sin embargo, no existe ninguno con total resistencia (Rodríguez, 2001).

Actualmente, esta enfermedad se encuentra diseminada en varios países de América Latina como Brasil, Argentina, Uruguay, Venezuela, Colombia, Panamá y México (Correa, 1997).

## 1.2 Antecedentes

En 1858, Julius Kühn, uno de los fundadores de la fitopatología, dio el nombre de *Rhizoctonia solani* a un hongo que aislaba de papas infestadas. Este hongo se encuentra repartido por todo el mundo y en prácticamente todos tipos de suelos. Antes, vivía en suelos no cultivados, pero poco a poco, llegó a establecerse en muchos cultivos agrícolas y hortícolas. En la naturaleza *Rhizoctonia solani* Kühn se reproduce asexualmente y existe como micelio vegetativo, el cual forma estructuras de resistencia o esclerocios, que son masas de hifas estrechamente entrelazadas con superficies duras y resistentes. El estado sexual se conoce como *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk (Domsch **et. al.**, 1980).

De acuerdo con observaciones realizadas in vitro se determinó la habilidad que presenta el fitopatógeno para fusionar sus hifas (anastomosis), según esta característica este hongo se clasifica en grupos de anastomosis (AG), que se diferencian morfológica y fisiológicamente en rangos de hospederos, por requerimientos nutricionales, por características bioquímicas, moleculares y secuencias de ADN, habiendo descrito y caracterizado al menos 13 AG usando las reacciones de anastomosis (Carling **et. al.**, 2002).

*Rhizoctonia solani* Kühn es la especie más estudiada dentro del complejo, y la mayoría de los estudios se han basado en ese taxón. Se encuentra dividida en 14 grupos de anastomosis (AG), que se subdividen en subgrupos según caracteres morfológicos, patológicos, bioquímicos y moleculares (Laroche et al., 1992; Johnk y Jones, 1993; Liu et al., 1993; Liu y Sinclair, 1993). Este taxón puede afectar a



más de quinientos géneros de plantas superiores (Farr **et. al.**, 1989) y provocar “Damping-Off” en pasturas, lesiones necróticas en raíces, semillas y tallos, además de daños foliares (Sneh **et. al.**, 1991).

### **1.3 Justificación**

El arroz es el cereal de mayor consumo en el mundo, en nuestro país es fundamental en la dieta de los panameños. Al analizar la situación en América Latina se observa que el aumento de la producción alimentaria no ha podido mantener el ritmo de crecimiento de la población. Por otra parte en los países mayores productores de granos, las áreas aptas para la explotación de éstos tienden a mantenerse y en la mayoría de los casos a reducirse por una serie de circunstancias como lo son los procesos de producción del cultivo los cuales han introducido numerosos cambios en el manejo, promoviendo comportamientos diferentes en los entes bióticos que conforman un sistema agroecológico. Entre las alteraciones del ambiente se evidencia la manifestación de la enfermedad denominada Añublo de la Vaina causada por *Rhizoctonia solani* Kühn, (INTA, 2008).

El presente documento describe el trabajo de grado que toma en consideración la eficacia de los productos químicos y biológicos en el manejo de *Rhizoctonia solani* Kühn. Se incluirán en éste proyecto a tres fungicidas químicos, tres biológicos y un testigo absoluto.

## 1.4 Objetivos

### Objetivo General

Evaluar la eficacia biológica sobre el Añublo de la Vaina en arroz (*Rhizoctonia solani*, Kühn), con la aplicación de diferentes métodos de manejo: químicos y biológicos.

### Objetivos Específicos

- Cuantificar la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani* Kühn en el cultivo de arroz *Oryza sativa*, cultivar UP 80 FL
- Evaluar el rendimiento de la variedad UP80 respecto a los diferentes tratamientos fungicidas, expresado en kilogramos por unidad experimental.
- Determinar del porcentaje de granos vanos.
- Cuantificar la incidencia y severidad del complejo del Manchado de Grano.

## 1.5 Hipótesis

- Hipótesis alternativa Ha: existen diferencias significativas en el rendimiento de la variedad de arroz UP 80 FL, con respecto a la aplicación de los diferentes tratamientos fungicidas químicos y biológicos en el manejo de *Rhizoctonia solani* Kühn.

- Hipótesis nula  $H_0$ : no existen diferencias significativas en el rendimiento de la variedad de arroz UP 80 FL, con respecto a la aplicación de los diferentes tratamientos fungicidas químicos y biológicos en el manejo de *Rhizoctonia solani* Kühn.

## II. Revisión de Literatura

### 2.1 *Rhizoctonia solani* Kühn

El Añublo de la Vaina del arroz es causado por el hongo *Rhizoctonia solani* Kühn, el cual pertenece al grupo de anastomosis AG-1 IA. Su estado perfecto se conoce como *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk (Rosewich **et. al.**, 1999). Los síntomas de esta enfermedad se observan inicialmente sobre las vainas y luego en las hojas de las plantas afectadas. Las lesiones típicas son de forma elíptica u ovoide de color gris verdoso, las cuales se agrandan y toman una forma irregular; el centro de la lesión se torna blanco o grisáceo con un contorno marrón. En las lesiones, o cerca de éstas, se forman esclerocios, unas estructuras de resistencia del hongo que son la principal fuente de inóculo para el inicio de una epidemia de la enfermedad, ya que estos tienen la capacidad de sobrevivir en el suelo y en los residuos de cosecha. Los esclerocios son diseminados en el suelo al momento de la preparación de la siembra y posteriormente con el riego, iniciando la infección al entrar en contacto con los tallos de las plantas (Correa, 1997). Temperaturas elevadas (30° C), alta humedad relativa (más de 96%), alta densidad de siembra, macollamiento abundante y exceso de fertilización nitrogenada, son factores que favorecen el desarrollo de la enfermedad (Pérez y González, 1984). Actualmente, esta enfermedad se encuentra diseminada en varios países de América Latina como Brasil, Argentina, Uruguay, Venezuela, Colombia, Panamá y México (Correa, 1997).

### 2.2 Origen de la variedad UP 80 FL

El variedad de arroz UP 80 FL se originó de la línea designada como FL 06609-22P-5P-3P-2P-M, producto del cruce triple FL001028-8P-3-2P-1P-M-2X-3P-1P/FL03216-1P-4-3P-4P-M-1P//FL03198-9P-3-2P-1P-M-1P. Esta línea formaba parte del vivero de Observación del Fondo Latinoamericano de Arroz para Riego, VIOFLAR, 2007, cuyos materiales genéticos estaban para ese año en generación F6. Este germoplasma fue observado y evaluado en ensayos de observación, ensayos de rendimiento, pruebas regionales, en los sistemas de riego y seco, en distintas áreas arroceras del país. (Jaén, 2015)

### **2.3 Descripción de la variedad UP 80 FL**

La variedad de arroz UP 80 FL, es de ciclo vegetativo intermedio, entre 112 y 119 días a cosecha. Se le observa un buen vigor inicial, con altura intermedia, entre 111 y 117 centímetros. Tiene tallos fuertes y flexibles, lo que le da resistencia moderada al acame, con un macollamiento entre 6 a 19 hijos por planta. La panícula es intermedia, con una longitud entre 19 a 28 centímetros, con un desgranado predominante difícil. La ejerción de la panícula va de moderadamente emergida a parcialmente incluida. El grano en cáscara se presenta sin arista o arista corta (1 a 5 milímetros), su longitud esta entre los 8 a 10 milímetros, con un ancho de 3 milímetros. (Jaén, 2015).

## **2.4 Reacción a las principales enfermedades**

A través de las distintas etapas del proceso de selección, en distintas zonas arroceras de Panamá, nos permiten manifestar que, la hoy día variedad UP 80 FL, es tolerante a las principales enfermedades del arroz de importancia en el país, como la *Piricularia grisea* al follaje y al cuello de la panícula; a *Bipolaris oryzae*, al escaldado de la hoja *Gerlachia oryzae*, a la pudrición de la vaina *Sarocladium oryzae*, es moderadamente tolerante al complejo de agentes causales de manchado del grano. Presenta tolerancia a las afecciones por ataque de ácaros. (Jaén, 2015).

## **2.5 Rendimiento de grano**

La variedad UP 80 FL ha mostrado un buen potencial de rendimiento, su selección en el año 2007 resulto de su buen comportamiento agronómico, tolerancia a enfermedades y rendimiento superior a los testigos incluidos en el VIOFLAR, 2007, en el sistema de secano. La variedad ha demostrado su capacidad de rendimiento en el sistema de secano de llegar a producir 5.0 ton/ha, mientras en el sistema de riego hasta 7.0 ton/ha. (Jaén., 2015).

## **2.6 Rendimiento de molinería y calidad de grano**

A la variedad UP 80 FL se le realizó pruebas de molinería en el año 2010, tomando las muestras de los ensayos regionales, tanto en el sistema de secano

como en el riego. Los resultados obtenidos en el sistema de secado fueron de un 66.1% de rendimiento total, 53.3% de granos enteros 10.5 de granos quebrados y 3.9% de tiza, para el sistema de riego el rendimiento total fue de 69.8%, de granos enteros un 64.1%, de granos quebrados un 6.1 y 0.0% de tiza. Para el año 2015 se le efectuó la prueba de molinería a una muestra de la variedad obtenida de una prueba en riego y los resultados fueron de 71.0% de rendimiento total, un 61.5% de granos enteros, 5.0% de granos quebrados y 4.8% de tiza. La variedad presenta valores entre 1.5 y 1.9 para centro blanco. (Jaén., 2015).

### **III. Materiales y Métodos**

#### **3.1 Ubicación geográfica**

El ensayo se realizó en la parcela número 10, la cual está ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias provincia de Chiriquí, corregimiento de Chiriquí, distrito de David, a una altura de 10 msnm.

El ensayo se llevó a cabo utilizando la variedad de arroz UP 80 FL siendo el fitopatógeno de estudio *Rhizoctonia solani Kühn* (agente causal del añublo de la vaina).

#### **3.2 Ensayo de laboratorio**

Para la identificación del fitopatógeno *Rhizoctonia solani Kühn* se utilizaron muestras de plantas de arroz infestadas en el ensayo de campo. Se tomaron y analizaron 10 muestras de cada tratamiento. La identificación del fitopatógeno *Rhizoctonia solani Kühn* se llevaron a cabo en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad de Panamá.

##### **3.2.1 Observación del fitopatógeno *Rhizoctonia solani Kühn***

Para la observación del fitopatógeno se realizaron los siguientes procedimientos:

- Se tomaron muestras de plantas infestadas en 28 unidades experimentales.
- Se eliminaron la mayoría de impurezas que podrían afectar la observación del fitopatógeno en el microscopio.
- Se desinfectaron y esterilizaron las herramientas utilizadas para extraer las muestras de las plantas.



- Se utilizó el microscopio para la corroboración de la presencia del hongo *Rhizoctonia solani* Kühn.
- Se muestreo también granos de arroz afectados con el complejo de manchado de grano, para la determinación de sus agentes causales.

### **3.3 Ensayo en campo**

Planificación: en el ensayo en campo se utilizó el Diseño de Bloques al Azar con cuatro repeticiones y siete tratamientos. Se sembró en forma de chorro a una distancia de 20 cm entre hilera, las unidades experimentales tienen una dimensión de 16 m<sup>2</sup> (4m x 4m), separadas a 1.70 metros entre tratamientos y 1.5 metros entre repetición, a una densidad de siembra de 250 kg. /Ha del cultivar UP 80 FL.

Preparación del suelo: Primero se procedió a eliminar toda la vegetación existente en el terreno aplicando el herbicida sistémico a base de Glifosato, luego se hizo 2 pases cruzados de rastra.

Marcaje del ensayo: después de haber preparado el terreno se procedió a marcar las unidades experimentales (4x4 (16m<sup>2</sup>)) siendo un total del 28 unidades.

Siembra: se efectuó a 20 cms. entre hilera y 15 cms. entre planta. La densidad a utilizar será de 113.4 kg (2.5 qq./Ha), en la cual cada unidad experimental consto de 20 hileras, en cada una se distribuyó 12.7 gramos de semillas.

Fertilización: luego de finalizada la siembra se realizó una aplicación de fertilizante de formula completa (12-24-12), al voleo a razón de 136 kg/Ha (3qq/Ha). A medida

que avanzó el cultivo se hicieron aplicaciones fraccionadas de abono nitrogenado (urea al 46%), junto a abonos foliares y micronutrientes.

Manejo de malezas: el control de malezas el control de maleza se realizó de manera convencional a los 12-18 días después de la siembra. Se realizó una aplicación de la mezcla de los siguientes productos herbicidas:

Metsulfuron Metil (Ally WP) a una dosis de 2.8 g/L/Ha (controla malezas de hoja ancha) + PENDIMETALINA (PROWL 48EC) a una dosis de 2 L/Ha (herbicida residual que produce una lámina superficial en el suelo, sellando y deteniendo el desarrollo de material vegetal no deseado) + PIRAZOSULFURON-ETIL (PANIUS), a una dosis de 250 g/Ha (para el control de ciperáceas como: *Cyperus rotundus*, *Fimbristylis miliace* y *Scleria theota*) + Propanil CE (Propanil) (herbicida post emergente al arroz y de amplio espectro de acción, contra las principales malezas que afectan el cultivo, controla gramíneas, hoja ancha y ciperáceas).

Control de plagas: para ello se aplicó un PIRETROIDE (Hyperkil 25 EC), a una dosis de 500 ml/Ha, el cual controla insectos como hemípteros (*Oebalus insulares*); lepidópteras, (*Panoquina spp.*, *Mocis latipes*, *Spodoptera sp.*, *Rupella albinella* y *Diatraea sp.*); ortópteros (*Conocephalus spp* y *Phlugis spp*); y coleópteros (*Phyllophaga spp* y *Eutheola bidentata*). Se realizó una combinación del insecticida PIRETROIDE con un insecticida-acaricida; BENZOILUREA TEFLUBENZURON (Nomolt 15 SC) a una dosis de 500 ml/Ha, controla plagas como: lepidópteros, coleópteros y el ácaro *Steneotarsonemus pinki*.

### **3.4 Producción de *Rhizoctonia solani* Kühn**

El fitopatógeno se manifestó naturalmente en la parcela, no se hizo ningún tipo de inoculación en laboratorio, ya que los antecedentes de la parcela demostraban que en el pasado había tenido incidencia de *Rhizoctonia solani* Kühn. Los primeros indicios de afectación se manifestaron a los 40 DDS.

**3.5. Cuadro 1.** Actividades realizadas en la parcela de ensayo según la fase del cultivo

Fase de Desarrollo	Fecha	Actividades
Fase Vegetativa	16 de agosto	Preparación del terreno para la siembra del cultivo de arroz ( <i>Oryza sativa</i> ).
	17 de agosto	Marcación del terreno
	23 de agosto	Siembra y abonamiento del terreno con abono completo 12-24-12, en la cual se utilizó 11.06 kilogramos de abono por unidad experimental.
	25 de agosto	Aplicación de herbicida paraquat
	4 de septiembre	Aplicación de herbicidas para el control de malezas de hoja ancha y hoja angosta. (Mezcla utilizada: Panius, Metsulfuron, Prowl, Propanil.)
	12 de septiembre	Control cultural de maleza e instalación de letreros en los tratamientos para su debida identificación.
	17 de septiembre	Primera aplicación de los fungicidas: Custom Bio, Mai 007 SL, Bendazim 50 SC, Jewel 25 EC, Tilt 25 EC, Timorex Gold 22.3 EC (25 dds)
	22 de septiembre	Primera aplicación de Urea (30 dds)
	28 de septiembre	Limpieza cultural para el control de malezas
	3 de octubre	Limpieza cultural para el control de malezas
	7 de octubre	Segunda aplicación de Urea (45 dds)
	10 de octubre	Limpieza mecánica contra el control de malezas
	12 de octubre	Segunda aplicación de los fungicidas: Custom Bio, Mai 007 SL, Bendazim 50 SC, Jewel 25 EC, Tilt 25 EC, Timorex Gold 22.3 EC (50 dds)
	16 de octubre	Recolección de muestras e identificación del patógeno <i>Rhizoctonia solani Kühn</i> al microscopio
	18 de octubre	Aplicación del insecticida Abulos (56 dds)
22 de octubre	Tercera aplicación de Urea (60dds)	
Fase reproductiva	31 de octubre	Limpieza mecánica para el control de malezas
	12 de noviembre	Tercera aplicación de los fungicidas: Custom Bio, Mai 007 SL, Bendazim 50 SC, Jewel 25 EC, Tilt 25 EC, Timorex Gold 22.3 EC (81 dds)
	16 de noviembre	Limpieza mecánica para el control de malezas
	30 de noviembre	Recolección de muestras e identificación del patógeno <i>Rhizoctonia solani Kühn</i> al microscopio
	1 de diciembre	Recolección de muestras e identificación del patógeno <i>Rhizoctonia solani Kühn</i> al microscopio

Fase de maduración	8 de diciembre	Recolección de muestras e identificación del patógeno <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn al microscopio
	13 de diciembre	Cosecha del cultivo de arroz ( <i>Oryza sativa</i> )
	14 de diciembre	Limpieza, pesado de los granos de arroz y determinación del porcentaje de humedad.
	15 de diciembre	Análisis y muestreo de los granos cosechados para la evaluación del manchado de grano ( <i>Bipolaris oryzae</i> , <i>Fusarium spp</i> , <i>Curvularia spp</i> ).

### 3.6 Metodología de investigación

Inicialmente se presentan las escalas de evaluación utilizadas para la incidencia y severidad del fitopatógeno *Rhizoctonia solani* Kühn.

#### Parámetros a evaluar:

- A. Incidencia y severidad del agente causal del Añublo de la Vaina durante el desarrollo de la variedad UP80, (Cuadro 6, Cuadro 10).
- **Cuadro 2.** Escala de evaluación de severidad del patógeno *Rhizoctonia solani* Kühn en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*)

0	Sin infección ni lesión visible
1	Lesiones en la vaina hasta $\frac{1}{4}$ de la altura de la macolla (ADM)
3	Lesiones en la vaina hasta $\frac{1}{2}$ de ADM
5	Lesiones sobre $\frac{1}{2}$ ADM, con ligera infección en hojas inferiores (3 <sup>a</sup> y 4 <sup>a</sup> hojas)
7	Lesiones sobre $\frac{3}{4}$ ADM, con severa infección en hoja bandera y secundarias
9	Lesiones que alcanzan el extremo superior de la macolla con infección grave en todas las hojas.

Fuente: Standard Evaluation System for Rice, IRRI

B. Efecto en el rendimiento de la variedad UP80 de los diferentes tratamientos fungicidas, respecto a la incidencia y severidad del agente causal del Añublo de la Vaina, expresado en kilogramos por unidad experimental. (Cuadro 14).

C. Determinación del porcentaje de granos vanos después de la cosecha de los diferentes tratamientos. (Cuadro 17)

D. **Cuadro 3.** Escala de evaluación del manchado de grano.

Agentes causales: *Bipolaris oryzae*, *Fusarium sp.*, *Curvularia sp.*

0	No incidencia
1	Mayor a 1%
3	Incidencia de 1-5%
5	Incidencia de 6-25%
7	Incidencia de 25-50%
9	Incidencia de 51-100%

(Fuente: Standard Evaluation System for Rice)

En este cuadro nos presenta una escala de evaluación para los agentes causales del complejo denominado como Manchado de grano.

E. Cuantificar la incidencia y severidad del complejo del Manchado de Grano.

(Cuadro 20).

## Tratamientos:

La distribución aleatoria de los tratamientos se describe en el Cuadro 4, así:

**Cuadro 4.** Croquis del ensayo

A	1	5	2	6	3	7	4
B	2	6	3	7	4	1	5
C	3	7	4	1	5	2	6
D	4	1	5	2	6	3	7

TRATAMIENTOS

- MAI 0075 SL
- TIMOREX GOLD 22.3 EC
- CUSTOM-BIO
- TILT 25 EC
- BENDAZIM 50 SC
- JUWEL 25 EC
- Testigo

Los tratamientos se aplicaron de acuerdo a las recomendaciones del producto o casa comercial y acorde a la incidencia del agente causal del Añublo de la Vaina *Rhizoctonia solani* Kühn. (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Descripción de los tratamientos fungicidas, ingrediente activo, modo de acción, período de aplicación y dosis.

Tratamiento (fungicida)	Descripción de I.A	Modo de acción	Periodo de aplicación	Dosis
CUSTOMBIO (GP)	GP: ( <i>Trichoderma viride</i> , <i>T. koningii</i> , <i>T. harzianum</i> , <i>T. polysporum</i> ).	Inhíbe el crecimiento de patógenos a través de antibióticos producidos por el género <i>Trichoderma</i>	Con la aplicación de pre (1-3 dds.) y post (18-20 dds.) de los herbicidas.	1 lt./Ha
CUSTOMBIO (B5)	B5 ( <i>Bacillus subtilis</i> , <i>B. laterosporus</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>B. pumilus</i> ).	Actúa inhibiendo la germinación de las esporas y el crecimiento micelial de los hongos patógenos.		
MAI 007, 5 SL.	Fermentación de la bacteria <i>Streptomyces hygroscopicus</i>	Pertenece a un grupo llamado antimetabolitos. Los antimetabolitos son el inhibidor del metabolismo del patógeno. La presencia de antimetabolitos afecta el metabolismo del crecimiento celular y la división celular de los patógenos	45-50 ddd 5% floración	Preventivo: 600-700 ml/Ha  Curativa: 750-800 ml/Ha
TIMOREX GOLD 22,3 EC	Aceite del árbol de té <i>Melaleuca alternifolia</i>	Suprime colonias de hongos patógenos y evita la germinación de esporas.	40-45 ddd	0.8 lt./Ha.
JUWEL 25 EC	Kresoxim Methil + Epoxiconazole	Inhibidores de la biosíntesis del esterol en la membrana + inhibidor de la respiración	Período de embuchamiento o inicio de la floración	600cc/Ha
TILT 25 EC	Triazol, Propiconazole	Inhibidores de la biosíntesis del esterol en la membrana + inhibidores de la mitosis y la división celular.	Período de embuchamiento o	0.5lit./Ha
BENDAZIM 50 EC	Carbendazim	Inhibidores de la mitosis y la división celular	Período de embuchamiento o inicio de la espiga, dos aplicaciones con intervalo de 10-15 días.	0.5-1.0lit./Ha PC
Testigo	Sin tratamiento			



#### IV. Resultados y Discusión

Utilizando la escala de evaluación para incidencia y severidad del agente causal del Añublo de la Vaina *Rhizoctonia solani* Kühn, (Cuadro 2) podemos observar en el Cuadro 6, la primera evaluación efectuada a los 40 días después de siembra (dds). Por lo general, la mayoría de los tratamientos en los que fueron utilizados fungicidas mantuvieron un nivel bajo de infestación, al contrario del testigo que presento mayor infestación.

**Cuadro 6.** Datos de la evaluación de la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani* Kühn, en el cultivar UP 80 FL, a los 40 días después de siembra (dds). Valores acorde a la escala de evaluación.

Tratamientos	Bloque1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
T1Mai 007 SL	1	0	0	1
T2Bendazim 50 SC	1	1	1	1
T3Timorex Gold 22.3 EC	0	0	0	0
T4Juwel 25 EC	0	1	1	3
T5CustomBio	0	0	0	1
T6 Tilt 25 EC	1	1	1	1
T7 Testigo	3	3	3	3

**Cuadro 7.** Datos de la evaluación de la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani* Kühn, en el cultivar UP 80 FL, a los 40 días después de siembra (dds). Valores transformados a raíz cuadrada.

Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
T1 Mai 007 SL	1	0	0	1
T2 Bendazim 50 SC	1	1	1	1
T3 Timorex Gold 22.3 EC	0	0	0	0
T4 Juwel 25 EC	0	1	1	1.73
T5 CustomBio	0	0	0	1
T6 Tilt 25 EC	1	1	1	1
T7 Testigo	1.73	1.73	1.73	1.73

En el Cuadro 7 se observan los datos de la primera evaluación transformados a raíz cuadrada, los cuales son utilizados para el análisis de varianza (ANOVA) y la comparación de medias de Duncan.

**Cuadro 8.** Análisis de varianza de la evaluación de la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani* Kühn, en el cultivar UP 80 FL, a los 40 días después de siembra (dds). Datos de raíz cuadrada ANOVA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
BLO	3	0.79852500	0.26617500	1.94 <sup>ns</sup>	0.1589
TRA	6	7.95973571	1.32662262	9.68 <sup>**</sup>	<.0001
Error	18	2.46615000	0.13700833		
Corregido Total	27	11.22441071			
C.V= 47.87% R <sup>2</sup> = 0.7802					

ns= no significativo, \*= diferencia significativa, \*\*=diferencia altamente significativa

En el análisis de varianza en la lectura de los 40 DDS se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos (<.0001). Un coeficiente de variación de 47.87% y un coeficiente de determinación de 0.7802 el cual nos indica que un 78% de los datos se ajusta a la línea de regresión.

**Cuadro 9.** Comparación de medias de la evaluación de la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani* Kühn, en el cultivar UP 80 FL, a los 40 días después de siembra (dds). Según la comparación de medias de Duncan.

Comparación de medias de Duncan	Tratamientos
A 1.7300	7 testigo
B 1.0000	6 Tilt 25 EC
B 1.0000	2 Bendazim 50 SC
B 0.9325	4 Juwel 25 EC
C B 0.5000	1 Mai 007 SL
C 0.2500	5 Custom Bio
C 0.0000	3 Timorex Gold 22.3 EC

En esta primera lectura (Cuadro 9), observamos que los tratamientos 7, 6 y 2 presentaron lesiones en la vaina hasta ¼ de la altura de la macolla (ADM). Y los tratamientos 4, 1 y 5 obtuvieron una lectura menor de incidencia y severidad y finalmente, el tratamiento 3 que no tuvo ninguna incidencia, el cual no registra diferencias significativas con los otros dos tratamientos biológicos.

**Cuadro 10.** Datos de la evaluación de la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani Kühn*, en el cultivar UP 80 FL, a los 70 días después de siembra (dds). Valores acorde a la escala de evaluación.

Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque4
T1 Mai 007 SL	3	1	1	3
T2 Bendazim 50 SC	3	3	5	3
T3 Timorex Gold 22.3 EC	0	1	1	1
T4 Juwel 25 EC	3	3	3	5
T5 CustomBio	1	0	1	3
T6 Tilt 25 EC	3	3	5	3
T7 Testigo	7	7	9	7

**Cuadro 11.** Datos de la evaluación de la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani Kühn*, en el cultivar UP 80 FL, a los 70 días después de siembra (dds). Valores transformados a raíz cuadrada.

Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
T1 Mai 007 SL	1.73	1	1	1.73
T2 Bendazim 50 SC	1.73	1.73	2.23	1.73
T3 Timorex Gold 22.3 EC	0	1	1	1
T4 Juwel 25 EC	1.73	1.73	1.73	2.23
T5 CustomBio	1	0	1	1.73
T6 Tilt 25 EC	1.73	1.73	2.23	1.73
T7 Testigo	2.64	2.64	3	2.64

**Cuadro 12.** Análisis de varianza de la evaluación de la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani* Kühn, en el cultivar UP 80 FL, a los 70 días después de siembra (dds) ANOVA. Valores transformados a raíz cuadrada.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
BLO	3	0.81621071	0.27207024	1.85 <sup>ns</sup>	0.1736
TRA	6	10.76942143	1.79490357	12.23 <sup>**</sup>	<.0001
Error	18	2.64106429	0.14672579		
Corregido	27	14.22669643			
Total					
C.V= 23.63% R <sup>2</sup> 0.8143					

**ns= no significativo, \*= diferencia significativa, \*\*=diferencia altamente significativa**

En el análisis de varianza se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos (<.0001), un coeficiente de variación de 23.63%, y un coeficiente de determinación de 0.8143 el cual nos indica que un 81% de los datos se ajusta a la línea de regresión.

**Cuadro 13.** Comparación de medias de la evaluación de la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani Kühn*, en el cultivar UP 80 FL, a los 70 días después de siembra (dds). Según la comparación de medias de Duncan.

Comparación de medias de Duncan	Tratamientos
A 2.7300	7 testigo
B 1.8550	6 Tilt 25 EC
B 1.8550	4 Jewel 25 EC
B 1.8550	2 Bendazim 50 SC
C B 1.3650	1 Mai 007 SL
C D 0.9325	5 Custom Bio
D 0.7500	3 Timorex Gold 22.3 EC

En la segunda lectura (Cuadro 13), observamos que el testigo mantiene los valores de incidencia y severidad más elevados, seguidos por los tratamientos químicos que registran valores con una afectación hasta  $\frac{1}{4}$  de ADM (Altura de la Macolla). Y finalmente los fungicidas biológicos que presentaron los mejores valores de protección.

**Cuadro 14.** Rendimiento expresado en kilogramos por tratamiento al 14% de humedad.

Rendimiento expresado en kilogramo/tratamiento al 14% de humedad				
Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
T1 Mai 007 SL	2.403	2.718	2.766	2.272
T2 Bendazim 50 SC	2.095	1.667	1.679	2.012
T3 Timorex Gold 22.3 EC	2.371	2.690	2.650	2.935
T4 Jewel 25 EC	2.000	1.358	1.978	2.112
T5 CustomBio	2.437	2.310	2.691	2.330
T6 Tilt 25 EC	2.529	2.216	1.956	1.852
T7 Testigo	1.203	1.758	1.256	1.354

**Cuadro 15.** Análisis de varianza de la evaluación del rendimiento en kilogramos por tratamiento al 14%

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
BLO	3	0.00848529	0.00282843	0.04 <sup>ns</sup>	0.9902
TRA	6	4.93720300	0.82286717	10.75 <sup>**</sup>	<.0001
Error	18	1.37781071			
Corregido	27	6.32349900			
Total					
C.V= 12.99% R <sup>2</sup> 0.7821					

**ns= no significativo, \*= diferencia significativa, \*\*=diferencia altamente significativa**

El análisis de varianza (ANOVA) del Cuadro 15 presenta diferencias altamente significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 12.99% y un coeficiente de determinación de 0.7821 el cual nos indica que un 78% de los datos se ajusta a la línea de regresión.

**Cuadro 16.** Comparación de medias del rendimiento en kilogramos por tratamiento al 14% de humedad, en el cultivar UP 80 FL. Según la comparación de medias de Duncan.

Comparación de medias de Duncan	Tratamientos
2.6615 A	3 Timorex Gold 22.3 EC
2.5398 B A	1 Mai 007 SL
2.4420 B A	5 Custom Bio
2.1383 B C	6 Tilt 25 EC
1.8633 C	2 Bendazim 50 SC
1.8620 C	4 Juwel 25 EC
1.3928 D	7 testigo

Entre los tratamientos que presentaron un mejor rendimiento se encuentran los que fueron tratados con los productos biológicos (5, 1 y 3), el tratamiento 6 obtuvo valores cercanos a los tratamientos biológicos. Los tratamientos 2, 4 y 7 registraron los valores más bajos en cuanto a este parámetro de evaluación.

**Cuadro 17.** Porcentaje de granos vanos

Porcentaje de Granos Vanos				
Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
T1 Mai 007 SL	12.4	16.8	16.3	19.5
T2 Bendazim 50 SC	27.1	24.7	28.2	21.6
T3 Timorex Gold 22.3 EC	10.3	11.6	15.5	12.8
T4 Juwel 25 EC	19.8	19.5	24.3	29.1
T5 CustomBio	16.5	12.3	14.5	15.7
T6 Tilt 25 EC	22.5	18.1	27.6	23.9
T7 Testigo	30.2	50.2	35.3	45.9

**Cuadro 18.** Análisis de varianza en la evaluación del porcentaje de granos vanos

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLO	3	70.230000	23.410000	1.14 <sup>ns</sup>	0.3598
TRA	6	2108.542143	351.423690	17.11 <sup>**</sup>	<.0001
Error	18	369.715000	20.539722		
Total correcto	27	2548.487143			

C.V= 20.39%  $R^2 = 0.8549$

**ns= no significativo, \*= diferencia significativa, \*\*=diferencia altamente significativa**

Al efectuar el ANOVA nos muestra que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 20.39% y un coeficiente de determinación de 0.8549 el cual nos indica que un 85% de los datos se ajusta a la línea de regresión.

Procediendo a efectuar la comparación de medias de Duncan, obteniendo los resultados plasmados en el Cuadro 19, como sigue:



**Cuadro 19.** Comparación de medias del porcentaje de granos vanos, en el cultivar UP 80 FL. Según la comparación de medias de Duncan.

Comparación de medias de Duncan	Tratamientos
40.40 A	7 Testigo
25.40 B	2 Bendazim 50 SC
23.17 C B	4 Juwel 25 EC
23.02 C B	6 Tilt 25 EC
16.25 C D	1 Mai 007 SL
14.75 D	5 Custom Bio
12.55 D	3 Timorex Gold 22.3 EC

Se puede indicar, respecto al porcentaje de granos vanos, que se encuentran encabezados por los tratamientos 7, 2, 4, 6, los cuales fueron los que más granos vanos registraron. A diferencia de los productos 1, 5 y 3 que presentaron valores bajos en cuanto al vaneo de granos.

**Cuadro 20.** Datos de la evaluación de la incidencia y severidad de Manchado de grano, en el cultivar UP 80 FL. Valores acorde a la escala de evaluación.

Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
T1 Mai 007 SL	5	3	5	3
T2 Bendazim 50 SC	5	3	5	5
T3 Timorex Gold 22.3 EC	5	5	3	5
T4 Jewel 25 EC	3	5	5	3
T5 CustomBio	3	3	3	3
T6 Tilt 25 EC	5	3	5	3
T7 Testigo	5	5	7	9

Para la evaluación del complejo de manchado de grano se utilizó la escala del Sistema de Evaluación Estándar para Arroz, presentada en el Cuadro 3. (Los patógenos observados en este complejo de hongo fueron: *Bipolaris oryzae*, *Fusarium sp.*, *Curvularia sp*)

**Cuadro 21.** Datos de la evaluación del complejo Manchado de grano, en el cultivar UP 80 FL. Valores transformados a raíz cuadrada.

Tratamientos	Bloque1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
T1 Mai 007 SL	2.23	1.73	2.23	1.73
T2 Bendazim 50 SC	2.23	1.73	2.23	2.23
T3 Timorex Gold 22.3 EC	2.23	1.73	2.23	1.73
T4 Jewel 25 EC	1.73	2.23	2.23	1.73
T5 CustomBio	1.73	1.73	1.73	1.73
T6 Tilt 25 EC	2.23	2.23	1.73	2.23
T7 Testigo	2.23	2.23	2.64	3.00

**Cuadro 22.** Análisis de varianza de la evaluación del Manchado de grano, en el cultivar UP 80 FL. ANOVA, en base a los datos transformados a raíz cuadrada.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr> F
BLO	3	0.15041429	0.05013810	0.65 <sup>ns</sup>	0.5929
TRA	6	1.39337143	0.23222857	3.01*	0.0322
Error	18	1.38748571	0.07708254		
Corregido	27	2.93127143			
Total					
C.V= 13.49% R <sup>2</sup> = 0.5266					

ns= no significativo, \*= diferencia significativa, \*\*=diferencia altamente significativa

En este ANOVA se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (0.0322), se obtuvo un coeficiente de variación de 13.49% y un coeficiente de determinación de 0.5266 el cual nos indica que un 52% de los datos se ajusta a la línea de regresión.

**Cuadro 23.** Comparación de medias de la evaluación de la incidencia y severidad de Manchado de grano, en el cultivar UP 80 FL. Según la comparación de medias de Duncan, en base a los datos transformados a raíz cuadrada.

Comparación de medias de Duncan	Tratamientos
A 2.5250	7 testigo
B A 2.1050	2 Bendazim 50 SC
B A 2.1050	6 Tilt 25 EC
B 1.9800	4 Jewel 25 EC
B 1.9800	1 Mai 007 SL
B 1.9800	3 Timorex Gold 22.3 EC
B 1.7300	5 Custom Bio

Para la evaluación del complejo de hongo Manchado de Grano se determina que los tratamientos 7, 2 y 6 se encuentran con una incidencia entre 1-5%, mientras que los tratamientos 4, 1, 3 y 5 tienen una incidencia mayor a 1% (según la escala de evaluación. Cuadro 3).

## Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos y basándonos en los objetivos de la investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

Se logró evaluar la efectividad de productos biológicos y químicos para el control del añublo de la vaina *Rhizoctonia solani Kühn* en la cual los productos biológicos obtuvieron los índices más bajos en cuanto a incidencia y severidad del añublo de la vaina.

En las dos lecturas que se hicieron de *Rhizoctonia solani Kühn* la que tuvo mayor cuantificación en cuanto a incidencia y severidad por planta fue a los 70 DDS y tanto en la lectura de 40 días y 70 días el tratamiento que obtuvo el mayor valor fue el testigo absoluto. Siendo los mejores tratamientos los productos biológicos, seguido de cerca por los tratamientos químicos.

Se presentaron diferencias significativas en el rendimiento expresado en kilogramos por tratamiento al 14% de humedad. Siendo los tratamientos de productos biológicos los que presentaron un mayor rendimiento (*Melaleuca alternifolia*, *Streptomyces hirsutus*, *Trichoderma* spp. + *Bacillus* spp.), seguidos por los productos químicos (Propiconazole, Carbendazim, Kresoxim Methil + Epoxiconazole) y finalmente el testigo absoluto con el rendimiento más bajo.

En la determinación del porcentaje de granos vanos se registró al testigo absoluto con el mayor valor de vaneamiento, luego se encuentran los productos químicos con un valor intermedio (Carbendazim, Kresoxim Methil + Epoxiconazole, Propiconazole) y finalmente los productos biológicos un porcentaje menor (Streptomyces higroscopicus, Trichoderma spp. + Bacillus spp., Melaleuca alternifolia)

En la evaluación de incidencia y severidad del complejo del Manchado de Grano, el testigo absoluto presenta el valor más alto de afección a las glumas, seguido de dos de los tratamientos químicos Carbendazim y Propiconazole, siendo los mejores tratamientos Kresoxim Methil + Epoxiconazole, Streptomyces higroscopicus, Melaleuca alternifolia y el que obtuvo el valor más bajo fue el compuesto biológico a base de Trichoderma spp. + Bacillus spp.

## Recomendaciones

Efectuar esta prueba de eficacia biológica utilizando otras variedades de arroz para evaluar su comportamiento en el control de *Rhizoctonia solani* Kühn.

Continuar con otras pruebas enfatizando en los productos biológicos más promisorios para el control de *Rhizoctonia solani* Kühn.

Evaluar la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani* Kühn con los mejores tratamientos bajo el sistema de siembra de arroz por fangueo.

Aplicar de manera alternada los mejores tratamientos fungicidas de esta prueba en un programa de manejo basándose en las etapas fenológicas del cultivo, iniciando con los productos biológicos complementados en la fase final del cultivo con los productos químicos.

## Bibliografía

- ANGUIZ, J. R; MARTIN, C. 1990. Caracterización y patogenicidad de *Rhizoctonia solani* Kühn que afecta a la papa en tres zonas ecológicas del Perú. *Fitopatología* 25: 16-22.
- ARNDT, C. J. 1953. Evaluation of fungicides as protectants of cotton seedlings by infection by *Rhizoctonia solani*. *Plant Disease Reporter* 37 (7) 397-400.
- BOOSALIS, M. G; SCHAREN, A, L. 1959. Methods for microscopic detection of *Aphanomyces euteiohes* and *Rhizoctonia solani* associated with plants debris. *Phytopathology* 49: 192-198.
- CARLING, D; KUNINAGA, S; BRAINARD, K. 2002. Hyphal anastomosis reactions, rDNA-Internal Transcribed Spacer Sequences, and virulence levels among subsets of *Rhizoctonia solani* Anastomosis Group-2 (AG-2) and AG-BI. *Phytopathology*.92 (1):43-50.
- CORREA, F.J. 1997. Principales enfermedades del Arroz. EN: MIP en arroz. Manejo integrado de plagas. Artrópodos, enfermedades y malezas. Fundación Polar Venezuela, FEDEARROZ Colombia, FLAR, CIAT. Caracas, Venezuela. P. 123-141.
- CROSSAN, D. F. 1969. Field and greenhouse studies on the effects of plant amendments on *Rhizoctonia solani* hypocotyl rot of snap bean. *Plant disease reporter* 53 (3): 227-231.
- DÍAZ MÉNDEZ, R. D. 1976. Control químico de la podredumbre del cuello de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) causada por *Rhizoctonia solani* Kühn. Tesis Ing. Agrón. Santo domingo. UASD. 95 pág.
- DÍAZ POLANCO, C. 1968. Virulencia de cepas de *Rhizoctonia solani* Kühn obtenidas de semillas de caraota (*Phaseolus vulgaris*). *Agronomía tropical*. Venezuela. 18 (4): 475-479.
- DODMAN, R. L; BARKER, K. R; WALKER, J. C. 1968. A detailed study of the different modes of penetration by *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 58 (9): 1271-1276.
- DOMSCH, K. H., GAMS, W. Y ANDERSON, T-H. 1980. Compendium of soil fungi. Vol 1. Academic Press. New York. p. 795-809.



- EL ZARKA, A. M. 1965. Studies on *Rhizoctonia solani* Kühn, the cause of black scurf disease of potato. Wageningen, Nederland, Medellingen van de Landbouwhogeschool. 73 pág.
- FARR, D. F.; BILL, S. G.; CHAMURIS, G. P.; ROSSMAN, A. Y. 1989. Fungi on Plants and Plant Production in the United States. Minnesota, EE.UU. APS Press Inc.
- HAYMAN, D.S. 1968. The role of cotton and bean seed exudate in pre emergence infection by *Rhizoctonia solani* Kühn. Dissertation Abstracts 29 (1): 10.
- HERRERA, D. PRADO, M. LÓPEZ, H. VILLANUEVA, G. 2009. Plan de acción para la competitividad de la cadena de arroz de Panamá: hacía un mecanismo de reconocimiento de la calidad. IICA-MIDA. San José, C.R.: IICA, 79.
- INBAR, M. 1968. Effect of *Bacillus subtilis* on growth and Sclerotium formation by *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 58 (7): 933-938.
- INEC, Panamá. 2017. INEC: Contraloría General de la República de Panamá, Instituto Nacional de Estadística y Censo (en línea, sitio web). Consultado 14 mayo 2017. Disponible en: [https://www.contraloria.gob.pa/inec/Publicaciones/Publicaciones.aspx?ID\\_SUBCATEGORIA=11&ID\\_PUBLICACION=449&ID\\_IDIOMA=1&ID\\_CATEGORIA=4](https://www.contraloria.gob.pa/inec/Publicaciones/Publicaciones.aspx?ID_SUBCATEGORIA=11&ID_PUBLICACION=449&ID_IDIOMA=1&ID_CATEGORIA=4)
- INTA, IDA y PLAN NACIONAL DE ALIMENTOS. (2016). MANUAL DE RECOMENDACIONES TECNICAS CULTIVO DE ARROZ. CULTIVO, Costa Rica. PAG. 9-60.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (IRRI). (2002). STANDARD EVALUATION SYSTEM FOR RICE (SES). 56 pág.
- JAÉN, A. E. 2015. Programa de mejoramiento genético de arroz, Chiriquí, Panamá. Nuevo cultivar de arroz UP 80 FL. 4 pág.
- JOHN, J. S. & R. K. JONES. 1993. Differentiation of Population of AG-2-2 of *Rhizoctonia solani* by Analysis of Fatty Acids. EE.UU. Phytopathology 83:278-283.
- KAISER, W.J. 1970. *Rhizoctonia* stem canker disease of mungbean (*Phaseolus vulgaris*) in Irán. Plant disease reporter 54 (3): 246-250.

- LAROCHE, J. P.; S. JABAJI-HARE; P. M. 1992. Charest Differentiation of Two Anastomosis Groups of *Rhizoctonia solani* by Isozyme Analysis. EE.UU. Phytopathology 82:1387-1393.
- LIU, Z. L.; SINCLAIR, J. B.; W. CHEN. 1992. Genetics Diversity of *Rhizoctonia solani* Anastomosis Group 2. EE.UU. Phytopathology 82:778-787.
- LIU, Z. L.; SINCLAIR, J. B. 1993. Differentiation of Intraspecific Groups Within Anastomosis Group I of *Rhizoctonia solani* Using Ribosomal DNA Internal Transcribed Spacer and Isozyme Analysis. EE.UU, Canadá. Plant pathol. 12:376-382.
- MANNING, W. J. 1969. Effects of snap bean and oat straw amendments and their associated microflora on *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 59: 400-401.
- PAPAIVIZAS, G. C. 1968. Survival of root-infecting fungi in soil. VIII. Distribution of *Rhizoctonia solani* in various physical fractions of naturally and artificially infested soils. Phytopathology 58 (6): 746-751.
- PARMETER J. R. 1970. *Rhizoctonia solani* Biology and pathology. University of California Press. Los Angeles. 243 pág.
- PRADO, G. A; CORREA. F; ARICAPA, M. G; ESCOBAR, F. 2001. Caracterización preliminar de la resistencia de germoplasma de arroz al añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani* Kühn) (en línea). Foro Arroceros Latinoamericano / Mayo 2001. Sección de Patología. Consultado 14 mayo 2017. Disponible en: [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8341/Redaccion\\_de\\_referencias\\_bibliograficas\\_quinta\\_edicion.pdf](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8341/Redaccion_de_referencias_bibliograficas_quinta_edicion.pdf)
- RODRÍGUEZ, N. 2001. Evaluación de la erosión cualitativa de la semilla de arroz (*Oryza sativa* L.) en el sistema de producción de semillas certificadas en Portuguesa. Tesis de MSc. Maracay, Venezuela. UCV FAGRO. 56 p.
- SCHULZ, F. A. y BATEMAN, D. F. 1969. Temperature response of seeds during the early phases of germination and its relation to injury by *Rhizoctonia solani* Kühn. Phytopathology 59: 352-355.
- SNEH, B.; L. BURPEE; A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* species, The American Phytopathological Society. EE.UU. APS Press.

- VAN ETEN, H. D. y BATEMAN, D. F. 1970. Isolation of phaseollin from *Rhizoctonia*-infected bean tissue. *Phytopathology* 60 (2): 385-386.
- WEIGLE, J. L. 1970. Interaction of snap bean and *Rhizoctonia solani*. In bean improvement cooperative. Annual report no. 13. 66 pág.
- WEIGLE, J. L. 1970. Screening for resistance to *Rhizoctonia solani* in *Phaseolus vulgaris*. *Plant disease reporter* 54 (1): 40-44.

## ANEXOS



I. Preparación del terreno: marcado y siembra de la variedad UP 80 FL



II. 6 (dds) ya es visible la germinación de la semilla de arroz (*Oryza sativa*)



III. 14 (dds) la planta de arroz ha alcanzado una altura promedio de 3.75 centímetros.



IV. Limpieza manual de los caminos



V. Rotulación de las parcelas



VI. Detección de la *Rhizoctonia solani* Kühn a los 40 (dds)



VII. Aplicación de los productos fungicidas en el cultivo de arroz



VIII. Limpieza mecánica de los caminos



IX. Detección de *Rhizoctonia solani* Kühn a los 40 y 70 (dds)

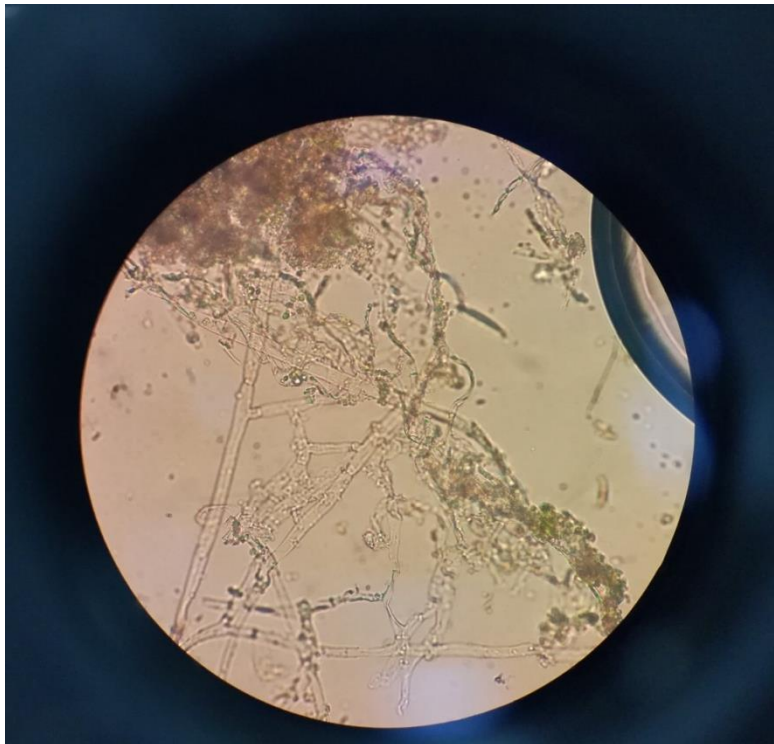


X. Vista aérea de la parcela de la prueba de eficacia biológica de los tratamientos fungicidas.





XI. Parcela N° 10 - Terrenos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.



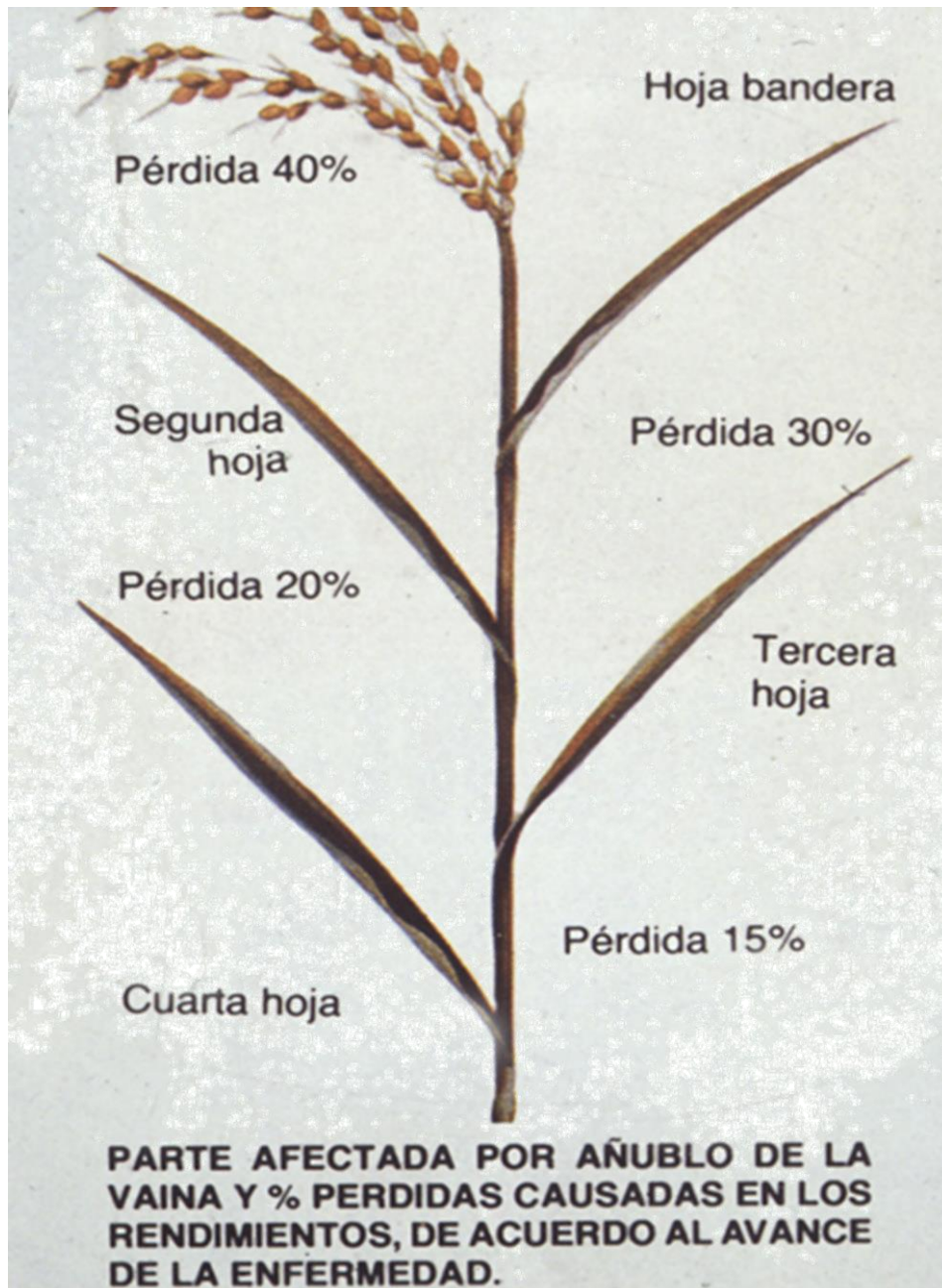
XII. Micelio de *Rhizoctonia solani* Kühn observado al microscopio



XIII. Cosecha de las unidades experimentales del ensayo de fungicidas.



XIV. Escala de evaluación del Complejo del Manchado de Grano.



XV. Porcentaje de pérdida en la planta causado por *Rhizoctonia solani* Kühn en el cultivo del arroz.

## Datos de precipitación pluvial 2017

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1		0	0	0	3	0	0,5	0	15,5			
2		0	0	16	27	0	12	0	0	84		
3		0	0	0	0	7	7	0	18	5	27,5	0,5
4		0	0	0	8,8	4	3	14	9	102,5		
5		0	0	0	0	2	0			7,5	48	
6		0	0	0	103,5	3	12	7,5	22	2	0,5	1
7		0	0	0	4,5	26,5	34	2	50	0	15,5	
8		0	0	0	16	22,5	0	31	14	0	9,5	27
9		0	0	0	17	7,5	32	2,5	0	33	24,5	
10		0	0	0	1	0	21	7	14	0	7	25
11		0	0	0	63	0,5	3		5	0	4	4
12		0	0	0	7	15,5	5,5	60	6,5	0	1	1
13		0	0	0	0	9,5	7	0	28	0		
14		0	0	0	0	3	1	2	7,5	0	142	
15		0	4	0	0	57,5	27,5	4	6	0	24	
16	28	0	0	0	0	2,5	4,5	0	8,5	0		
17	0	0	0	16	0	1	4	0	3,5	0	0,5	
18	0	0	0	1,5	13,5	4,5			1	76		
19	0	0	0	53	1,5		10,2		0	0	11,5	
20	0	0	0	0	12,5	25,5	0,5	39	48	0		
21	0	0	0	0	0	0	5	0	0,5	27		
22	0	0,05	0	0	0	0	18,5	0	0	12	8	
23	0	17	0	0	1	0	35	37	6		76	
24	0	0	0	0	3	27,5	0	0,5	0	79	40	
25	0	0	0	1,5	0,6	5	25	3	84	0	9	
26	0	0	4	4,5	0	2,5	43	0	3	6	11	
27	0	0	0,2	0	11	11,5	0	1,5	4	1,5	1,5	
28	0	0	0	30,5	0,5	26,5	22,5	42	4	0	17,5	
29	0	0	0	1	17	0	0	12		2		
30	0	0	3	0	4	2	0	6	5	6	8	
31	0		1		3,5			0		1,5		25,5
<b>Total</b>	<b>28,00</b>	<b>17,05</b>	<b>12,20</b>	<b>124,00</b>	<b>318,90</b>	<b>267,00</b>	<b>333,70</b>	<b>271,00</b>	<b>363,00</b>	<b>445,00</b>	<b>486,50</b>	<b>84,00</b>
<b>Prom</b>	<b>1,75</b>	<b>0,61</b>	<b>0,39</b>	<b>4,13</b>	<b>10,63</b>	<b>9,21</b>	<b>11,51</b>	<b>10,04</b>	<b>12,96</b>	<b>15,34</b>	<b>23,17</b>	<b>12,00</b>
<b>Max</b>	<b>28,00</b>	<b>17,00</b>	<b>4,00</b>	<b>53,00</b>	<b>103,50</b>	<b>57,50</b>	<b>43,00</b>	<b>60,00</b>	<b>84,00</b>	<b>102,50</b>	<b>142,00</b>	<b>27,00</b>
<b>Min</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>

2749,45

XVI. Datos de precipitación pluvial de la zona de Chiriquí obtenidos por la estación meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.