

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA
EN LA VARIEDAD DE ARROZ *Oryza sativa* L. FCA 0616 FL EN
CONDICIONES DE SECANO FAVORECIDO.**

POR:

ZAIRA LINETH LARA CISNEROS

CÉDULA: 2-727-945

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2015

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA
EN LA VARIEDAD DE ARROZ *Oryza sativa* L. FCA 0616 FL EN
CONDICIONES DE SECANO FAVORECIDO.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO 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:

PROF. NORBERTO PITY	Mgtr.	----- DIRECTOR
PROF. JOSÉ C. URETA	Mgtr.	----- ASESOR
PROF. JOSÉ R. BINNS	Ph. D	----- ASESOR

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2015

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a mi creador todo poderoso a **Jehová Dios** por darme la vida y permitir la culminación de una de mis metas propuestas, el cierre de mi carrera como Ingeniera Agrónoma en Cultivos Tropicales, de igual manera agradezco a mis maravillosos padres **Eris Fulvia Cisneros Aguilar** y **Luis Lara Carrión** por enseñarme desde niña los valores correspondientes para formarme correctamente logrando de esta forma cada una de mis metas con mucho esfuerzo y dedicación, teniendo siempre presente la humildad como principal eje en mi vida. “Ellos son los mejores padres de mi vida”.

Agradezco también a toda mi familia en especial a mis abuelos **María Aguilar de Cisneros** y **Baldomero Cisneros** mis principales patrones de formación familiar, a mis amigos **Rafael Romero, Milciades Cedeño, Katherina Correa, Michelle Grajales, Carlos Acosta, Isaí Rodríguez, Fernando Gálvez, Henning Bonilla** a mi novio **Salvador Valenzuela**, quienes siempre estuvieron presentes conmigo, durante mis años de estudio universitario.

Agradezco a todo el personal administrativo por ese apoyo incondicional, disposición de conocimientos y experiencias brindadas, en especial al **Ing. Jacob Franco**, la **Lic. Iris Arjona**, **Lic. Lilia Jaramillo**, **Lic. Miriam de Araúz**, **Lic. Hilario Ramos**, **Lic. Ariadne Montero**, **Verónica Concepción**, **Ing. Arnold Troncoso**, **José A. De Gracia**, al **Sr. Obdulio Carrera** y **Gilberto Abrego**. A los que forman parte del comité de mi Tesis Director **Msc. Norberto Pitty**, y asesores **Msc. José Carlos Ureta** y **Dr. José Binns**, de igual forma a

los profesores **Javier Almillateguí, Ariel Jaén, Ricardo Blas, Carl Williams, Juan Batista, Waldo Espinosa, Simón Vásquez, Alexis Samudio, Omar Chacón** y al Decano **Dr. Juan Miguel Osorio**.

Al grupo de **Proyecciones Folklóricas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias** de Chiriquí a mi profesor de baile **José Armando Corella**.

Finalmente Agradezco, a la Iglesia **Centro de Adoración Cristiana para las Naciones (CAC)** por la formación espiritual recibida, la cual me ha ayudado a caminar de la mano de mi Señor Jesucristo.

A todos muchas gracias...

Zaira Lineth Lara Cisneros

DEDICATORIA

“Por lo cual estoy seguro de que ni la muerte, ni la vida, ni ángeles, ni principados, ni potestades, ni lo presente, ni lo por venir, ni lo alto, ni lo profundo, ni ninguna otra cosa creada nos podrá separar del amor de Dios, que es en Cristo Jesús Señor nuestro”.

(Romanos 8:38-39)

Mi trabajo de graduación es dedicado con todo mi amor y cariño a mi padre celestial **Jehová Dios**, a mis padres terrenales **Eris Fulvia Cisneros Aguilar**, **Luis Lara Carrión** y a mis abuelos **María Aguilar de Cisneros** y **Baldomero Cisneros**. “Ellos son mi vida”

También dedico este trabajo a toda mi familia en especial a mis hermanos **Juan Carlos Lara C**, **Luis Anthonio Lara C**, **Glorisabel Lara C**, mi tía **Daysi Cisneros**, mis primos **Mairobis Cisneros**, **Jesús O. Cisneros** y a mis sobrinos **José Luis Montenegro L**, **Juan Antonio Lara** y **Alejandro Noel Lara**.

Dedico también a todo los profesores que contribuyeron a la formación profesional de mi persona.

Zaira Lineth Lara Cisneros

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA VARIEDAD DE ARROZ *Oryza sativa* L. FCA 0616 FL EN CONDICIONES DE SECANO FAVORECIDO”.

Lara Cisneros Z. L. 2014. Evaluación del efecto de diferentes densidades de siembra en la variedad de arroz FCA 616 FL en condiciones de secano favorecido. Tesis. Ingeniería Agronómica en Cultivos Tropicales. Chiriquí. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá.

RESUMEN

El estudio se realizó en el Centro de Enseñanza e Investigación (CEIACHI), parcela número 10 en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. Esta investigación consistió en evaluar ocho densidades de siembra de arroz (*Oryza sativa* L.), en la nueva variedad FCA 0616 FL liberada en el año 2013. Las ocho densidades evaluadas son: 90.9, 113.6, 125, 136.4, 147.7, 159.1, 170.5 y 181.8 Kg/ha, respectivamente. Los tratamientos estuvieron representados por las densidades de siembra en un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental usada fue de 12 m² formada por 16 surcos de arroz de 4 metros de largo y 3 metros de ancho. La parcela efectiva estuvo formada por 12 surcos centrales. Las variables de respuesta evaluadas fueron: número de panojas por metro cuadrado, incidencia de enfermedades, porcentaje de acame, rendimiento por hectárea y peso de 1000 granos. Cabe destacar que la fertilización fue realizada en base a los resultados de la investigación de Gálvez (2013), donde se describe que el mejor tratamiento con mayor utilidad económica para la variedad FCA 0616 FL es 160 Kg de N/ha, 100 Kg de P₂O₅ /ha y 60 Kg K₂O /ha. Los resultados del análisis estadístico indican que no existieron diferencias significativas para las variables en estudio. El análisis económico reveló que los mejores tratamientos desde el punto de vista de ganancia para el productor se obtuvieron utilizando las densidades de siembra de 90.9 Kg/ha (200Lb/ha) a 125 Kg/ha (275 Lb/ha).

Palabras claves: Arroz, densidad de siembra, rendimiento, manejo agronómico, incidencia de enfermedades.

“EVALUATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT SEEDING RATE ON THE PERFORMANCE OF THE CULTIVAR FCA 0616 FL UNDER RAINFALL CONDITIONS”.

Lara Cisneros Z. L. 2014. Evaluation of the effect of different seeding rate on the performance of the cultivar FCA 0616 FL under rainfall conditions. Thesis research. Engineering in Tropical crops. Chiriqui. School of Agricultural Science. University of Panama.

ABSTRACT

The research was established at the Center for Agricultural Research of Chiriqui, School of Agricultural Science, University of Panama. This center is located at the corregimiento of Chiriqui, province of Chiriqui. During the trial eight treatments were evaluated for seeding rate of the new cultivar FCA 0616 FL. The seeding rate evaluated were 90.9, 113.6, 125,136.4, 147.7, 159.1, 170.5 y 181.8 Kg/ha, respectively. The experimental unit was 12 m² with 16 rows. Two rows to each side were left as border side. Therefore, the 14 central rows were used to measure the variables in the study. The variables in the study were yield, panicle per square meter, lodging, diseases and pest incidence and weight of 1000 grains. The experimental design used was randomize complete blocks with four replications. The fertilization was 160 N, 100 P₂O₅, 60 K₂O⁻¹, according to Glalvez, 2013. The statistical analysis shows no significant differences at the 5% level of probability for the variables in the study. Nevertheless, the economic analysis shows that the best result is achieve with seeding rate from 90.9 Kg/ha (200 Lb/ha) to 125 Kg/ha (275 Lb/ha).

Keywords: Rice, seeding rate, yield, agronomic practices and diseases.

ÍNDICE DE CONTENIDO

No.		Pág.
	PORTADA	i
	PÁGINA DE APROBACIÓN	ii
	AGRADECIMIENTO	iii
	DEDICATORIA	v
	RESUMEN	vi
	ABSTRACT	vii
	ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
	ÍNDICE DE CUADROS	xi
	ÍNDICE DE FIGURAS	xii
	ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
I.	INTRODUCCIÓN	1
	1.1. Planteamiento del problema a investigar	2
	1.2. Antecedentes	3
	1.3. Justificación	4
	1.4. Objetivos	5
	1.4.1. Objetivo general	5
	1.4.2. Objetivos específicos	5
	1.5. Hipótesis	6
	1.6.1. Hipótesis alternativa Ha	6
	1.6.2. Hipótesis nula Ho	6
	1.6. Alcances y limitaciones	6
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	7
	2.1 Aspectos generales del cultivo de arroz <i>Oryza sativa</i>	7
	2.1.1. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz	7
	2.1.1.1. Fase vegetativa	7
	2.1.1.1.1. Etapa de nacencia	7
	2.1.1.1.2. Etapa de plántula	7
	2.1.1.1.3. Etapa de ahijamiento o macollamiento	8
	2.1.1.2. Fase reproductiva	8
	2.1.1.2.1. Etapa de iniciación de la panícula	8
	2.1.1.2.2. Etapa de hinchazón o embuchamiento	8
	2.1.1.2.3. La antesis o floración	9
	2.1.1.3. Fase de maduración	9
	2.1.1.3.1. Etapa lechosa	9
	2.1.1.3.2. Etapa pastosa	9

	2.1.1.3.3.	Etapa de maduración	10
	2.1.1.3.4.	Etapa de súper maduración	10
	2.1.2.	Condiciones agroclimáticas	11
	2.1.2.1.	Ecología	11
	2.1.2.2.	Suelos	11
	2.1.2.3.	Precipitación	12
	2.1.3.	Manejo Agronómico del cultivo de arroz	13
	2.1.3.1.	Etapa de siembra	13
	2.1.4.	Métodos de siembra	14
	2.1.4.1.	Siembra a chuzo o esquejes	15
	2.1.4.2.	Siembra en surcos o hileras	16
	2.1.4.3.	Siembra al voleo	16
	2.1.5.	Densidad de siembra	17
III.		MATERIALES Y MÉTODOS	22
	3.1.	Ubicación del experimento	22
	3.2.	Descripción del material vegetal utilizado	22
	3.2.1.	Origen del cultivar	22
	3.2.2.	Características del cultivar	23
	3.2.3.	Reacción a plagas y enfermedades	24
	3.2.4.	Manejo agronómico del cultivar	24
	3.3.	Actividades realizadas en campo	25
	3.3.1.	Preparación del suelo en el área de investigación	25
	3.3.2.	Marcación del terreno	26
	3.3.3.	Encalado	26
	3.3.4.	Siembra	27
	3.3.5.	Fertilización	30
	3.3.6.	Control de plagas y enfermedades	32
	3.3.7.	Cosecha	34
	3.4.	Diseño experimental, tratamientos y descripción de las unidades experimentales	35
	3.5.	Análisis estadístico	37
	3.6.	Análisis económico	38
	3.7.	Variables de respuesta	38
	3.7.1.	Número de panícula por metro cuadrado	38
	3.7.2.	Incidencia de enfermedades	38
	3.7.3.	Porcentaje de Acame	39
	3.7.4.	Rendimiento	39
	3.7.5.	Peso de mil granos	39
IV.		RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
	4.1.	Número de panícula por metro cuadrado	40
	4.2.	Incidencia de enfermedades	41
	4.2.1.	Incidencia de <i>Pyricularia grisea</i> a nivel de hoja	42
	4.2.2.	Incidencia de <i>Bipolaris oryzae</i> a nivel de hoja	42
	4.2.3.	Incidencia de <i>Cercospora oryzae</i> a nivel de hoja	43
	4.2.4.	Incidencia de <i>Gerlachia oryzae</i> a nivel de hoja	43
	4.2.5.	Incidencia de <i>Rhizoctonia oryzae</i> a nivel de la vaina	44
	4.3.	Porcentaje de acame	44

4.4.	Rendimiento	44
4.5.	Variable peso de mil granos	47
4.6.	ANÁLISIS ECONÓMICO	48
V.	CONCLUSIONES	51
VI.	RECOMENDACIONES	52
VII.	BIBLIOGRAFÍA	53

ÍNDICE DE CUADROS

No.		Pág.
I.	DENSIDADES DE SIEMBRAS EVALUADAS EN LA VARIEDAD FCA 0616 FL	29
II.	PLAN DE FERTILIZACIÓN UTILIZADO PARA EL ENSAYO, DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA VARIEDAD FCA 0616 FL	31
III.	ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE PANÍCULAS POR METRO CUADRADO	41
IV.	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA INCIDENCIA DE <i>Pyricularia grisea</i>	42
V.	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA INCIDENCIA DE <i>Bipolaris oryzae</i>	42
VI.	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA INCIDENCIA DE <i>Cercospora oryzae</i>	43
VII.	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA INCIDENCIA DE <i>Gerlachia oryzae</i>	43
VIII.	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA INCIDENCIA DE <i>Rhizoctonia oryzae</i>	44
IX.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS DATOS DE RENDIMIENTO	45
X.	VALORES MEDIOS DEL RENDIMIENTO DE LAS DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRAS CON SEMILLA (96% DE GERMINACIÓN)	46
XI.	ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE MIL GRANOS	47
XII.	ANÁLISIS ECONÓMICO DEL COSTO DE LA SEMILLA COMERCIAL POR TRATAMIENTO Y LA UTILIDAD POR HECTÁREA GENERADA PARA CADA DENSIDAD DE SIEMBRA	50

ÍNDICE DE FIGURAS

No.		Pág.
1.	Preparación del suelo	25
2.	Nivelado del suelo de forma manual	25
3.	Marcación del área de ensayo y colocación de estacas en cada punto de medida	26
4.	Aplicación homogénea de la triple cal en cada unidad experimental	27
5.	Rayado o surcado, con el rastrillo de metal a una distancia de 20 cm entre surco	28
6.	Siembra manual a chorrillo improvisado	28
7.	Tapado de los surcos	29
8.	Incorporación manual del abono al suelo	30
9.	Limpieza mecánica con la lira en las calles	32
10.	Limpieza manual dentro de las unidades experimentales	32
11.	Preparación de la mezcla del fungicida e insecticida	33
12.	Aspersión con la moto bomba	33
13.	Observación del grano en su punto de cosecha a una humedad de 27%	34
14.	Cosecha manual, participación del personal de campo del CEIACHI	34
15.	Diagrama de la parcela con los tratamientos distribuidos	36
16.	Gráfica de los valores medios de rendimiento expresados en kilogramos por hectárea	46

ÍNDICE DE ANEXOS

No.		Pág.
1.	Observación del ensayo a los 8 días después de la siembra	58
2.	Observación del ensayo a los 20 días después de la siembra	58
3.	Etapa de máximo embuchamiento, cultivo a los 65 días después de la siembra	59
4.	Visita al ensayo el día de campo 19 de Noviembre de 2014	59
5.	Etapa de floración ensayo a los 75 días después de la siembra	60
6.	Observación del ensayo en su etapa de maduración a los 94 días después de la siembra	60
7.	Toma de datos en la parcela de ensayo	61
8.	Peso de los tratamientos	61
9.	Eliminación de granos vanos	61
10.	Cuadro de precipitación pluvial durante el ensayo año 2014 datos expresados en mm	62
11.	Cuadro de precipitación pluvial durante el ensayo año 2013	63
12.	Rendimientos obtenidos por tratamientos, expresados en Kilogramo y Quintales de arroz por hectárea	64
13.	Análisis de suelo del laboratorio de Fertica	65
14.	Análisis de suelo del laboratorio de Suelos y Agua de la Facultad de Ciencias Agropecuarias	66

I. INTRODUCCIÓN

Los datos en la FAO (2012), indican que la producción mundial de arroz fue de 732,3 millones de toneladas, mientras que después de ser procesado se obtuvo un rendimiento de 488,2 millones de toneladas de arroz elaborado, un 1.7 por ciento más que la estimación revisada en el 2011. El aumento interanual, equivalente a 12.3 millones de toneladas, descansa en parte en las previsiones de un retorno a condiciones atmosféricas más normales. Dependería principalmente de un aumento de la superficie plantada de 1.6 por ciento, correspondiendo a 165,1 millones de hectáreas cultivadas, ya que los rendimientos medios deberían mantenerse constante en un nivel relativamente alto de 4,44 toneladas por hectárea (FAO, 2012).

En Panamá, el consumo *per- cápita* de arroz blanco es de unos 70 kilos, considerado como uno de los más altos en América Latina. Este grano, no solamente es importante desde el punto de vista de consumo, sino también desde el punto de vista económico, social, es calificado como un rubro estratégico y clave en la seguridad alimentaria del país. Además, el cultivo, predominante de secano en nuestro país, tiene muchas limitantes, que interfieren en la sostenibilidad de la producción y en el logro de incrementos en la productividad (Gaona, 2013).

Según estadísticas del MIDA en el periodo (2009-2010), en Panamá se produjo 5,419, 747 qq de arroz limpio y seco; la soca produjo 52,611 qq, lo que da un total de 5, 472,358 qq de arroz para el consumo nacional; además de esto se importó 2, 214,000 qq para suplir la demanda del país, incluyendo 210,000 qq para semilla (Puga, 2010).

Es importante resaltar que las nuevas variedades requieren que se evalúe las prácticas agronómicas para su adecuado manejo y así lograr el impacto esperado.

1.1. Planteamiento del problema a investigar

Panamá es uno de los países, 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, a su vez es el más demandado y la producción nacional no satisface la demanda, por esta razón en el área de investigación y mejoramiento genético del arroz; ya sea, gubernamental o privada tienen la prioridad de producir variedades mejoradas que aumenten la producción de grano por hectárea, tratando siempre de bajar los costos de producción, liberando cultivares tolerantes a enfermedades fungosas, bacterianas y virales que limitan la producción, una de las enfermedades más importantes es el Añublo del arroz causada por el hongo *Pyricularia grisea*.

Una vez obtenido un cultivar es necesario generar información de manejo que potencie el impacto del nuevo cultivar. El problema se basa en que la nueva

variedad de arroz FCA 0616 FL no tiene suficiente información sobre la densidad adecuada para que el cultivar exprese todo su potencial productivo, por tal razón se ha realizado un ensayo donde se evaluó la densidad apropiada para este nuevo cultivar.

1.2. Antecedentes

El 16 de enero de 1995 nació el Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR). La decisión de crearlo provino de varias instituciones arroceras de la región que se unieron para dar respaldo y continuidad al trabajo de mejoramiento y desarrollo del arroz realizado durante años por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). La reducción de fondos públicos para ese trabajo iniciada a principios de los 90 aceleró esta decisión. En el 2009, las instituciones agrícolas integrantes del FLAR pertenecían a 15 países: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Guyana, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Uruguay y Venezuela. Estos países manejaban una asociación estratégica con el CIAT (Degiovanni, 2010).

Rodríguez, J. (2012) realizó un estudio en el CEIACHI, Provincia de Chiriquí, República de Panamá, donde hizo una descripción varietal de la línea experimental de arroz (*Oryza sativa L.*) VF 0616 en condiciones de inundación, el estudio se llevó a cabo en tres etapas fenológicas del cultivo: en estado de plántula, en la etapa de floración y en la etapa de maduración, de esta forma se evaluaron cada una de las características morfológicas correspondientes de la

línea promisoría 0616, este estudio fue realizado en base al protocolo establecido por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Otro estudio referente al manejo agronómico fue realizado por Gálvez, F. (2013), enfocándose en los niveles de N-P-K en la variedad de arroz (*Oryza sativa L.*) FCA 0616 FL. Este investigador encontró que hubo diferencia significativa para la variable rendimiento y altura de planta. El mejor tratamiento desde el punto de vista estadístico se logró con 120 Kg de N /ha, pero los resultados del análisis económico indican que el mejor tratamiento económico para la variedad FCA 0616FL es 160 Kg de N /ha, 100 Kg de P₂O₅ /ha y 60 Kg de K₂O /ha.

1.3. Justificación

La liberación de nuevos cultivares es un proceso, que conlleva mucho esfuerzo y dedicación por parte de los Fito mejoradores, haciendo estudios sobre la morfología, características de la planta; adaptabilidad y otros., dependiendo del cultivar en estudio. La finalidad de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra en la nueva variedad FCA 0616 FL, la cual fue liberada el 20 de noviembre de 2013, obteniéndose de esta forma una herramienta que permita a los productores usar las cantidades apropiadas de semilla en su proceso productivo.

La densidad de siembra es un factor muy importante para todos los cultivares de arroz existentes, pues dependiendo del distanciamiento que hay entre planta, se

pueden dar diferencias en la producción, pues la planta es expuesta a factores externos como competencia, ataque de enfermedades y plagas, alta humedad y otros. Esto trae como consecuencia el bajo rendimiento observado en muchos casos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar la respuesta en el rendimiento de diferentes densidades de siembra de la variedad de arroz (*Oryza sativa L.*) FCA 0616 FL.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la densidad de siembra adecuada para uso en la producción comercial.
- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivar FCA 0616 FL bajo diferentes densidades de siembra.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis alternativa Ha:

Existen diferencias significativas en el rendimiento del cultivar FCA 0616 FL, a diferentes densidades de siembra.

1.5.2. Hipótesis nula Ho:

No existen diferencias significativas en el rendimiento del cultivar FCA 616 FL, a diferentes densidades de siembra.

1.6. Alcances y limitaciones

Con el estudio más profundo de esta variedad FCA 0616 FL les damos a los productores más información sobre el uso de este cultivar, lo cual repercute en un mejor manejo agronómico de la misma y mejor producción por hectárea.

Cabe destacar que se deben hacer más ensayos y pruebas de campo sobre la densidad de este cultivar en distintos ecosistemas de secano, para que esta información sea más confiable. Este ensayo es un paso preliminar en la información sobre la densidad de siembra adecuada para esta variedad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Aspectos generales del cultivo de arroz *Oryza sativa* L.

2.1.1. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz

El ciclo completo de vida de las plantas de arroz puede dividirse en tres fases:

2.1.1.1. Fase vegetativa

Comprende desde la germinación de la semilla a la iniciación de la panícula. En ellas se pueden observar las siguientes etapas.

2.1.1.1.1. Etapa de nacencia

Comienza con la germinación de la semilla y termina con la formación de séptima hoja. La duración de la etapa es de 3-4 semanas a partir de la siembra.

2.1.1.1.2. Etapa de plántula

De la emergencia hasta justo antes de aparecer la primera macolla. Durante esta etapa, cuatro hojas emergen totalmente y la primera hoja muere al día doceavo al principio, la plántula depende de la energía, proteínas y minerales de la semilla. Entre el séptimo y octavo día, la plántula comienza a fotosintetizar sus

propios requerimientos de energía y a absorber entonces viene a ser independiente de la semilla. De ahí en adelante se incrementa la acumulación de materia seca.

2.1.1.1.3. Etapa de ahijamiento o macollamiento

Comienza con el establecimiento del sistema radicular después de la fase inicial de germinación. Los vástagos aumentan en número hasta que esté completa la fase terciaria o el máximo de ahijamiento. No todos los vástagos producen grano, y se da también cierto marchitamiento en los vástagos secundarios y terciarios (Aguilera, 1991).

2.1.1.2. Fase reproductiva

Comprende de la iniciación de la plántula o floración. En ella se observan las siguientes etapas de desarrollo:

2.1.1.2.1. Etapa de iniciación de la panícula

Comienza de 60 a 70 días después de la siembra con variedades de 130 días. La disección de los vástagos muestra la presencia de un primordio pequeño triangular en forma de espiga en el nudo superior.

2.1.1.2.2. Etapa de hinchazón o embuchamiento

Se caracteriza por la gran protuberancia y la hoja como resultado del desarrollo y turgencia del primordio panicular. Esta etapa es muy crítica debido a que

durante la diferenciación de las espiguillas el número total de granos por panícula es determinado.

2.1.1.2.3. La antesis o floración

Se produce unos 25 días después de la iniciación de los esbozos y sigue hasta que han florecido todas las espiguillas. El período punta de inflorescencia es a medida mañana en cuyo tiempo se produce la fecundación (Aguilera, 1991).

2.1.1.3. Fase de maduración

Comprende desde la floración a la madurez total. A ésta fase también se le denomina fase de llenado del grano y maduración. Se observan las siguientes etapas: las cuales van de 25 a 35 días, de floración a la cosecha.

2.1.1.3.1. Etapa lechosa

El contenido claro y acuoso de los granos se espesa y cobran un color de leche. Esta fase se denomina, a veces, como fase “ápice”, porque la panícula ha aparecido por completo y se ha formado, manteniendo un porte erecto.

2.1.1.3.2. Etapa pastosa

En la cual el contenido lechoso de los granos se transforma en una masa suave seguida por una fase madura se produce una inclinación de la panícula de su posición erecta. Esta fase se conoce como “turging”.

2.1.1.3.3. Etapa de maduración

Se produce cuando el grano está ya totalmente maduro y se vuelve duro y a veces, de color claro. La panícula al tiempo de su madurez se halla totalmente “vuelta”. Los tejidos de la hoja y del tallo comienzan a envejecer y se produce un amarillamiento de esos tejidos por orden ascendente.

2.1.1.3.4. Etapa de súper maduración

Se dá cuando se demora la recolección (debido a la escasez de mano de obra, agua alta o lluvias fuertes). Los retrasos determinan una gran reducción de los rendimientos. Se produce el desgranado de la espiga con gran pérdida de arroz durante la recolección. Se puede interrumpir la latencia en algunas variedades con la consiguiente germinación de granos en la panícula; además la calidad del grano merma.

En cierto grado, esta deficiencia puede superarse con el precocido, proceso en que el arroz en cáscara se remoja en agua caliente, no hirviendo, durante 20-22 horas y luego se seca al sol antes de almacenar o tratarlo (Monge, 1953).

2.1.2. Condiciones agroclimáticas

2.1.2.1. Ecología

El arroz se cultiva en un amplio margen de condiciones ambientales especialmente en las zonas tropicales y sub-tropicales. Esto hace que el arroz sea el cereal más cultivado en el mundo y de más amplio consumo.

Para lograr altas producciones, se hace necesario conocer las diferentes condiciones ambientales en que se puede desarrollar la planta; algunas de ellas son: fertilidad del suelo, insectos y agua; que pueden ser intervenidas por el hombre para maximizar el potencial de rendimiento, pero existe un medio ambiente no controlado que condiciona el desarrollo de la planta; cuando se trata de comparar el comportamiento de variedades que crecen en diferentes lugares, es necesario tener en cuenta las diferencias climáticas.

2.1.2.2. Suelos

El arroz puede cultivarse en suelos que difieren considerablemente en cuanto a sus condiciones físicas. Las buenas cosechas dependen de un factor muy importante que es la capacidad de retención de agua en las capas superiores.

Por lo tanto, el suelo de estructura fina, poco permeable, tales como los franco-arcillosos son los más convenientes y productivos.

El arroz, soporta condiciones de pH muy variados (de 4.0 a 8.4), pero se desarrolla mejor cuando la acidez no baja de 5.0 ni pasa de 6.5. Tolera bastante salinidad, lo que permite cultivos con buenos resultados en suelos salinos que, a su vez, van siendo lavados con los permanentes riegos requeridos por la planta de arroz.

2.1.2.3. Precipitación

La lluvia es el factor más importante para la producción, arrocería del mundo. Cerca del 80% de las tierras que se dedican al cultivo de arroz, utilizan como único recurso para suministro de agua la precipitación, pero las más altas producciones, por unidad de área se logran en los países en donde el arroz se cultiva bajo sistemas de riego.

Se estima que para obtener una buena producción, se requiere un promedio anual de 2,000 mm y lo mínimo es de 1,000mm.

Los factores de luminosidad y temperatura tienen un papel importante como reguladores de los procesos de floración y maduración. Así tenemos que la semilla de arroz requiere 32° C a 43° C para germinar óptimamente para el macollamiento, como temperatura óptima, están entre 32°C y 34°C, para la floración de 30°C a 32° C. pudiendo ser más baja de 21°C a 25° C para la maduración del grano (De Datta, 1986).

2.1.3. Manejo agronómico del cultivo de arroz

2.1.3.1. Época de siembra

Bajo las condiciones de arroz de secano, las épocas o fechas de siembra deben ajustarse a las condiciones de lluvia de cada región; es necesario contar con buena precipitación pluvial. Además, de una distribución uniforme durante todo el ciclo del cultivo. Es requerida mayor humedad durante el desarrollo inicial de (germinación y plántulas), y cuando tiene lugar la floración y formación del grano.

En Panamá, existen dos periodos bien definidos: el periodo de verano, de aproximadamente 4-5 meses y, el periodo de invierno, de aproximadamente 7-8 meses, dependiendo en ambos casos de la región. La época de verano, prácticamente empieza del mes de noviembre a mediados del mes de diciembre, hasta mediados del mes de abril. El 90% o más de las lluvias en el país, caen entre mayo y noviembre, pero presentan gran variabilidad durante ese período, de allí la definición de la fecha de siembra para cada una de las diferentes regiones o áreas productoras de arroz (Vergara, 1990).

El mes menos variable, parece ser octubre y el más variable mayo, sobre todo en las provincias de Coclé, Herrera y Los Santos.

De allí se tiene que, en algunas áreas de las provincias de Chiriquí, Veraguas y Chepo, en donde la estación lluviosa se inicia temprano las siembras pueden

iniciarse a fines de abril o principios de mayo. En otras áreas de las provincias de Coclé, Herrera y Los Santos, donde llueve menos o las lluvias se inician más tarde. Las siembras se pueden realizar hasta los meses de julio y primera quincena de agosto.

El ciclo vegetativo de las variedades de arroz, determinan la fecha de siembra. Para variedades tardías (150 días) debe sembrarse temprano y a más tardar del 15-20 de julio. Sobre todo, en las zonas las lluvias se retiran a inicios de diciembre. Para las variedades de ciclo corto, (120-130) precoces (110 días), hasta el 30 de agosto. En aquellas zonas donde existe una adecuada precipitación pluvial, desde abril y se trata de terrenos bajos con buena retención de humedad se pueden realizar dos siembras: una en abril y otra en agosto, septiembre y cuando la preparación de suelo se puede realizar en forma eficiente (Aguilera, 1991).

2.1.4. Métodos de siembra

El rendimiento de arroz está limitado por las condiciones que existen durante los primeros 30 días, después de la siembra. Es imposible rendimientos altos si hay mala germinación de las semillas de arroz o áreas despobladas. Tampoco se produce si hay muchas competencias con malezas u otras variedades de arroz con ciclos y características vegetativas. Entre más tiempo compitan con el arroz, se reducen más los rendimientos.

La siembra directa y el trasplante son los dos métodos generales de plantación de arroz en el terreno.

Métodos de siembra directa:

- Semilla seca en hileras con sembradoras,
- Semilla seca por voleo,
- Semilla seca en agua,
- Semilla mojada con sembradora
- Semilla mojada por voleo
- Semilla mojada
- Semilla pre-germinada y con sembradoras convencional
- Semilla pre-germinada y por voleo
- Semilla pre-germinada

Los tres métodos de siembra directa más usados en Panamá son:

2.1.4.1. Siembra a “chuzo” o “espeque”

Es utilizada por agricultores pequeños los cuales usan variedades tradicionales.

El método consiste en colocar las semillas en orificios hechos por medio de un palo con punta, (Chuzo). Las distancias de siembra son amplias, de 30 a 50 cm, entre sitios, y generalmente no siguen un patrón definido. En cada hueco depositan de 10 a 20 semillas secas y se tapan con el pie. Cuando las

condiciones de humedad son altas, las semillas pueden quedar destapadas. Se emplean 15-20 Kg/ha de semilla (Monge, 1953).

2.1.4.2. Siembra en surco o hilera

Se utilizan máquinas haladas por un tractor, las cuales depositan la semilla a chorro a una distancia de 15 a 17 cm y a profundidad de 1 pulgada.

Ventajas del método:

- La semilla queda distribuida en el suelo a igual profundidad, el % de germinación es mayor, más rápido y más uniforme.
- El fertilizante completo puede ser aplicado junto con la semilla durante la misma labor.

2.1.4.3. Siembra al voleo

Se emplean máquinas de tolva con mecanismo distribuidor, accionado por él toma fuerza del tractor de 540 revoluciones por minuto, las cuales también se emplean para abonar. Distribuyen la semillas en franjas que van de 10 a 15 Mts de amplitud y una velocidad que puede alcanzar 10 Km/hora. La densidad de siembra se gradúa con la salida de la voleadora, la velocidad del tractor y el ancho de la faja.

Tras la sembradora, se ubican tractores con rastra liviana a fin de incorporar la semilla al suelo. La profundidad de incorporación no debe ser mayor de 5 cm, ni

dejarla superficialmente, por riesgos de obtener una deficiente población. La germinación es desuniforme puesto que las semillas quedan a diferentes profundidades (Monge, 1953).

2.1.5. Densidad de siembra

Se refiere a la cantidad de semilla a depositar en el campo y depende de la calidad de semilla, así como la capacidad de macollamiento.

Con las variedades de poco ahijamiento se necesitan 136.4 kg/ha (300 lbs/ha) dependiendo del tipo de siembra.

Con las variedades de regular a alto macollamiento, se necesita de 113.6-125 kg/ha (250 -275 lbs/ha). Según el tipo de siembra con el propósito de lograr una semilla germinada de unos 100 kg/ha (220 lbs/ha). (Aguilera, 1991).

Según el autor Angladette (1975) se tiene tendencia a promover siembras bastante separadas que dan plantas vigorosas, con cuello resistente, de arranque rápido, de fácil ahijamiento; pero una siembra semejante tiene el inconveniente de no oponerse a las malas hierbas.

Hay pruebas efectuadas en Marovoay (Madagascar) han permitido precisar la influencia de la densidad de la siembra sobre las características de las plantas obtenidas. Está claro que la densidad de siembra depende del formato de las semillas (características de la variedad) y del grado de preparación del plantel en

particular de la finura del suelo y de la perfección del nivelado (Degiovanni, 2010).

Solís, (1987) citado por Fernández (1990). Realizó un estudio sobre el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de la variedad PANAMA 1048 en el CEIACHI, las densidades utilizadas para el estudio fueron 200, 240, 280 y 320 libras por hectárea. Con esta prueba se pudo comprobar que para el año 1987 la densidad que obtuvo más rendimiento fue la de 280 Lb/ha con 74.5 qq/ha, caber recalcar que todos los rendimientos fueron similares por lo que no hubo diferencia significativa para ninguna de las densidades puestas en estudio.

La densidad, nutrición y mejores rendimientos del grano depende también de ciertos niveles de competencia entre las plantas. Al elevar la densidad de siembra aumentan dos variables: una, la producción de biomasa hasta cuando se llega a una densidad crítica; otra, la producción de grano, pero hasta una densidad crítica más baja. En cambio, el IC decrece cuando aumenta la densidad de siembra más allá de un nivel crítico. Se podría pensar entonces que, en un ambiente dado, hay una densidad de población óptima que permite obtener un alto rendimiento de grano (Degiovanni, 2010).

No solo la densidad de población alta tiende a favorecer más la producción de biomasa que la producción de grano: hay otros factores, como el N, que hacen el mismo efecto. Por consiguiente, hay que regular el nivel de tales factores para obtener un rendimiento que esté cada vez más cerca del rendimiento potencial

de la variedad de que se trate. Hay que emplear, por tanto, el IC como una guía de manejo de cultivo: el IC debe ser alto y debe usarse en conjunto con los componentes del rendimiento para detectar los aciertos y las fallas que inciden en la producción de arroz (Degiovanni, 2010).

Según Espinoza citado por Fernández (1990) la densidad de siembra en el arroz depende de la habilidad de la variedad para producir hijos y de la germinación y pureza de la semilla, y señala que el efecto de la densidad de siembra en el arroz no es tan determinante del rendimiento como lo es en aquellos cultivos que no producen hijos o macollos.

Gordón, D. (1972) realizó una investigación en donde evaluó el comportamiento agronómico de las dos variedades de arroz IR-22 y CICA-4, sembradas en diferentes densidades de siembra, bajo condiciones de secano y con diferentes niveles de fertilización. Dicho autor confirma que en las dos variedades evaluadas no hubo diferencia significativa entre las medias de las densidades de siembra, que en promedio dió los mayores rendimientos, fue la equivalente a 125 Kilogramos de semilla por hectárea.

Tejeira, citado por Gordón (1972) en una investigación realizada en Tocúmen, Panamá, con la variedad NILO 1, encontró que la siembra mecanizada al voleo a una densidad de siembra de 114 Kilogramos de semilla y la aplicación de 100 Kilogramos de Nitrógeno por hectárea produjo rendimientos económicamente aceptables.

Fernández, A. (1990) evaluó el efecto de cinco densidades de siembra en el comportamiento agronómico de las variedades de arroz PANAMA 1537 y PANAMA 1048, el autor sustenta que sólo se mostró diferencia significativa entre las dos variedades evaluadas PANAMA 1537 a una densidad de siembra de 200 libras por hectárea y la variedad PANAMA 1048 a una densidad de 200 libras por hectárea, pero no se encontró diferencias en los demás factores densidades y la interacción densidad por variedad.

EMEN, Z. (2004) realizó una investigación evaluando el efecto fenológico de la variedad COLOMBIA XXI en diferentes densidades de siembra en el área de Antón provincia de Coclé. La autora afirma que no hubo diferencia significativa de densidades dentro de la misma variedad, ya que a menor densidad, mayor es la capacidad de ahijamiento, lo que compensa a la hora de utilizar mayores densidades, pues la capacidad de ahijamiento será menor.

Vega, D. (2010) evaluó los aspectos fitosanitarios de la variedad de arroz COLOMBIA siglo XXI en cuatro densidades de siembra en el área de Antón, provincia de Coclé. Para la investigación se utilizó las densidades de siembra (113.40, 136.08, 158.76 y 181.44 Kg/ha) variedad COLOMBIA siglo XXI y para la variedad FEDEARROZ 50 (181.1 Kg/ha) como testigo. El autor afirma que no hubo influencia alguna en el comportamiento de las poblaciones de malezas, poblaciones de insectos y principalmente de enfermedades a excepción de

Rhizoctonia oryzae, los mayores índices de afección se presentaron en sus densidades más altas (158.76 y 181.44 Kg/semilla/ha).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El estudio fue realizado en la provincia de Chiriquí, Distrito de David, Corregimiento de Chiriquí, en el Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Chiriquí (CEIACHI), parcela número 10, que se encuentra ubicada entre los ocho grados, 24 minutos y 39 segundos de latitud norte, y los 82 grados, 20 minutos y 15 segundos de longitud oeste. Según (Villarreal, 1997) la parcela #10 cuenta con un área total de 12.37 hectáreas destinada a la investigación de los programas de mejoramiento de arroz de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Chiriquí, Universidad de Panamá.

3.2. Descripción del material vegetal utilizado

3.2.1. Origen del cultivar

La variedad FCA 0616 FL (VIOFLAR 06-16) fue introducida a la República de Panamá como una línea experimental en el año 2006 a través del Vivero

Internacional de Observación del Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (VIOFLAR).

Este cultivar se originó de la cruz triple CT8222-7-6-2P-1X/FSR214-M-5-1-1/FL03375-3P-2-3P-4P y se designa como FL05372-7P-5-3P-1P-M. La Selección fue realizada en el Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Tocúmen (CEIAT) (Gaona, 2013).

3.2.2. Características del cultivar

La variedad FCA 0616 FL alcanza el 50% de floración en aproximadamente 86 días (116 días a cosecha), con una desviación estándar de 5 días esto significa que se puede esperar floración tan temprano como 81 días y tarde como 91 días, esto depende de las condiciones de clima. El cultivar es de porte intermedio (93.7 cm) tiene tallos fuertes con buen nivel de resistencia al volcamiento y presenta buen potencial de rendimiento. La planta presenta un grano largo con poco centro blanco (excelente apariencia). La línea tiene también buen potencial para alcanzar buenos rendimientos en molino, no obstante, es importante considerar que las prácticas de cultivo y los contrastes entre localidades, puede producir variaciones importantes, principalmente en la recuperación de arroz entero (Gaona, 2013).

3.2.3. Reacción a plagas y enfermedades

La variedad FCA 0616 FL, presenta susceptibilidad al ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley, llamado comúnmente como el ácaro del vaneo del arroz.

Durante las pruebas el cultivar ha presentado una expresión varietal satisfactoria o buena frente a *Pyricularia grisea* (Cooke Sacc.) tanto en la hoja como en el cuello y nudos de la panícula, y ha tolerado la presencia de enfermedades comunes al cultivo. No obstante, se recomienda protección cuando sea necesario (Gaona, 2013).

3.2.4. Manejo agronómico del cultivar

Esta variedad se recomienda para condiciones de secano, por haber sido este el ecosistema predominante durante su evaluación.

Densidad de siembra recomendada es 113.6 kg a 136.4 kg por hectárea (J. Gaona 2013). La presente densidad de siembra recomendada es una información facilitada de manera general para el cultivo de arroz, mediante la investigación realizada se pudo conocer la densidad de siembra adecuada en la que el cultivar expresó su mayor potencial.

La aplicación de nitrógeno aumenta el número de espiguillas por panícula. Las dosis deben ser moderadas, ya que dosis altas estimulan el volcamiento (Gaona, 2013).

3.3. Actividades realizadas en campo

3.3.1. Preparación de suelo en el área de investigación

Para la preparación del suelo se procedió a realizar tres pases de rastra pesada en forma cruzada, a los 20 días después se realizó la quema con glifosato para eliminar el material vegetal que quedó en campo, luego de haber pasado cinco días se procedió a hacer un pase de rastra liviana para nivelar el terreno y mejorar la estructura del suelo, por último se le realizó un pase del Rototiller para terminar de romper los terrones en campo, también se le niveló de forma manual con rastrillo para tapar los huecos y desmenuzar los terrones grandes, todo esto fue realizado para darles las condiciones de suelo adecuada en el momento de la siembra y a la hora de la germinación de la semilla FCA 0616 FL.



Figura 1. Preparación del suelo.



Figura 2. Nivelado del suelo de forma manual.

3.3.2. Marcación del terreno

Para la marcación del terreno se procedió a marcar los cuatro puntos principales 50 metros de largo y 25 metros de ancho haciendo un total de 1,250 metros cuadrados, utilizando para el ensayo 792 metros cuadrados y lo demás espacio de borde.



Figura 3. Marcación del área de ensayo y colocación de estacas en cada punto de medida.

3.3.3. Encalado

Según los resultados de análisis de suelo, se debe hacer una enmienda con triple cal a razón de 360 gr/ unidad experimental equivalente a 300 Kg/Ha de cal, sabiendo que la misma está compuesta de 30% de CaO, 15% MgO, 15% SO₄. La cal se aplicó de forma manual distribuyéndola homogéneamente en

toda el área de 12 m² de cada unidad experimental. Cabe recalcar que es muy importante aplicarle la cantidad de cal requerida a cada tratamiento, por tal razón cada bolsa fue pesada y preparada para cada unidad experimental, esto se realizó con la finalidad de facilitar el trabajo en campo.



Figura 4. Aplicación homogénea de la triple cal en cada unidad experimental.

3.3.4. Siembra

La siembra fue realizada el día 15 de septiembre del 2014, por motivos de condiciones ambientales la siembra fue realizada dos veces, pues a la primera siembra hubo un bajo porcentaje de plántulas germinadas, la parcela de investigación fue visitada por aves *Quiscalus niger* conocido como los changos o

Talingos, se tuvo que proceder a realizar una aplicación de glifosato para eliminar las plántulas presentes en la parcela de ensayo y volver nuevamente a sembrar. Esta actividad consistió en realizar un rayado en representación de los surcos con un rastrillo metálico manual, la distancia entre hilera fue de 0.20 metros, la semilla fue sembrada a chorrillo improvisado la cual fue depositada manualmente en cada surco a una profundidad de 3 cm, luego de esto fue tapada con azadas y finalmente se le aplicó a cada unidad experimental Mocap 15 GR (Nematicidas- Insecticida) que por su toxicidad y mal olor mantendría alejada las aves evitando que se coman las semillas sembradas.

En este punto fueron aplicados los ocho tratamientos a investigar, esta actividad fue realizada cuidadosamente evitando la confusión de los tratamientos y repeticiones correspondientes para cada unidad experimental.



Figura 5. Rayado o surcado, con el rastrillo de metal a una distancia de 20 cm entre surco.

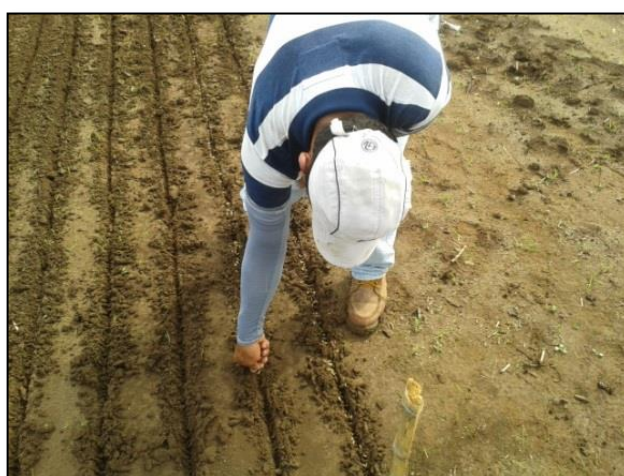


Figura 6. Siembra manual a chorrillo improvisado.



Figura 7. Tapado de los surcos.

CUADRO I. DENSIDADES DE SIEMBRAS EVALUADAS EN LA VARIEDAD FCA 0616 FL.

Tratamientos	Cantidad de semillas en (kg/ha) (lb/ha)		Cantidad en (g) por unidad experimental	Cantidad en (g) por línea (surco)
T₁	90.9	200	109	6.81
T₂	113.6	250	136	8.5
T₃	125	275	150	9.37
T₄	136.4	300	164	10.25
T₅	147.7	325	177	11.06
T₆	159.1	350	191	11.93
T₇	170.5	375	205	12.81
T₈	181.8	400	218	13.62

El presente cuadro ilustra los tratamientos que fueron utilizados en el ensayo. Los valores están expresados en kg/ha y lb/ha, y la cantidad en gramos que debe aplicarse por unidad experimental y por cada surco o línea.

3.3.5. Fertilización

La fertilización fue realizada en base a los resultados del tratamiento con mayor utilidad económica para la variedad FCA 0616 FL es 160 Kg de N /ha, 100 Kg de P_2O_5 /ha. y 60 Kg de K_2O /ha. (Gálvez, 2013)

Esta actividad fue realizada 10 días después de la siembra utilizando abono completo de la mezcla física 12-27-8-2.5-2 a una cantidad de 660 gr/unidad experimental y 30 gramos de KCl por unidad experimental, esta actividad se realizó incorporando de manera manual y cuidadosamente el abono al suelo evitando el estrés de la planta, el Nitrógeno fue fraccionado en dos aplicaciones a los 30 y 55 días después de la siembra, a una cantidad de 120 gr/unidad experimental. También se le realizó una aplicación de fertilizante foliar a los 30 días después de la siembra, para balancear la cantidad de nutrientes sobre todo el Zn en la planta, con Poliquel zinc calibrada a una dosis de 3 litros de producto comercial por hectárea.



Figura 8. Incorporación manual del abono al suelo.

CUADRO II. PLAN DE FERTILIZACIÓN UTILIZADO PARA EL ENSAYO, DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA VARIEDAD FCA 0616 FL.

Fuentes disponibles	N 160 Kg/ha	P₂O₅ 100 Kg/ha	K₂O 60 Kg/ha	CaO 90 Kg/ha	MgO 58.94 Kg/ha	SO₄ 56.15 Kg/h
Triple cal a la preparación del suelo.	0	0	0	90	45	45
-Abono completo a la siembra. 12.27 quintales de N 12- P ₂ O ₅ 27-K ₂ O 8- MgO 2.5- SO ₄ 2	67 Kg/ha	100 Kg/ha	44.61 Kg/ha	0	13.94 Kg/ha	11.15 Kg/ha
	Faltante 93 Kg/ha	0	Faltante 15.39 Kg/ha	0	0	0
-Urea al 46% N. 30 DDS	100.7 Kg/ha	0	0	0	0	0
-Urea al 46% N. Al embuchamiento segunda aplicación. 55 DDS	100.7 Kg/ha	0	0	0	0	0
-KCl 60% K₂O aplicar con el abono completo para totalizar 60 Kg/ha.	0	0	28.21 Kg/ha KCl abono completo.	0	0	0

3.3.6. Control de plagas y enfermedades

En el momento de controlar las malezas solo se le hizo una sola aplicación de un sellador pre-emergente Glifosato a razón de 3 L/ha. un día después de la siembra, durante todo el ciclo del cultivo el manejo fue realizado de manera manual realizando el arranque de las malezas dentro de las unidades experimentales y de manera mecánica sobre todo en las calles, evitando la sobrepoblación de malezas en toda el área de investigación.



Figura 9. Limpieza mecánica con lira en las calles.



Figura 10. Limpieza manual dentro de las unidades experimentales.

Para el control de insectos al inicio de la etapa vegetativa se observó baja población de insectos sobre todo del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* y la novia del arroz *Rupella albinella*, por lo que se decidió no realizar aplicación.

A los 44 días después de la siembra se procedió aplicar de manera preventiva un insecticida acaricida de contacto OBULUS® 5 para controlar principalmente

el ácaro del vaneo del arroz *Steneotarsonemus spinki* a razón de 250-300 cc/ha, también se le aplicó IXUS® 200 SC insecticida de contacto a razón de 250-300 cc/ha y además de esto abono foliar Zn para fortalecer la planta y hacerla más fuerte al ataque de insectos.

Para la protección contra los agentes causales del manchado del grano, añublo de la vaina se aplicó de forma preventiva el fungicida BIM® 75 WP a razón de 300 gramos/ha y BENDAZIM® 50 SC a razón de 1 litro/ha para el control de la *Rhizoctonia oryzae*, *Pyricularia grisea*, *Bipolaris oryzae* entre otros, para el control de insectos se utilizó Talcord® 25 EC a razón de 1 litro/ha.



Figura 11. Preparación de la mezcla del fungicida e insecticida.



Figura 12. Aspersión con la moto bomba.

3.3.7. Cosecha

La cosecha se efectuó con una humedad de grano en campo de 27%. La cosecha se realizó en los 12 surcos centrales, eliminando los cuatro surcos de borde. El área efectiva es 9.6 m². Se cosechó de forma manual cortando a 20 centímetros respecto a la base de la panícula, estas fueron colocadas en un saco de polipropileno previamente rotulados para evitar la confusión de los tratamientos y repetición.

El desgrane fue realizado manualmente, en donde se desprendieron los granos de la panícula y se eliminó los residuos de hoja. Con una máquina sopladora se descartó el arroz vano, obteniéndose así el arroz limpio para el registro de porcentaje de humedad del grano.



Figura 13. Observación del grano en su punto de cosecha a una humedad de 27%.



Figura 14. Cosecha manual, participación del personal de campo del CEIACHI.

3.4. Diseño experimental, tratamientos y descripción de las unidades experimentales.

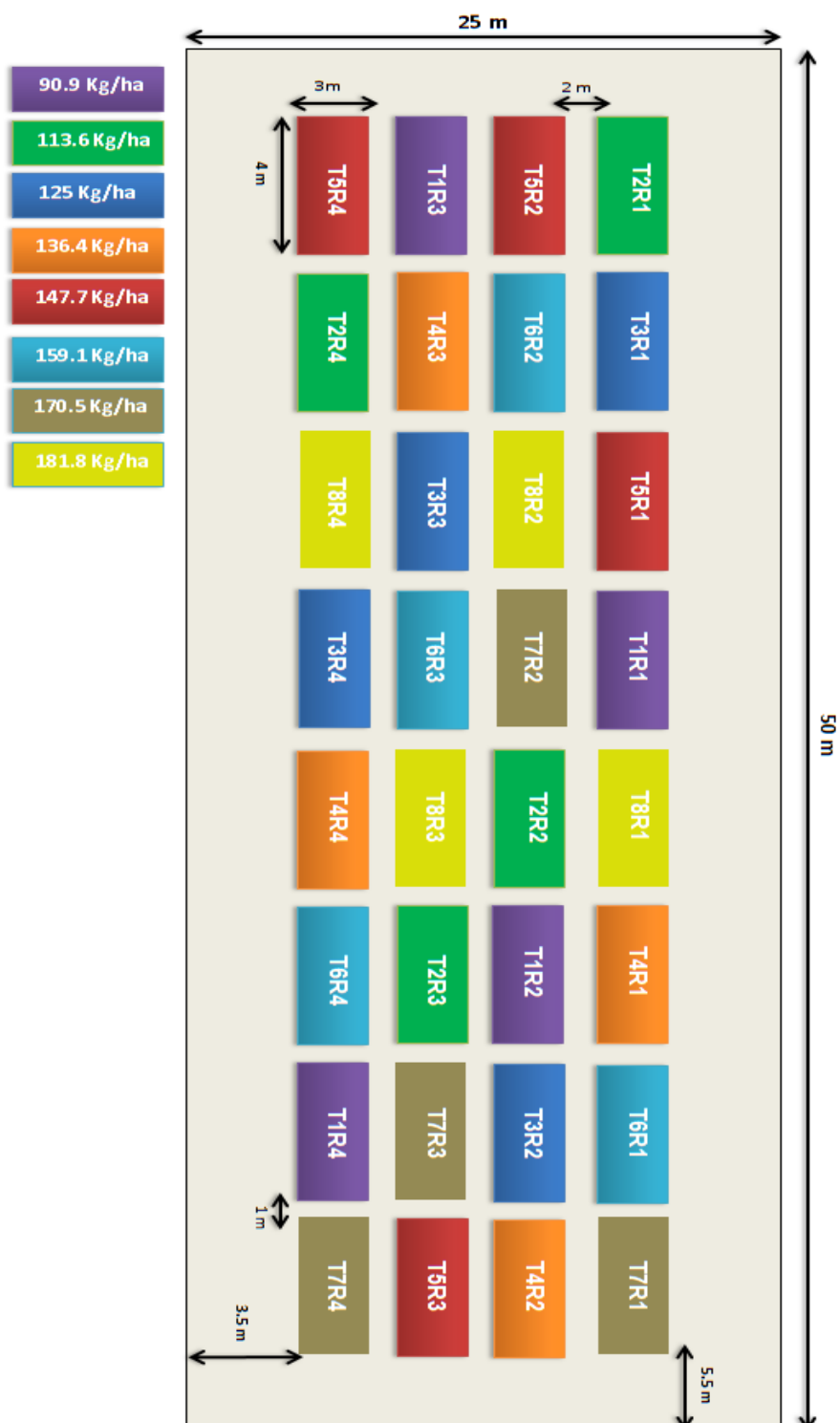
El área experimental total fue de 702 m² sin incluir los espacios adyacentes que se mantenían limpios de maleza.

Se utilizaron y compararon ocho densidades de siembra siendo éstas las siguientes: 200 Lb/ha (90.9 Kg/ha), 250 Lb/ha (113.6 Kg/ha), 275 Lb/ha (125 Kg/ha), 300 Lb/ha (136.4 Kg/ha), 325 Lb/ha (147.7 Kg/ha), 350 Lb/ha (159.1 Kg/ha), 375 Lb/ha (170.5 Kg/ha) y 400 Lb/ha (181.8 Kg/ha).

El diseño experimental que se utilizó para esta investigación fue el Diseño de Bloques Completamente aleatorizados (DBCA) con cuatro repeticiones.

Cada unidad experimental constó de tres metros de frente y cuatro metros de fondo para obtener un área total de 12 metros cuadrados, cada uno de los bloques estaban separados a una distancia de dos metros y un metro entre unidad experimental o parcela. Al momento de la siembra la distancia entre cada hilera fue de 20 cm haciendo un total de 16 surcos por unidad experimental. La parcela efectiva fue de 12 surcos centrales, con un total de 32 unidades experimentales. A continuación el diagrama del ensayo con la distribución de los tratamientos (Figura 15).

Figura 15. DIAGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN AL AZAR DE CADA TRATAMIENTO.



3.5. Análisis estadístico

Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa estadístico SAS Versión Ocho corriéndose, los siguientes análisis:

- Análisis de varianza (ANOVA)
- Contraste de medias (PRUEBA DE DUNCAN)
- Modelo lineal aditivo para este diseño fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = observación de la variable de respuesta efectuada en la unida experimental ubicada en el bloque j^{th} , que recibió la densidad de siembra i^{th} .

μ = media poblacional estimada por la media general del ensayo.

τ_i = efecto de la densidad i^{th} .

B_j = efecto del bloque j^{th} .

ε_{ij} = error experimental asociado con la observación del bloque j^{th} , densidad i^{th} .

Dónde: $i = 1, \dots, 8 = t$

$j = 1, \dots, 4 = r$

Con $\varepsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma_e^2)$ ó supuesto de normalidad de los términos de error.

➤ Forma General de la ANOVA

FV	GL
Bloques	$r-1=3$
Densidades	$t-1=7$
Error	$(r-1)(t-1)=21$
Total	$(r t)-1=31$

3.6. Análisis económico

El análisis económico se realizó en base a los costos parciales que implican diferencia para cada tratamiento, valor de la producción, y la ganancia por hectárea.

3.7. Variables de respuestas

3.7.1. Número de panículas por metro cuadrado

Esta variable fue evaluada cuando el cultivo alcanzó un 95% de plantas espigadas, esta medición es llevada a cabo con un marco de metal fraccionado a una medida de 0.5 x 0.5 metros, obteniéndose un área de 0.25 m².

3.7.2. Incidencia de enfermedades

Esta variable se evaluó en la etapa de floración del cultivo, utilizando como guía el Sistema de Evaluación Estándar para arroz del PROGRAMA DE

PRUEBAS INTERNACIONALES DE ARROZ PARA AMERICA LATINA (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT).

3.7.3. Porcentaje de Acame

Para la evaluación de esta variable se utilizó el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (CIAT).

3.7.4. Rendimiento por hectárea

Para evaluar esta variable se tomó el área de 12 surcos centrales siendo la parcela efectiva un área de 9.6 m². Luego de haber finalizado la cosecha se procedió al desgrane y limpieza manual del arroz, posterior a esto se pesó el grano y se le tomó la humedad respectiva al momento de pesar el grano.

3.7.5. Peso de 1000 granos

Esta variable fue considerada a través del Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (CIAT), el cual consistió en contar mil granos de arroz de cada tratamiento y repetición, para luego pesarlas en la balanza digital en gramos del laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Chiriquí.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prueba de germinación

Los resultados de la prueba de germinación indican que la variedad FCA 0616 FL presentó una germinación de 96%. Este resultado fue obtenido mediante prueba de germinación en bandejas bajo ambiente controlado, utilizando 100 semillas con cuatro repeticiones.

4.1. Número de panículas por metro cuadrado

El análisis de varianza (Cuadro III) muestra que para la variable número de panojas por metro cuadrado, no se encontraron diferencias significativas ni entre tratamientos ni entre bloques ($P > 0.05$) por tal razón no se efectuó separación de las medias. Esto sugiere que al usar menos o más semillas al final del ciclo la planta tiende a producir la misma cantidad de panojas o de hijos, donde se siembra menos ahija más y donde se siembra más ahija menos. El coeficiente de variación fue 8.85% lo cual indica que está por debajo del 10%, lo que demuestra con claridad que el ensayo fue manejado correctamente en términos de precisión.

CUADRO III. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE PANÍCULAS POR METRO CUADRADO.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr >F	
Bloques	3	818.34	272.78	2.17	0.1215	N.S
Tratamientos	7	1659.96	237.13	1.89	0.1227	N.S
Error	21	2637.40	125.59			
Total	31	5115.71				

CV= 8.85%

N.S: no existen diferencias significativas.

4.2. Incidencia de Enfermedades

El análisis de varianza para incidencia de enfermedades no reveló diferencias significativas ($P > 0.05$) para ninguna de las enfermedades evaluadas sin haber hechos las aplicaciones de fungicidas rutinarias porque no se justificaba hacerlas. Esto indica que las diferentes densidades de siembra no inciden en el desarrollo de enfermedades bajo las condiciones en la que fue desarrollado el ensayo. El coeficiente de variación de la *Pyricularia grisea* fue de 19.62%, *Bipolaris oryzae* 22.77%, *Cercospora oryzae* 12.55%, *Gerlachia oryzae* 25.95%, *Rhizoctonia oryzae* 19.62% (Ver cuadros IV a VIII). Estos análisis fueron realizados con el programa SAS y se utilizó la transformación de la raíz cuadrada +0.5 de los porcentajes de cada enfermedad. El coeficiente de variación de cada una de estas enfermedades indica que fue bien llevada la evaluación en campo según el Sistema de Evaluación Estándar para arroz.

4.2.1. Incidencia de *Pyricularia grisea* a nivel de hojas

CUADRO IV. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA INCIDENCIA DE *Pyricularia grisea*.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr >F	
Bloques	3	0.55	0.18	2.46	0.0907	N.S
Tratamientos	7	0.62	0.08	1.18	0.3550	N.S
Error	21	1.57	0.07			
Total	31	2.75				

CV=19.62%

N.S: no existen diferencias significativas.

4.2.2. Incidencia de *Bipolaris oryzae* a nivel de hojas

CUADRO V. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA INCIDENCIA DE *Bipolaris oryzae*.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr >F	
Bloques	3	0.16	0.05	0.47	0.7097	N.S
Tratamientos	7	0.80	0.11	0.97	0.4749	N.S
Error	21	2.48	0.11			
Total	31	3.46				

CV= 22.77%

N.S: no existen diferencias significativas.

4.2.3. Incidencia de *Cercospora oryzae* a nivel de hojas

CUADRO VI. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA INCIDENCIA DE *Cercospora oryzae*.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr >F	
Bloques	3	0.14	0.04	3.77	0.0251	N.S
Tratamientos	7	0.03	0.00	0.43	0.8699	N.S
Error	21	0.27	0.01			
Total	31	0.45				

CV=12.55%

N.S: no existen diferencias significativas.

4.2.4. Incidencia de *Gerlachia oryzae* a nivel de hojas

CUADRO VII. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA INCIDENCIA DE *Gerlachia oryzae*.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr >F	
Bloques	3	0.29	0.09	0.54	0.6594	N.S
Tratamientos	7	0.38	0.05	0.30	0.9462	N.S
Error	21	3.80	0.18			
Total	31	4.48				

CV= 25.95%

N.S: no existen diferencias significativas.

4.2.5. Incidencia de *Rhizoctonia oryzae* a nivel de la vaina

CUADRO VIII. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA INCIDENCIA DE *Rhizoctonia oryzae*.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr >F	
Bloques	3	2.01	0.67	1.31	0.2990	N.S
Tratamientos	7	2.36	0.33	0.65	0.7067	N.S
Error	21	10.82	0.51			
Total	31	15.20				

CV=19.62%.

N.S: no existen diferencias significativas.

4.3. Porcentaje de Acame

A esta variable no se le realizó análisis estadístico ya que el cultivo en ninguna de sus etapas de desarrollo presentó acame o volcamiento de las plantas, lo que coincidió con lo observado por Gálvez (2013), quién probó diferentes niveles de fertilización en esta variedad. Estos resultados confirman que el cultivar FCA 0616 FL es muy tolerante al acame.

4.4. Rendimiento

El análisis de varianza para la variable rendimiento no reveló diferencias significativas ni entre los tratamientos ni entre bloques, ($P > 0.05$) o sea que los rendimientos totales de cada tratamientos son parecidos. En este caso se aceptó la hipótesis nula que establece que no existen diferencias significativas

en el rendimiento del cultivar FCA 0616 FL, a diferentes densidades de siembra. El coeficiente de variación fue 8.03% lo que indica que hubo un buen control del error experimental (Ver cuadro IX).

CUADRO IX. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS DATOS DE RENDIMIENTO.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr >F	
Bloques	3	28306.46	9435.48	0.04	0.9883	N.S
Tratamientos	7	1176617.88	168088.26	0.74	0.6384	N.S
Error	21	4745687.87	225985.13			
Total	31	5950612.22				

CV=8.03%

N.S: no existen diferencias significativas.

Con relación a la prueba de Rangos Múltiples de Duncan (CUADRO X) para la variable rendimiento, el cuadro muestra que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, y esto se hizo a manera de comprobar el resultado general de la ANOVA.

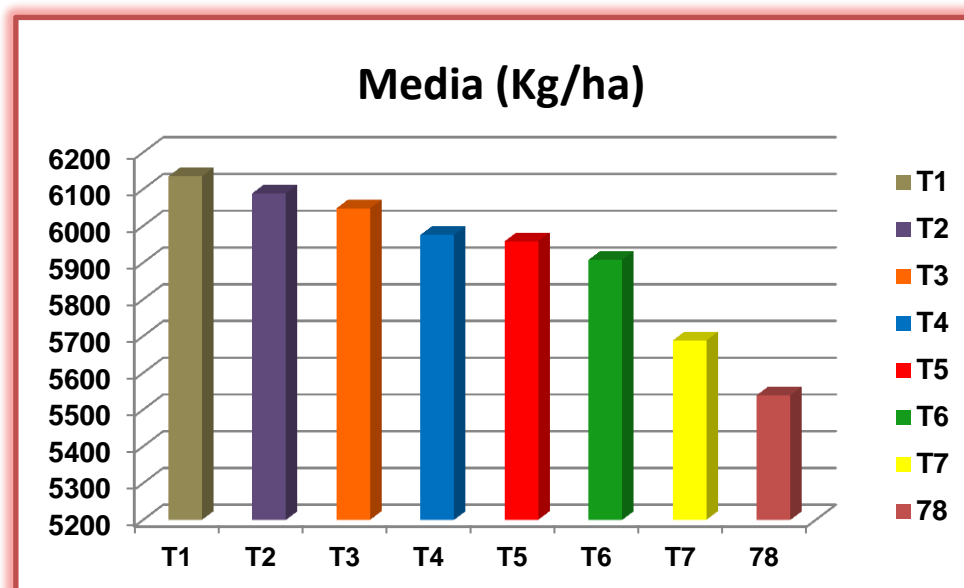
En la figura 16 se observa el comportamiento de los valores medios que se obtuvieron en los rendimientos de las diferentes densidades de siembra puestas en estudio, no obstante aunque los resultados estadísticos no hayan encontrado diferencias significativas para esta variable, esta gráfica nos permite observar que los tres primeros tratamientos dieron buenos resultados de rendimiento en Kg/ha.

CUADRO X. VALORES MEDIOS DEL RENDIMIENTO DE LAS DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRAS CON SEMILLA (96% DE GERMINACIÓN).

Tratamientos	Densidad		Media (Kg/ha)	Agrupamiento Duncan
	Lb/ha	Kg/ha		
T6	350	159.1	6134.8	A
T3	275	125	6089.1	A
T1	200	90.9	6047.9	A
T2	250	113.6	5975.7	A
T4	300	136.4	5958.0	A
T5	325	147.7	5907.9	A
T7	375	170.5	5688.3	A
T8	400	181.8	5539.5	A

*Valores medios seguidos por la misma letra no difieren de acuerdo con la prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

Figura 16. GRÁFICA DE LOS VALORES MEDIOS DE RENDIMIENTO EXPRESADOS EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA.



4.5. Variable peso de mil granos

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, ($P > 0.05$) lo que indicó que el llenado del grano y la acumulación de materia seca no fueron afectados negativamente por las densidades empleadas en el estudio (CUADRO XI).

El coeficiente de variación fue de 3.94 % lo que indica que el conteo y el pesado fue bien manejado.

CUADRO XI. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE MIL GRANOS.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr >F	
Bloques	3	5.36	1.78	1.48	0.2497	N.S
Tratamientos	7	19.29	2.75	2.28	0.0684	N.S
Error	21	25.43	1.21			
Total	31	50.09				

CV=3.94%

N.S: no existen diferencias significativas.

Cabe destacar que en el año 2013 durante el periodo del ensayo de Fertilización realizado por Fernando Gálvez hubo mayor precipitación en los meses de Agosto a Noviembre, comparado al año 2014 que fue baja en el ensayo de densidad de siembra, lo cual explica la merma de la producción de la variedad FCA 0616 FL durante el estudio de diferentes densidades de siembra realizado por Lara Zaira 2014, (Observar Anexo 10 y 11).

ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el análisis económico se utilizaron los costos por tratamientos y la utilidad obtenida dependiendo de la cantidad de semilla usada. La única variación en el costo de producción lo origina la cantidad de semilla empleada en la siembra. De acuerdo con el MIDA, el costo de producción en arroz de secano promedio está en los B/. 1800/ha con una densidad de siembra de 3 quintales por hectárea. Esto significa que para obtener el costo básico sin semilla sería B/. 1800 – B/. 135, dando B/.1665 de costo base. Los B/. 135 representa 3 quintales a un costo de B/. 45.00/ qq.

El (CUADRO XII), muestra cada una de las densidades utilizadas en la investigación. Además, se observan los costos de semilla por tratamiento y la utilidad generada para cada caso.

En la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Chiriquí vende la semilla certificada de la variedad FCA 0616 FL en 45 balboas.

El cuadro XII presenta los rendimientos, el costo por hectárea, el valor de la producción (ingresos) y la utilidad o ganancia dependiendo del tratamiento.

En el análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas para las variables en estudio y de acuerdo con el análisis estadístico y económico es recomendable utilizar densidades bajas, ya que los rendimientos al final son muy similares. No obstante, está sobre entendido que la semilla usada presenta

altos valores de germinación (93%), es decir, de 90% en adelante es recomendable. Las mejores densidades de siembra son de 200 lb/ha (90.9 kg/ha) a 275 lb/ha (125 kg/ha), ya que optimiza la semilla y reduce los costos de producción en 1qq de semilla, que podría estar por el orden de los B/. 72.00/ha, que es el nuevo precio estimado por una comisión integrada por productores, MIDA, IDIAP e ISA para el próximo año 2016.

Según el análisis económico los mejores tratamientos desde el punto de vista de ganancia fueron desde el **T1** con 200 lb/ha (90.9 kg/ha) a el **T3** con 275 lb/ha (125 kg/ha) de semilla por hectárea ya que con los mismos se obtienen los mejores rendimientos y beneficios económicos.

CUADRO XII. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL COSTO DE LA SEMILLA COMERCIAL POR TRATAMIENTO Y LA UTILIDAD POR HECTÁREA GENERADA PARA CADA DENSIDAD DE SIEMBRA.

Tratamientos		Costo de la semilla B/. 45 /qq B/.	Rendimiento en Kg/ha a 27% de humedad	Rendimiento en qq/ha 27%	Valor total/ha de la producción B/.24.50/qq B/.	Costo de producción para cada trato	GANANCIA= INGRESO – COSTOS) Ganancias por ha según los tratamientos B/.
Lb/ha	Kg/h a					Costo base B/. 1665/ha	
T1	200	90.9	6047.85	134.39	3292.55	1755	1537.55
T2	250	113.6	5975.65	131.46	3220.87	1777.50	1443.37
T3	275	125	6089.1	135.31	3315.09	1788	1527.09
T4	300	136.4	5957.95	132.39	3243.55	1800	1443.55
T5	325	147.7	5907.85	131.28	3216.36	1811	1405.36
T6	350	159.1	6134.77	136.32	3339.84	1822	1517.84
T7	375	170.5	5688.3	126.40	3096.80	1833	1263.80
T8	400	181.8	5539.52	123.10	3015.95	1845	1170.95

NOTA: Precio del arroz comercial B/. 24.50/qq

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos indican que los tratamientos con 200 lb/ha (90.9 kg/ha) y 275 lb/ha (125 kg/ha) de semilla por hectárea optimizan este insumo y reducen los costos de este renglón.
- Las densidades de siembra evaluadas no difirieron estadísticamente entre sí (al 5% de probabilidad) y no afectaron variables como acame, incidencia de enfermedades y rendimiento del grano.
- El análisis económico indicó que los mejores tratamientos fueron las densidades de siembra desde 200 lb/ha (90.9 kg/ha) a 275 lb/ha (125 kg/ha) de semilla por hectárea.

RECOMENDACIONES

- De acuerdo con los resultados obtenidos bajo las condiciones del CEIACHI se recomienda utilizar las densidades en un rango de 200 lb/ha (90.9 kg/ha) a 275 lb/ha (125 kg/ha) con germinación superior al 90%.
- Repetir este ensayo en otras localidades para validar los resultados obtenidos en el CEIACHI.
- Debido a que no se dio mayor producción con las densidades altas se recomienda repetir el ensayo con densidades de semillas por debajo de los 90.9 kg/ha.

BIBLIOGRAFÍA

- **Angladette, A.1969.** El arroz, técnicas agrícolas y producciones tropicales. Editorial Blume. Madrid, España. 839 p.

- **Aued H, Jorge. 1993.** Análisis de rentabilidad según nivel tecnológico del cultivo mecanizado de arroz en el área de Chepo, Panamá. IDIAP. Panamá. 17p.

- **Byerlee, Derek. 1988.** La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT. México. 79p.

- **Cheaney, Robert y otros.1975.** Problemas en el cultivo de arroz en América Latina. CIAT. Cali, Colombia. 90 p.

- **Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).** S.f. Sistema de evaluación estándar para arroz. Cali Colombia, CIAT. 62 p.

- **Degiovanni, Víctor et al. 2010.** Producción eco-eficiente del arroz en América Latina tomo I. CIAT. Colombia. 487 p.

- **De Datta, Surajit K. 1986.** Producción de arroz fundamentos y prácticas. LIMUSA. Primera edición. México. 690 p.

- **Emen, Zuleika. 2004.** Evaluación de los aspectos fenológicos de la variedad colombiana XXI en diferentes densidades de siembra en el área de Antón provincia de Coclé. Tesis Ing. Agr. Chiriquí, Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Chiriquí, Universidad de Panamá. 57 p.

- **Fernandez V, Arquimedes. 1990.** Efecto de cinco densidades de siembra en el comportamiento agronómico de las variedades de arroz PANAMA 1537 y PANAMA 1048. Tesis Ing. Agr. Chiriquí, Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Chiriquí, Universidad de Panamá. 91 p.

- **Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2012.** Seguimiento del mercado de arroz abril 2012. David, Panamá.(en línea) Consultado el 13 de mayo de 2014 disponible en <http://www.fao.org/docrep/015/an891s/an891s00.pdf>

- **Gálvez, Fernando. 2013.** Requerimientos nutricionales de nitrógeno, fósforo y potasio de la variedad de arroz (*Oryza sativa L.*) FCA 0616

FL.Tesis Ing. Agr. Chiriquí, Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Chiriquí, Universidad de Panamá. 70 p.

- **Gordon F, Daniel. 1972.** Ensayo de cuatro densidades de siembra en dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) con tres niveles de fertilización. Tesis Ing. Agr. Chiriquí, Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Chiriquí, Universidad de Panamá. 56 p.

- **Gaona, Jaime *et al.* 2013.** Variedad de arroz (***Oryza sativa* L.**) FCA 616 FL en ecosistema de secano, Panamá. Universidad de Panamá Facultad de Ciencias Agropecuarias (Folleto informativo).

- **Herrera, Fabio *et al.* 1994.** Fundamentos de Análisis Económico, guía para investigación y extensión rural. CATIE. Costa Rica. 62p.

- **Little, Thomas M *et al.* 1976.** Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Editorial Trillas. Primera edición. México. 270 p.

- **Monge V, Luis. 1953.** Cultivo del arroz, los cultivos básicos. Primera edición. EUNED. San José, Costa Rica. 284 p.

- **Monteiro, Alcilia. 1980.** Incidencia del añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani* Kuhn) en 16 variedades de arroz y sus efectos en el rendimiento. Tesis Ing. Agr. Chiriquí, Panamá, Facultad de Agronomía, Chiriquí, Universidad de Panamá. 71 p.
- **Parsons, David B. et al. 1982.** Manuales para educación agropecuaria en arroz. Trillas. I era Edición. México. 62 p.
- **Rodríguez, Jaime. 2014.** Descripción varietal de la línea experimental avanzada de arroz (*Oryza sativa* L.) VF 0616 en condiciones de inundación en el CEIACHI. Tesis Ing. Agr. Chiriquí, Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Chiriquí, Universidad de Panamá. 125 p.
- **Vergara, Benito S. 1990.** Guía del agricultor para el cultivo de arroz. LIMUSA. Primera edición. México. 221 p.
- **Vega B, Diogenes. 2010.** Evaluación de los aspectos fitosanitarios de la variedad de arroz Colombiana Siglo XXI en cuatro densidades de siembra en el área de Antón, provincia de Coclé. Tesis Ing. Agr. Chiriquí, Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Chiriquí, Universidad de Panamá. 67 p.

- **Salazar P, Luis C. 1984.** Manual práctico para el manejo de experimentos agrícolas y pecuarios. Universidad de Panamá, Facultad de Agronomía. Panamá. 146p.

ANEXOS

Supervisión del ensayo



Anexo 1. Observación del ensayo a los 8 días después de la siembra.



Anexo 2. Observación del ensayo a los 20 días después de la siembra.



Anexo 3. Etapa de máximo embuchamiento, cultivo a los 65 días después de la siembra.



Anexo 4. Visita al ensayo el día de campo 19 de Noviembre de 2014.



Anexo 5. Etapa de floración a los 75 días después de la siembra.



Anexo 6. Observación del ensayo en su etapa de maduración a los 94 días después de la siembra.



Anexo 7. Toma de datos en la parcela de ensayo.



Anexo 8. Peso de los tratamientos.



Anexo 9. Eliminación de granos vanos.

Anexo 10. PRECIPITACIÓN PLUVIAL DURANTE EL ENSAYO AÑO 2014 DATOS EXPRESADOS EN mm.

ELEVACIÓN: 35 M.S.N.M		LONGITUD: 82°20'03"			
DIA	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	0	0	0	1	0
2	0	0	0	0	46
3	9.5	15.5	0	0	1
4	1.8	5.5	0	0	3
5	0	5.5	50	3	17
6	0	0	0	7	4.5
7	6	26.8	0	11	13
8	0	0	0	69	0
9	1.5	16	50	19	0
10	7	36.8	0	9.5	0
11	16	29	0	0	0
12	4	21	13	3	0
13	0.5	0	0	18.5	0
14	0	13	5.5	3.5	118
15	0	39.5	0.5	15	0
16	0	3	0	0.5	0
17	19	0	4	8	0
18	7.5	8	3	17	0
19	0.5	0	0	0	0
20	0	66	13.5	0	0
21	0	0	3	0	0
22	60	12.5	0	0	0
23	9	27	0	0	0
24	0	0	0	0	0
25	16	16	0	79	0
26	69	0.5	42	0	0
27	20.5	0	0.5	0	0
28	6	3	1	0	0
29	0	0	0.5	0	0
30	0	0	2	0	0
31	0	0	51	0	0
TOTAL	253.8	344.6	239.5	264	202.5

LLUVIA/AÑO:2547.1mm

Fuente: Estación meteorológica; Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias; Departamento de Suelos y Agua; Chiriquí; 2015.

**Anexo 11. CUADRO DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL DURANTE EL
ESAYO AÑO 2013**

Día	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1		1,0	14,5	39,0	10,0
2		3,0	1,0	-	
3		2,0	37	-	
4		5,0		1,5	
5		-	12,0	-	
6		26,0	45,0	29,5	
7		-	0,8		
8		-	1,5	61,0	
9		14,0	1,0		
10		73,5	5,5	2,5	
11		-	19,0	7,0	
12		-	-	7,0	
13		75,0	20,5	30,0	
14		1,0	-	4,5	
15		30,0	-	-	
16		1,0	26,5	-	
17		15,5	15,5	-	
18		26,0	2,0	-	
19		11,0	-	-	
20		-	-	-	
21	39,5	-	-	-	
22	1,0	2,0	-	-	20,5
23	28,5	1,0	52,5	-	
24	-	-	1,0	11,0	
25	-	20,0	57,0	37,0	
26	-	16,0	-	-	
27	35,5	21,0	-	-	
28	1,0	25,5	-	8,0	
29	-	15,0	3,5	-	
30	44,8	14,0	6,0	-	
31	-	-	9,0	-	
Total en mm	150,3	371,5	303,8	238,5	30,5

Fuente: Gálvez Fernando, 2013.

Anexo 12. RENDIMIENTOS OBTENIDOS POR TRATAMIENTOS EXPRESADOS EN KILOGRAMOS Y QUINTALES DE ARROZ POR HECTÁREA.

Tratamientos	Kg/ha	Peso en Kg/ha al 27% de humedad	Peso en qq/ha al 27% de humedad
T1R1	90.9	5893.1	130.9
T2R1	113.6	6246.7	138.8
T3R1	125	5952.1	132.2
T4R1	136.4	5804.8	128.9
T5R1	147.7	6128.8	136.1
T6R1	159.1	5598.5	124.4
T7R1	170.5	5775.2	128.3
T8R1	181.8	5922.6	131.6
T1R2	90.9	5598.5	124.4
T2R2	113.6	6394.1	142.1
T3R2	125	5822.4	129.3
T4R2	136.4	5356.8	119.0
T5R2	147.7	6187.8	137.5
T6R2	159.1	6747.7	149.9
T7R2	170.5	5421.6	120.4
T8R2	181.8	5834.2	129.6
T1R3	90.9	6747.7	149.9
T2R3	113.6	5686.9	126.3
T3R3	125	6158.4	136.8
T4R3	136.4	6600.3	146.6
T5R3	147.7	5716.3	127.0
T6R3	159.1	6011.0	133.5
T7R3	170.5	5574.9	123.8
T8R4	181.8	4508.2	100.1
T1R4	90.9	5952.1	132.2
T2R4	113.6	5574.9	123.8
T3R4	125	6423.5	142.7
T4R4	136.4	6069.9	134.8
T5R4	147.7	5598.5	124.4
T6R4	159.1	6181.9	137.3
T7R4	170.5	5981.5	132.9
T8R4	181.8	5893.1	130.9

Anexo 13. ANÁLISIS DE SUELO DEL LABORATORIO DE FERTICA.

Agrotec
Laboratorios Analíticos

Fertica Panamá
Panamá
Alvaro Gómez

Análisis de Suelo: SQ-13

Identificación del Laboratorio: 0 17
Fecha de Recibido: 18-Jul-13
Fecha Completado: 29-Jul-13

Descripción de la Muestra: Fernando Galvez

Componentes	Resultado ppm	Guía Interpretativa			Rangos de Suficiencia		
		bajo	medio	alto	Bajo	Medio	Alto
Fósforo - Resinas	P 11.78	X			29.00	64.00 - 160.00	320.00
Fósforo - Mellich III	P 1.32	X			30.00	100.00	
Potasio	K 115.30	0.30			150.00	350.00	
Calcio	Ca 1873.00	9.37	X		400.00	2000.00	
Magnesio	Mg 494.40	4.12		X	100.00	300.00	
Azufre	S 9.02		X		20.00	80.00	
Sodio	Na 72.89	0.32		X	1.00	60.00	
Hierro	Fe 233.90		X	X	5.00	50.00	
Manganeso	Mn 91.36		X	X	8.00	50.00	
Boro	B 2.43			X	0.50	1.00	
Cobre	Cu 9.73		X		1.00	12.00	
Zinc	Zn 1.55		X		3.00	20.00	
Molibdeno	Mo *				0.20	5.00	
Acidez (SMF) (AL + H ⁺)	5.49						
C. Intercambio Catiónico CICE	19.59						
pH (CaCl2)	4.45	X			4.40	5.00 - 5.5	6.00

SATURACION DE BASES:

Potasio (K) 1.51%
Calcio (Ca) 47.80%
Magnesio (Mg) 21.03%
Sodio (Na) 1.62%
Acidez 28.04%

RELACIONES CATIONICAS:

Relación	Lectura	D*	B*	D*	Máximo
Ca/Mg	2.27	X		2	5
Ca/K	31.68		X	5	25
Mg/K	13.94	X		2.5	15
(Ca+Mg)/K	45.61		X	10	40

D* Desbalance
B* Balance

Harry Hernández
Director de Laboratorio

10.8 - 27.6 - 24. 499/ha Sulfato de Calcio
30 - 0 - 15 21 dds. 399. 61 Kg/ha K₂O
30 - 0 - 15 35 dds. 399. P₂O₅ = 53 Kg/ha
SO₄ Na 299. 299. - 20 Kg/ha K₂O
15 - 3 - 22. 50 dds. N = 110 Kg

Página 1

Anexo 14. ANÁLISIS DE SUELO DEL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE SUELOS Y AGUAS LABORATORIO DE ANÁLISIS

Entrada: 018
Recibo: S/R

NOMBRE: **Fernando Gálvez** FECHA: 29 de julio de 2013 ANALISTA RESPONSABLE: Lic. Berta Lidia Carrera L.

PROFESOR DEP. SUELOS Y AGUAS
Dr. Francisco A. Mora S.

Muestra No.1: F.C.A.- Chiriquí Muestra No.4: c.i.c. = meq de los cationes Ca^{++} y Mg^{++} A y H
Muestra No.2: Muestra No.5: $\text{Ca}^{++} = \frac{5}{0.25} = 13.15$
Muestra No.3: Muestra No.6: $\text{Ca}^{++} = 31.49$

No	TEXTURA	pH	FÓSFORO	POTASIO	SODIO	CALCIO	MAGNESIO		ACIDEZ	ALUMINIO		MATERIA ORGÁNICA %	HIERRO	COBRE	MANGANESO	ZINC
							MEQ/100G	MEQ/100G		MEQ/100G	MEQ/100G					
1	22 - 46 - 32	5.89	6	145 0.3	52	11.65	13.04	0.3	0	2.54	232	13	40	3		
2																
3																
4																
5																
6																

INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS			
	Alto	Medio	Bajo
1 Franco Arcilla	Alto	Medio	Bajo
2			
3			
4			
5			
6			

*Las muestras enviadas a analizar en el Laboratorio de Nutrición - Suelos se guardarán solo por un periodo de un mes, después de entregado el análisis solicitado.
*Cualquier reclamo presentarlo antes que transcurra el tiempo estipulado.