

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA MATAGALPA FAREM-
MATAGALPA

DEPARTAMENTO DE CIENCIA TECNOLOGÍA Y SALUD



MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Tema:

Evaluación de tres niveles de potasio en tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L), evaluadas bajo las condiciones de secano simulado en el Valle de Darío, Matagalpa, II Semestre 2017.

Autores:

Br. José Margarito Mendoza Díaz. Br.

Sergio Enrique Córdoba Mairena.

Tutora:

MSc. Evelyn Calvo Reyes

Asesor:

MSc. Juan Ariel Oporta



Matagalpa, abril 2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA MATAGALPA**

FAREM- MATAGALPA DEPARTAMENTO DE CIENCIA

TECNOLOGÍA Y SALUD



MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Tema:

Evaluación de tres niveles de potasio en tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L), evaluadas bajo las condiciones de secano simulado en el Valle de Darío, Matagalpa, II Semestre 2017.

Autores:

Br. José Margarito Mendoza Díaz. Br.

Sergio Enrique Córdoba Mairena.

Tutora:

MSc. Evelyn Calvo Reyes

Asesor:

MSc. Juan Ariel Oporta



Matagalpa, abril 2018

DEDICATORIA

A Dios: creó los cielos y la tierra, así también nos creó a nosotros; como semilla depositada por la mano del sembrador en tierra fértil, para que esta de buenos frutos, por tal razón dedico este trabajo especialmente a Dios nuestro señor por ser dador de vida y fuente de sabiduría.

A mi madre: Sra. María Luisa Díaz quien con su amor sacrificio y apoyo moral siempre estuvo a mi lado para que no desfalleciera en tan ardua lucha y fuese posible la culminación de esta carrera universitaria, que con mucho amor y empeño me propuse cumplir.

A mi familia y hermanos (as) ya que forman parte de mi vida. Dedico especialmente este trabajo a mi padre Margarito Mendoza Meza (Q.E.P.D.), el cual me apoyo y me guio por el buen camino y por haberme expresado su amor incondicional mientras pudo.

A dos personas muy especiales: Diputada Irma Dávila y MSc. Anaïs Baronnat, quienes me ayudaron de diversas maneras para que nuestros esfuerzos sean compensados por medio del presente estudio.

A mis amigos y profesores: por demostrarme su confianza y por sus valiosos consejos que han impactado mi vida, por levantarme mi ánimo de superación y así lograr una de mis principales metas la culminación de mi carrera.

Y finalmente a todas las personas que día con día tienen el privilegio de cultivar la tierra, con el único fin de producir el alimento que necesitamos.

Br. Jose Margarito Mendoza D.

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso quien me ha dado la sabiduría, entendimiento y la capacidad para lograr una de mis metas, estando presente en cada momento de mi vida desde mi nacimiento hasta el día de hoy dándome fuerza para saltar los difíciles obstáculos de la vida.

A mi madre: Sra Gloria Eveling Mairena ya que ha sido una gran mujer que siempre ha estado apoyándome en todos los aspectos, luchando para salir adelante.

A mi padre: Sr Rolando Antonio Córdoba cuyo hombre sabio me ha llenado de tantos buenos consejos y aun en los tiempos malos me dijo “lucha por tus sueños consta conmigo.”

A mi hija Rose Montserrat Córdoba García que su nacimiento fue mi inspiración para terminar mi carrera profesional y ser un vivo ejemplo en su vida para formar una mujer de bien para la sociedad.

A todos mis familiares que me han apoyado de una u otra manera que no culminaría si empezara a mencionarlo uno a uno por eso en general que sus consejos han sido de mucha importancia para luchar y lograr formarme como un profesional.

A mi compañera Cinthya García que me apoyado a salir adelante a pesar de los obstáculos ella siempre me ha dicho que puedo superarlos y ser un hombre ejemplar y quienes me rodean se sientan orgulloso de mi.

Br. Sergio Enrique Córdoba Mairena.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios por darnos la vida y brindarnos la sabiduría e inteligencia necesaria durante el proceso educativo, para culminar con nuestra carrera universitaria.

En esta investigación monográfica concluimos varias voluntades sumadas con mucho esfuerzo y responsabilidades que logramos realizar, por tanto, agradecemos con sinceridad y humildad a los que nos lograron formar.

Queremos expresar nuestro agradecimiento a nuestra tutora MSc. Evelyn Calvo Reyes que con dedicación brindó sus mejores consejos y transmitió sus conocimientos y experiencia lo que permitió la realización de esta investigación.

Nuestro más sincero agradecimiento al MSc. Juan Ariel Oporta (TAINIC), por habernos facilitado la temática de investigación e información que tuvo una vital trascendencia para el desarrollo de esta investigación en la que nos brindó su asesoría y apoyo incondicional en la realización de este presente trabajo.

También queremos expresar nuestro agradecimiento a todos los profesores, quienes contribuyeron en la formación de nuestros estudios a lo largo de estos cinco años brindándonos el pan de la enseñanza.

A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua FAREM – Matagalpa por formarnos como profesionales proporcionando los conocimientos necesarios tanto en el campo teórico como en el ámbito práctico.

Al Centro Experimental Taiwán – Nicaragua (TAINIC) e Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) por haberme facilitado todo lo relacionado con el ensayo.

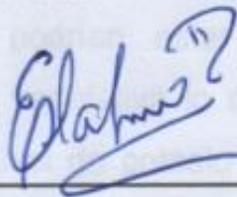
Br. Jose Margarito Mendoza D.

Br. Sergio Enrique Córdoba M.

CARTA AVAL DEL TUTOR

Durante el II semestre del año 2017, se realizó la presente investigación con
Luego de revisar la monografía presentada por los egresados: **José Margarito
Mendoza D y Sergio Enrique Córdoba M** bajo el título de "Evaluación de tres
niveles de potasio en tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L), evaluadas bajo las
condiciones de secano simulado en el Valle de Darío, Matagalpa, II Semestre
2017 " Considero que el documento cumple con la normativa de Investigación de
la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua /UNAN-Managua, cumple con la
coherencia entre su título, planteamiento del problema, Objetivos, hipótesis,
Resultados, Conclusiones y Recomendaciones. Por este medio **Avalo la entrega**
del mismo para su debida defensa ante Tribunal Examinador que se designe para
ello.

Espero que Dios y la Virgen les bendigan siempre para que ellos puedan alcanzar
nuevas metas profesionales y personales.



Evelyn Calvo Reyes

Tutora

RESUMEN

Durante el II semestre del año 2017, se realizó la presente investigación con el objetivo de evaluar los niveles nutricionales y el rendimiento en la aplicación de tres niveles de potasio en las variedades de arroz (*Oryza sativa* L) bajo las condiciones de secano simulado. El experimento se estableció en el Centro Experimental TAINIC en la comarca El Horno, municipio de Ciudad Darío, Matagalpa, siendo sus coordenadas geográficas de 12°48'51" de latitud Norte, y 86°09'53" de longitud Oeste con una altitud de 460 msnm. El diseño utilizado fue el de Diseño de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas debido a que se logra una mejor azarización y al momento de la distribución de los tratamientos es más fácil. A los datos se le realizó análisis de varianza ANDEVA y separación de medias por Tukey ($\alpha=0.05$) para determinar significancia. Con respecto al rendimiento la variedad INTA Dorado presentó el mayor incremento con una media de 4,265 kg/ha de granza al 14% de humedad recibiendo la categoría A. Las variedades INTA L-9 e INTA L-8 obtuvieron la categoría B con una media de 2671 y 2507 kg/ha respectivamente, siendo estadísticamente similares entre ellas y diferentes a INTA Dorado. Los principales resultados evidencian que los tratamientos que utilizan dosis bajas de fertilizante de (0 y 40 kg/ha) las plantas más altas podrían estar utilizando el potasio en las conformaciones de su estructura vegetativa lo que traería consecuencias en el rendimiento y al incrementar el nivel de potasio a 80 kg/ha la planta utilizará el potasio para la fertilidad de espiga lo que indica que aumentará el rendimiento respectivamente.

Palabras clave: Rendimiento, niveles de potasio, fertilizante.

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
CARTA AVAL DEL TUTOR.....	IV
RESUMEN	V
ÍNDICE	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS	X
ÍNDICE DE ANEXOS	XI
CAPÍTULO I.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.1 Pregunta General	3
1.2.2 Preguntas Específicas.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN: GENERAL Y ESPECÍFICOS	5
1.4.1 General.....	5
1.4.2 Específicos	5
CAPÍTULO II.....	6
2.1 MARCO REFERENCIAL	6
a. Antecedentes	6
b. MARCO TEÓRICO O MARCO CONCEPTUAL	9
1. GENERALIDADES EL CULTIVO DEL ARROZ.....	9
Situación actual del cultivo de arroz	9

Características generales de las variedades de arroz	10
Importancia nutricional del cultivo de arroz.....	15
Descripción de la planta	16
Requerimientos edafoclimáticas	17
Plagas y Enfermedades.....	18
Requerimientos nutricionales	19
MARCO LEGAL O MARCO CONTEXTUAL.....	23
NTON 11 006-02. Aprobada el 15 de Noviembre del 2002	23
Certificación.....	23
Acta	24
1. Objeto.....	25
2. Campo de aplicación	25
3. Definiciones.....	25
2.2 HIPÓTESIS.....	32
2.2.1 Interacción de los factores.....	32
2.2.2 Rendimiento Productivo	32
CAPÍTULO III.....	33
DISEÑO METODOLÓGICO	33
3.1 Localización del experimento	33
3.2 Zona de vida.....	33
3.3 Descripción del lugar	33
3.4 Tipo de investigación.....	34
3.5 Diseño Experimental	35
3.6 Población y Muestra	35
3.7 Tipo de Muestreo.....	35
3.8 Descripción de los Tratamientos	36
3.9 Plano de campo.....	37
3.10 Manejo Agronómico del Experimento.....	38
3.11 Toma de datos para la medición de variables	40

3.12	Operalización de variables	44
3.13	Análisis estadístico de los datos	46
CAPÍTULO IV		47
4.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	47
4.1	Análisis de suelo.....	47
4.2	Variables de interacción	50
4.3	Variables de Rendimientos.....	55
4.4	Análisis de correlación.....	57
CAPÍTULO V		63
5.1	CONCLUSIONES	63
5.2	RECOMENDACIONES	65
5.2	REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.....	66
ANEXOS.....		71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutritiva del arroz.	15
Tabla 2. Descripción de los tratamientos.	36
Tabla 3. Estado fenológico de la planta.	41
Tabla 4. Altura de la planta escala CIAT.	42
Tabla 5. Fertilidad de espiguilla escala CIAT.	43
Tabla 6. Análisis del suelo.	47
Tabla 7. Parámetro componente del rendimiento.	49
Tabla 8. Separación de media para variable macolla.	50
Tabla 9. Análisis de correlación nivel 0 kg/ha.	58
Tabla 10. Análisis de correlación nivel 40 kg/ha.	59
Tabla 11. Análisis de correlación nivel 80 Kg/ha.	60

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Interpretación de análisis del suelo.....	48
Grafico 2. Macolla por metro lineal.....	51
Grafico 3. Altura de la planta.....	53
Grafico 4. Longitud de panícula.....	54
Grafico 5. Fertilidad de espiguilla.....	56
Grafico 6. Correlación negativa entre rendimiento y altura de planta.....	61
Grafico 7. Correlación positiva entre rendimiento y la fertilidad de espiga.....	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de actividades

Anexo 2. Distribución de tratamientos en el campo

Anexo 3. Instrumento de campo utilizado en la recolección de datos

Anexo 4. Análisis del suelo

Anexo 5. Libro de campo

Anexo 6. Fotografías

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

Durante el II semestre del año 2017, se realizó la presente investigación con el objetivo de evaluar los niveles nutricionales y el rendimiento en la aplicación de tres niveles de potasio en las variedades de arroz (*Oryza sativa* L) bajo las condiciones de secano simulado. El experimento se estableció en el Centro Experimental TAINIC en la comarca El Horno, municipio de Ciudad Darío, Matagalpa, siendo sus coordenadas geográficas de 12°48'51" de latitud Norte, y 86°09'53" de longitud Oeste con una altitud de 460 msnm.

El diseño utilizado fue el de Diseño de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas debido a que se logra una mejor azarización y al momento de la distribución de los tratamientos es más fácil. A los datos se le realizó análisis de varianza ANDEVA y separación de medias por Tukey ($\alpha=0.05$) para determinar significancia.

Los principales resultados evidencian que los tratamientos que utilizan dosis bajas de fertilizante de (0 y 40 kg/ha) las plantas más altas podrían estar utilizando el potasio en las conformaciones de su estructura vegetativa lo que traería consecuencias en el rendimiento y al incrementar el nivel de potasio a 80 kg/ha la planta utilizara el potasio para la fertilidad de espiga lo que indica que aumentara el rendimiento respectivamente.

El arroz es un rubro muy importante desde el punto de vista estratégico, ya que junto al frijol forma parte de la dieta de los nicaragüenses. Según datos estimados de cierre del ciclo agrícola 2013 - 2014 del Ministerio de Agricultura (MAG, 2014), en Nicaragua durante el ciclo agrícola 2013-14, se cultivaron aproximadamente 90 793 hectáreas de arroz, con una producción de 380 134 toneladas de arroz granza seca y un rendimiento promedio de 4.2 t ha⁻¹. Las áreas de siembra de riego

representan cerca del 50% de las áreas totales de siembra, con un aporte del 66% de la producción total.

El consumo per cápita de arroz en Nicaragua casi se duplicó en los últimos diez años, pasando de 29.5 kg a 50 kg, parte importante de ella con producción nacional, que alcanza las 254 690 toneladas anualmente de arroz oro. Sin embargo, existe un déficit de aproximadamente el 18% para cubrir la demanda nacional de este alimento. (Cuadra, 2016).

Las variedades que presentan mejor relación entero-quebrado tienden a producir mayores ingresos económicos por ser de mejor calidad y poseer un precio mayor al arroz obtenido de aquellas variedades con baja relación entero quebrado. Esta calidad se considera que está influenciada por múltiples factores como clima, genética del material y nutrición de la planta, principalmente disponibilidad y absorción de Potasio.

La estrategia empleada para elevar la producción de arroz y alcanzar la seguridad y soberanía alimentaria del país, consiste en identificar cultivares mejorados y/o acriollados con comportamiento adaptativo amplio para mega ambientes con condiciones agroclimáticas afines y cultivares para ambientes específicos, con adaptación al cambio climático. Paralelamente, desarrollar prácticas nutricionales adecuadas puede conllevar a mejorar notablemente la calidad del grano en el momento de trillarlo, sin perder de vista el enfoque sostenible del rubro.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Nicaragua es el mayor productor de arroz en América Central, pero la producción ha sido afectada por el comportamiento agronómico de las variedades cultivadas, además presenta baja resistencia a enfermedades, es importante señalar que el potasio es un fertilizante para la nutrición de la planta, favoreciendo el macollaje y los factores de la producción deben ser considerados como un factor clave para incrementar los rendimientos (Cuadra, 2009).

A partir de lo anterior se formularon las siguientes preguntas:

1.2.1 Pregunta General

¿Qué efecto tienen los diferentes niveles de potasio sobre el rendimiento y el comportamiento agronómico en las variedades de arroz (*Oryza sativa* L), evaluadas bajo las condiciones de secano simulado en el Valle de Darío, Matagalpa, II Semestre 2017?

1.2.2 Preguntas Específicas

¿Cuál es la interacción entre los niveles de potasio y las variedades evaluadas?

¿Cuáles de los niveles de potasio son óptimo para garantizar un mayor rendimiento productivo en las variedades de estudio?

1.3 JUSTIFICACIÓN

En esta investigación se evaluó el comportamiento agronómico de tres cultivares de arroz (*Oryza sativa* L) bajo la aplicación de tres niveles de potasio en las condiciones de secano simulado, enfocándose en la variable de rendimiento productivo.

De Datta y Mikkelsen (1995) afirman que el potasio no es un componente de compuestos orgánicos en las plantas, pero. dentro de sus efectos generales se puede mencionar: favorecer el macollaje, e incrementar el tamaño y peso de granos, contribuyendo a una mayor tolerancia a las enfermedades, e incrementar la fortaleza de los tallos reduciendo el vuelco.

Lo que se pretende con la evaluación de tres niveles de potasio en tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L), es identificar las variedades que muestran mejor comportamiento agronómico adaptándose de la mejor manera a las condiciones de secano de la zona del valle de Darío y de esta manera determinar las variedades y el nivel de potasio con el mejor rendimiento productivo.

La investigación se llevó acabo porque se espera que con la evaluación de los tres niveles de potasio en las variedades estudiada mejoren los rendimientos de productores arroceros de todo el país y de esta manera puedan mejorar sus ingresos, como menciona Jennings, et al (1981), los años de experiencia de campo del agricultor lo convierten a menudo en una fuente de información práctica que permite a los investigadores orientar sus objetivos.

Con esta investigación se espera beneficiar a todos los sectores de la población del país. A los grandes, medianos y pequeños productores que obtengan cultivares con buenos rendimientos productivo cuya comercialización es adquirida por las familias que la utilizan para el consumo alimenticio. Según Jennings, et al (1981), los agricultores deben estar convencidos de que la investigación los beneficiará y deberían confiar en los investigadores agrícolas y en sus trabajos.

1.4 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN: GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.4.1 General

- Evaluar el comportamiento agronómico de tres cultivares de arroz bajo la aplicación de tres niveles de potasio en las condiciones de secano simulado Darío, II semestre 2017.

1.4.2 Específicos

- Determinar interacciones entre los niveles de potasio y las variedades evaluadas.
- Identificar el nivel de potasio óptimo que garantice mayor rendimiento productivo en las variedades de estudios.

CAPÍTULO II

2.1 MARCO REFERENCIAL

a. Antecedentes

En Nicaragua, como promedio anual, se cultivan 123,500 manzanas de arroz, de las cuales 75,000 manzanas corresponden arroz seco y 48,500 manzanas a arroz bajo riego, (La Prensa, 2003).

(Amaya, 1993) efecto de cuatro niveles y tres modalidades de fraccionamiento de potasio en arroz (*Oryza sativa* L), en la localidad de potrero de Armo – Venezuela.

En la localidad de Potrero de Armo, se estableció un ensayo durante el ciclo verano con el fin de observar la respuesta del Araure 4 bajo riego, a los niveles de Potasio de 0, 60, 90 y 120 Kg/ha, combinados con las modalidades de fraccionamiento siguientes: 1) 100 por ciento del potasio a la siembra, 2) 50 por ciento del potasio a la siembra - 50 por ciento a los 25 días después de la siembra (dds)- y 3) en tres partes iguales a la siembra 20 y 40 dds. El análisis de suelo reporto una textura: Franco Arcilloso. K(ppm)= 63; P(ppm)=37; pH=8; Ca(ppm)=3875; Mg(ppm)=700; Fe(ppm)=128; Mn(ppm)=51 Cu(ppm)=7,9 y Zn(ppm)=30. Se encontraron diferencias significativas en la aplicación de potasio, donde 90 kg de K₂O/ha fue la que produjo el mayor rendimiento seguido de 60 kg de K₂O/ha. También se pudo observar que las modalidades de fraccionamiento afectaron el rendimiento, aunque no presentaron diferencias significativas.

El INTA (2003), en conjuntos con pequeños y medianos productores realiza investigaciones en diferentes zonas arroceras del país como en los valles de: Sébaco, Pantasma y Jalapa, en la cual se han realizado experimentos durante épocas de invierno y verano. El objetivo de obtener variedades de mejores rendimientos, adaptabilidad y resistencia a enfermedades.

El rendimiento de producción es de 90 – 100 quintales por manzanas, pero mejorando las técnicas de producción se pueden cosechar hasta 140 quintales por manzana. Haciendo uso de técnicas como la desinfección, de la semilla y la eliminación de maleza, sembrar semilla de calidad en las áreas productivas también son factores que ayudan a mejorar la producción (Mendoza, 2008).

El arroz que consume la población mundial es arroz que presenta mejor sabor y textura originado de la especie *oryza sativa*, pero para ir mejorando más su sabor, textura y contenido de micronutrientes se realizan diferentes investigaciones para obtener variedades de mejor aceptación por parte de consumidores.

Es el segundo cereal de importancia para la alimentación mundial después del trigo, aunque las cifras crecieron, con una producción en el año 2003 de 591 millones de toneladas de arroz cascara y 354 millones para consumos siendo los principales países productores; China, India, Indonesia, Bangladesh y Vietnam, los que representan el 72% de la producción mundial (Viamontes, 2009).

(Fernández, 2012) fertilización con potasio en arroz (*Oryza sativa* L), en siembra de secano en la Cuenca de la Laguna Merín – Uruguay.

El objetivo de este trabajo fue explorar la respuesta a K en el cultivo de arroz. Se realizaron tres experimentos de respuesta al agregado de fertilizante potásico en sitios representativos de la zona de producción de la Cuenca de la Laguna Merín, utilizando un diseño de parcelas (de 3 x 6 m) dispuestas en bloques al azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron cinco dosis de K (0, 30, 60, 120 y 240 kg de K₂O ha⁻¹), aplicadas con cloruro de K (KCl), de modo que las cantidades aplicadas de este fertilizante variaron de 0 a 400 kg ha⁻¹ de KCl. El rendimiento en grano el efecto del agregado de KCl fue significativo en los tres sitios, con incrementos de entre 1200 y 1400 kg ha⁻¹ respecto al testigo con las dosis más bajas. Estos resultados indican la necesidad de continuar profundizando en este nutriente en distintos sistemas de producción y suelos asociados.

(Porras, A 2013). Respuesta del arroz (*Oryza sativa*. L) cultivar c-7 stec a tres densidades de siembra, cuatro niveles de nitrógeno y dos niveles de potasio, en siembra de verano en finca la Vega, San Carlos – Costa Rica.

El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes niveles de nitrógeno y potasio sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa*. L), cultivar C-7 STEC, establecido a diferentes densidades de siembra en época de verano. Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas con dos sub-divisiones, en las cuales se usó un arreglo sistemático. Se manejó tres densidades de siembra: 90kg, 112,5kg y 135kg/ha (2,0; 2,5 y 3,0 quintales por hectárea). Con respecto a los niveles de fertilización, se utilizaron cuatro niveles de nitrógeno: 50; 75; 100 y 125 kg/ha; dos niveles de potasio: 60 y 90 kg/ha y una dosis única de fósforo: 60 kg/ha. La utilización del sistema de riego no fue suficiente para compensar el alto déficit hídrico, ya que se sugiere que estas condiciones afectaron la adecuada absorción del nitrógeno y el potasio. En términos generales el desarrollo y producción del arroz (*Oryza sativa*. L), cultivar C-7 STEC, no se vieron influenciados por el efecto de diferentes niveles de nitrógeno y potasio; por el contrario, se encontraron diferencias en estas variables por efecto de la densidad de siembra.

b. MARCO TEÓRICO O MARCO CONCEPTUAL

1. GENERALIDADES EL CULTIVO DEL ARROZ

Situación actual del cultivo de arroz

El arroz (*Oryza sativa* L) es una gramínea monoica y anual, de crecimiento rápido y con gran capacidad reproductiva, adaptada a diversas condiciones. Además de ser un cultivo que se desarrolla en forma óptima bajo terrenos inundados, esta entre los cuatro cereales más cultivados en el mundo, y desde el punto de vista de la producción, ocupa el segundo lugar en importancia después del trigo (Somarriba, 1998).

De este cultivo se alimenta cerca de tres mil millones de personas, actualmente se cultiva en 113 países; además de su importancia como alimento, el arroz proporciona empleo a una gran parte de la población rural del mundo (Infoagro, 2006).

El arroz se cultiva por diferentes métodos, que varía desde secano ya sea mecanizado o manual, hasta la inundación constante en el cual se utiliza en ocasiones la preparación bajo agua o fanguero. La producción de arroz de secano está en manos de pequeños productores, mientras que el arroz de riego es cultivado por los grandes productores, esto se debe al monto de inversión (MAG-FOR, 1998).

En Nicaragua la producción de arroz de secano se concentra en el valle de Jalapa; Malacatoya, Chontales, Boaco y de riego en el Valle de Sébaco; sin embargo, a pesar de contar con áreas y condiciones edafoclimáticas aptas para el mismo, el país aún depende en gran medida de las importaciones para el abastecimiento del consumo interno y mantener el balance alimentario de arroz de la población (MAG-FOR, 1998).

El arroz (*Oryza sativa*) es una gramínea monoica y anual, de crecimiento rápido y con gran capacidad reproductiva, adapta a diversas condiciones. Además de ser

un cultivo que se desarrolla en forma óptima bajo terrenos inundados, está entre los cuatros cereales más cultivados en el mundo, y desde el punto de vista de la producción, ocupa el segundo lugar en importancia después del trigo (Rodríguez 2004).

(Chamorro 2001), indica que en Nicaragua las variedades de arroz cultivadas han variado en los últimos años, mediante una gradual renovación de las más antiguas, en función de las mejores características que provoca la desaparición de algunas de ellas, las nuevas ofrecen mejores rendimientos, una mayor resistencia a enfermedades, alturas más bajas, mejor calidad de granos o una mayor producción.

Características generales de las variedades de arroz

Actualmente en las zonas arroceras de Nicaragua las variedades INTA Dorado, INTA L8, INTA L9, están ampliamente distribuidas como cultivares de riego y de seco.

Variedad INTA Dorado:

Vigor comercial: Muy Bueno.

Días a flor: 80 a 90

Altura de la planta: 92 cm.

Excursión de espiga: Bueno.

Desgrane: Resistente.

Longitud de espiga: 23.6 cm.

Capacidad de macollamiento: Bueno.

Reacción al acame: Tolerante.

Reacción a Pyricularia: Tolerante.

Peso de 1000 granos (g): 25 gr.

Días a cosecha: 120 – 125.

Potencial genético: 160 qq/mz.

Recomendado para: Secano y Riego.

Fuente: (CIAT 1986).

Adaptabilidad

El INTA-DORADO se recomienda para los sistemas de secano favorecido y riego, con precipitaciones de 1200 a 1600 mm anuales, se puede sembrar desde el nivel del mar hasta 800 msnm, se adapta a suelos franco arcilloso a arcillosos, pH de 6.0 a 7.0, temperatura 20 a 32° C.

Zonas recomendadas

Para zonas arroceras de riego, Sébaco, Malacatoya, León, y en las zonas de arroz de secano favorecido tenemos, Chinandega, Jalapa, Pantasma, Rio San Juan, Cárdenas y Rivas.

Época de siembra

INTA-Dorado es una variedad de arroz de grano largo amarillo con buena calidad molinera, se recomienda sembrarse en secano favorecido y riego, su siembra se puede realizar en la época lluviosa (15 junio al 30 julio) y en la época seca (15 noviembre al 30 diciembre).

Densidad poblacional

La densidad de siembra: Al voleo es de 200 a 220 libras por manzana en siembra a chorrillo, con máquina convencional se usan 175 libras por manzana, la distancia entre planta e hilera es de 30 centímetros.

Variedad L8:

Vigor comercial: Bueno.

Días a flor: 84.

Altura de planta: 107 cm.

Excursión de panícula: 7 cm.

Densidad de panícula: Intermedia

Color de la testa: Pajizo.

Longitud de panícula: 24.5 cm.

Macollamiento: Buena.

Reacción al acame: Resistente.

Reacción a Pyricularia: Tolerante. Peso

de 1000 granos: 26.5 gramos. Días a

cosecha: 115-120 dds. Rendimiento

potencial: 110-115 qq/mz.

Recomendado para: Secano favorecido.

Excursión de la panícula: 7.6 cm.

Densidad de espiga: Intermedia.

Color del grano: Pajizo.

Calidad molinera: Buena.

Fuente: (CIAT 1986).

Zonas recomendadas

La siembra se recomienda en las principales zonas de secano favorecido y riego del país, Chinandega en Chinandega, Posoltega y El Viejo, Granada en Diriá y Diriomo, Rivas en Belén y Cárdenas, Carazo en El Rosario y Santa Teresa, Nueva Segovia en Jalapa y Quilalí, Matagalpa en Sébaco, Jinotega en El Cuá, Wiwilí y Pantasma, la RAAN en Siuna, Waspan.

Rendimiento

INTA-L8, puede producir entre 7,115 kg/ha-1 (110 qq/mz) y 7,438 kg/ha-1 (115 qq/mz) bajo sistema en condiciones de secano favorecido.

Densidad poblacional

Densidad de siembra: La densidad de siembra recomendada de INTA-L8 es de 150-180 lb/mz en el sistema tecnificado o semi-tecnificado y 80-100 lb/mz al espeque y a distancia entre planta y entre hilera 30 centímetros.

Variedad L9:

Vigor: Bueno.

Días a flor: 85-89.

Altura de planta: 116 cm. Excursión

de la panícula: 7.6 cm. Densidad

de panícula: Intermedia. Color de

la testa: Pajizo.

Longitud de panícula: 25.8 cm.

Habilidad de macollamiento: Buena.

Reacción al acame: Resistente.

Reacción a Pyricularia: Tolerante.

Reacción a Helminthosporium sp: Tolerante.

Reacción a Rhynchosporium orizae: Tolerante.

Peso de 1000 granos: 25.6 gramos.

Días a cosecha: 120-125 días.

Rendimiento potencial: 110-120 qq/mz.

Recomendado para: Secano favorecido.

Calidad molinera: Buena.

Fuente: (CIAT 1986)

Zonas recomendadas

La siembra se recomienda en las principales zonas de secano favorecido del país: Nueva Segovia, Jalapa, Quilalí, Matagalpa, Jinotega en El Cuá, Wiwilí y Pantasma, Río San Juan en Morrito, San Miguelito, San Carlos y El Castillo, RAAN en Waspan, Granada en Diriá, Diriomo y Nandaime, Rivas en Belén y Cárdenas, Carazo en El Rosario y Santa Teresa.

Densidad poblacional

Densidad de siembra: La densidad de siembra recomendada del INTA-L9 es de 150 a 180 lb/mz en el sistema tecnificado y semi-tecnificado con una distancia entre planta y entre hilera de 30 centímetros y en siembra el espeque, 80 a 100 lb/mz.

Rendimiento

INTA-L9, puede producir entre 7,762 kg/ha-1 (120 qq/mz) y 8,085 kg/ha-1 (125 qq/mz) bajo sistema en condiciones de secano favorecido.

Importancia nutricional del cultivo de arroz

El arroz es la principal fuente de proteína y calorías de la población de América Latina en donde el consumo pasó de 10 kg a 30 kg entre los años de 1930 a 1990. El arroz es un alimento básico en la región tropical, especialmente en áreas con problemas nutricionales, ya que puede suministrar más calorías a la dieta que el maíz, el trigo y la yuca (FAO, 2006).

El arroz proporciona el 80% de las calorías consumidas en casi 3 mil millones de personas en todo el mundo. Sin embargo, es una fuente pobre en micronutrientes y vitaminas. El arroz es un alimento básico en la región tropical, especialmente en áreas con problemas nutricionales de países Latinoamericanos y Caribe (Asembio, 2007).

Composición Nutritiva del arroz en 100 gramos de porción comestible en crudo Según (Erosky, 2001)

Tabla 1. Composición nutritiva del arroz

	Energía (Kcal)	Hidratos de carbono (g)	Proteínas (g)	Grasas (g)	Fibras (g)	Potasio (mg)	Fosforo (mg)	Vit. B1 (mg)	Vit. B2 (mg)	Vit. B3 (mg)
Arroz blanco	354,0	77,0	7,60	1,70	0,30	180,0	120,0	0,06	0,03	3,80
Arroz integral	350,0	77,0	8,0	1,10	1,20	300,0	275,0	0,30	0,06	4,60

Fuente: (Erosky 2001)

En la tabla reflejan la composición nutritiva entre arroz blanco e integral, donde se puede apreciar un mayor resultado en el arroz integral en cuantos a proteínas, fibras, fosforo, potasio y en el complejo de vitamina B. El arroz blanco supera a la integral en cuanto a energía y grasas; tomando en cuenta estas comparaciones surge la importancia de los niveles nutricionales en cultivo de arroz.

Descripción de la planta

Numerosos investigadores han mostrado interés acerca de la clasificación taxonómica del arroz. Según (Sato, 1999 a) y (Castro, 2000) este cultivo se clasifica de la siguiente forma:

- **Subdivisión:** *Magnoliophytina*.
- **Clase:** *Liliatae*.
- **Orden:** *Poales*.
- **Familia:** *Poaceas*.
- **Género:** *Oryza*.
- **Especie:** *Oryza sativa L.*
- **Raíces:** las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales.

Tallo: el tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso, glabro y de 60-120 cm. de longitud.

Hojas: las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos.

Flores: son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración.

Inflorescencia: es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemmas estériles, la raquilla y el flósculo.

Grano: el grano de arroz es el ovario maduro. El grano descascarado de arroz (cariópside) con el pericarpio parduzco se conoce como arroz café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el arroz rojo.

Requerimientos edafoclimáticas

(Fernández, 1999) y (Florentino, 2000), expone que los requerimientos edafoclimáticos es un conjunto de factores atmosféricos que caracteriza a una región, en el que intervienen:

- Clima

Se trata de un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel nacional se concentra en los climas húmedos tropicales del país, pero también se puede cultivar en las regiones de clima cálido. El cultivo se extiende desde los 49-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2.500 msnm. de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultivan en tierras altas, donde están más influenciadas por la variabilidad de las mismas.

- Temperatura

El calor acelera los procesos biológicos y por lo tanto la temperatura con sus variaciones, tiene una importancia en el crecimiento y en el desarrollo de la planta de arroz, la que necesita para germinar un mínimo de 10 a 13°C, se considera óptimo entre 30 y 35 °C. Por encima del 40°C no se produce la germinación.

En el caso particular del Ahijamiento, la temperatura que se debe de tener en cuenta es la del agua y no la de la atmósfera, la óptima es de 30-32 °C.

Mientras que en la floración está entre 22 y 32 °C, las temperaturas bajas atrasan la fecundación. La maduración necesita una temperatura de 25 °C. Las altas en la noche intensifican la respiración de la planta, con lo que el consumo de las reservas acumuladas durante el día por la función clorofílica es mayor.

Por esta razón, las bajas durante la noche favorecen la maduración de los granos.

- Suelo

El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto, la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes.

- pH

El pH óptimo para el arroz es 6.6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y además las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico.

Plagas y Enfermedades

(Montoya 1998) y (Lugo 2005), afirman que los factores que más inciden en la producción y productividad de arroz están las plagas y enfermedades que han adquirido importancia en las últimas décadas, siendo unos de los problemas fitosanitario más graves de este cultivo.

Las plagas que frecuentemente se presentan en el cultivo de arroz son:

- **Hidrelia (*Hydrellia sp*)** Ataca al cultivo en sus inicios tanto en almacigo como después del trasplante.
- **Langosta (*Spodoptera sp*)** Ataca a las plántulas en los semilleros, destruyéndolos.
- **Sogata (*Tagozodes oryzicolus*)** Pica las hojas y trasmite el mal de la hoja blanca (virus).
- **Barrenador del tallo (*Diatraea sacharalis*)** Taladra los tallos, la planta se pone amarillenta y detiene su crecimiento.

- **Novia del arroz (*Rupella albinella*)** Se alimentan con los verticilos centrales no abiertos de las hojas, devoran el margen interno de las hojas.

Entre las enfermedades más comunes que se encuentran en el cultivo de arroz tenemos:

- **Pyricularia o quemazón del arroz (*Pyricularia oryzae. Cav*):** Ataca a toda la planta, especialmente las hojas y los cuellos. Aparecen manchas de color café en las márgenes de las hojas. Las perdidas van del 50 al 90 %. Se puede evitar adquiriendo semilla de calidad “certificada” o seleccionada en la propia parcela.
- **Falso carbón (*Ustilagoidea virens. Tak*)** El hongo se desarrolla en forma visible en los ovarios de los granos individuales. Estos se transforman en masas aterciopeladas de color verde.
- **Helminthosporium (*Helminthosporium oryzae*)** Se presenta en las hojas, las vainas de las hojas y las glumas. Aparecen manchas de color amarillo pálido, blanco sucio, café o gris.
- **Pudrición del tallo (*Leptosphaeria salvinii. Catt*):** Aparecen pequeñas lesiones negras en la parte exterior de las vainas de las hojas, cerca del nivel del agua. El tallo se acama y la planta cae.
- **Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani. Kunh*)** Aparecen manchas bastante grandes en las vainas de las hojas. A veces se producen manchas en las hojas y en los tallos por encima del nivel del agua.

Requerimientos nutricionales

Tradicionalmente el *Oryza sativa* se fertiliza con nitrógeno, fósforo y potasio, aunque puede darse el caso de ser necesario aplicar zinc (Zn), azufre(S), calcio (Ca), hierro (Fe) y otros elementos muy específicos. Las fuentes portadoras de fertilizantes minerales más comunes, para el arroz son:

- **Nitrógeno**

(Martínez, 2008). Señala que el nitrógeno se considera el elemento nutritivo que repercute de forma más directa sobre la producción, aumenta el porcentaje de espiguillas rellenas, incrementa la superficie foliar y contribuye además al aumento de calidad del grano. El arroz necesita el nitrógeno en dos momentos críticos:

1. En la fase de Ahijamiento medio (35-45) días después de la siembra, cuando las plantas están en el desarrollo de la vegetación necesaria para producir arroz.

2. Al inicio de la formación de la panícula.

El nitrógeno se debe aportar en dos fases: la primera como abonado de fondo, y, la segunda, al comienzo del ciclo reproductivo. La dosis de nitrógeno depende de la variedad, el tipo de suelo, las condiciones climáticas, manejo de los fertilizantes, etc. En general la dosis de 130-325 kg/ha⁻¹ de nitrógeno por hectárea distribuida dos veces 75% como abonado de fondo, 25% a la iniciación de la panícula.

- **Fósforo**

También influye de manera positiva sobre la productividad del arroz, aunque sus efectos son menos espectaculares que los del nitrógeno. Estimula el desarrollo radicular, favorece el Ahijamiento, contribuye a la precocidad y uniformidad de la floración y maduración y mejora la calidad del grano. El arroz necesita encontrar fósforo disponible en las primeras fases de su desarrollo, por ello es conveniente aportar el abonado fosforado como abonado de fondo. Las cantidades de fósforo a aplicar varía desde los 65 -152 kg/ha⁻¹ (Martínez, 2008).

- **Potasio**

Aumenta la resistencia al acamado, a las enfermedades y a las condiciones climáticas desfavorables. La absorción del potasio durante el ciclo de cultivo transcurre de manera similar a la del nitrógeno. La dosis a aplicar varía entre 66-149 kg/ha⁻¹. Las cifras altas se utilizan en suelos sueltos y cuando se utilicen dosis altas de nitrógeno. La dosis de los dos últimos elementos está en dependencia de su contenido en el suelo (Martínez, 2008).

El potasio no es un componente de compuestos orgánicos en las plantas, pero es un cofactor para 60 o más enzimas, es importante para la respiración, y translocación de asimilatos. Dentro de sus efectos generales se puede mencionar: favorecer el macollaje, e incrementar el tamaño y peso de granos, jugar un rol importante en la apertura y cierre de estomas y mayor tolerancia a condiciones climáticas desfavorables, incrementar la respuesta a la aplicación de otros nutrientes (N y P principalmente), contribuir a una mayor tolerancia a las enfermedades, e incrementar la fortaleza de los tallos reduciendo el vuelco De (Data et al 1995).

(Dobermann, A., y T. Fairhurst, 2000) asegura que la deficiencia de K resulta en acumulación en la planta de azúcares lábiles de bajo peso molecular, amino ácidos y aminos que son una muy buena fuente de alimento para los patógenos que atacan las hojas. Por otro lado, el K mejora la tolerancia de la planta a condiciones climáticas adversas, al acame y al ataque de insectos y enfermedades. Los síntomas de deficiencia tienden a aparecer primero en las hojas viejas, debido a que el K es móvil dentro de la planta y se transloca de las hojas en senescencia a las hojas jóvenes. A menudo, la respuesta en rendimiento a la aplicación de K solamente se observa cuando el suplemento de otros nutrientes, especialmente N y P, es suficiente.

- **Síntomas de deficiencia de K y efectos en el rendimiento:**

Los primeros síntomas de deficiencia de K en arroz aparecen como plantas de color verde oscuro que tienen hojas con márgenes de color amarillo parduzco o puntos necróticos. Estos síntomas aparecen primero en las puntas de las hojas viejas.

A medida que las deficiencias se acentúan, el color amarillo parduzco de las puntas de las hojas se desplaza a lo largo del filo y finalmente llega a la base de la hoja.

Las hojas superiores son cortas, agobiadas y de un color verde oscuro sucio. Las hojas viejas cambian de color amarillo a café y si la deficiencia no se corrige

aparece una decoloración gradual de las hojas jóvenes. Las puntas y los márgenes de las hojas se pueden secar.

Cuando la deficiencia de K es severa, aparecen puntos café en las puntas de las hojas viejas que luego se esparcen a toda la hoja, la que a su vez toma un color café general y finalmente se seca. Pueden también aparecer puntos necróticos en la panoja.

A menudo no se detectan los síntomas de deficiencia de K porque éstos no son tan fáciles de reconocer como los síntomas de deficiencia de P y N. Esto se debe a que los síntomas de deficiencia de K tienden a aparecer durante periodos más avanzados del ciclo de crecimiento. Los síntomas foliares generalmente son más aparentes en los híbridos que en las variedades ya que los primeros tienen una mayor demanda de K y una óptima relación N: K más estrecha.

Otros síntomas y efectos de la deficiencia de K en el crecimiento de la planta se describen a continuación:

- Plantas de crecimiento lento (hojas pequeñas, tallos cortos y delgados). El macollamiento se reduce solamente en condiciones de muy severa deficiencia.
- Mayor incidencia de acame de plantas.
- Senescencia temprana de las hojas, marchitamiento y enrollamiento de las hojas, particularmente en condiciones de alta temperatura y baja humedad.
- Alto porcentaje de espiguillas estériles o mal llenadas, condición causada por una pobre viabilidad del polen y una translocación tardía de los carbohidratos. Se reduce el peso de 1000 granos.
- Mal sistema radicular (muchas raíces negras y baja densidad y longitud de las raíces) que causa una reducción en la absorción de nutrientes. Se reduce la producción de citoquinina en las raíces.

MARCO LEGAL O MARCO CONTEXTUAL

El Gobierno de Nicaragua dirige sus políticas y acciones de cara al bien común y la protección de la Madre Tierra, asumiendo la tarea de promover el desarrollo humano de todas y todos las y los nicaragüenses, bajo la inspiración de valores cristianos, ideales socialistas, prácticas solidarias, democráticas y humanistas.

Actualmente Nicaragua ha asumido un reto y un compromiso de país en materia de regulación del recurso bosque, cuenta con un marco legal, político y estratégico que integra acciones a nivel nacional, regional y local; a fin de cumplir las metas nacionales de adaptación y mitigación del Cambio Climático.

Norma técnica para la producción y comercialización de semilla certificada de granos básicos y soya.

NTON 11 006-02. Aprobada el 15 de Noviembre del 2002

Publicada en La Gaceta No. 32 del 14 de Febrero del 2003

Certificación

El suscrito Secretario Ejecutivo de la Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, CERTIFICA: Que en el Libro de Actas que lleva dicha Comisión, en las páginas 042, 043, 044, 045, 046, y 047 se encuentra el Acta No. 003-02 la que en sus partes conducentes, íntegra y literalmente dice: En la ciudad de Managua, a las tres de la tarde del día quince de Noviembre de dos mil dos, reunidos en el Auditorio principal del Ministerio de Fomento Industria y Comercio, MIFIC, los miembros de la Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, que acudieron mediante notificación enviada con fecha 04 de Noviembre de 2002, la cual consta en archivo y que contiene además la Agenda de la presente reunión, hora, lugar y fecha conforme lo establece la Ley, están presente los siguientes miembros: Lic. Luis Dinarte, del Ministerio Agropecuario Forestal; Ing. Róger Gutiérrez, del Ministerio de Transporte e Infraestructura; Lic. Gustavo Rosales, del

Ministerio de Salud; Lic. María Antonieta Rivas, del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales; Ing. Evenor Masís A., del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados; Lic. Margarita Cortez, de la Cámara de Industria de Nicaragua; Lic. Javier Delgadillo y Lic. Salvador Robelo, del Instituto Nicaragüense de Telecomunicaciones y Correos; Ing. Luis Gutiérrez del Instituto Nicaragüense de Energía; Dr. Julio César Bendaña, Secretario Ejecutivo de la Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad.

Acta

En la ciudad de Managua, en el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, a las doce del mediodía del día viernes catorce de junio del dos mil dos, los abajo firmantes en representación de sus respectivas Instituciones, fuimos citados para la elaboración de la Norma Técnica Obligatoria para la Comercialización de Semillas Certificada de Granos Básicos y Soya, estando todos conformes con dicha revisión final, ratificamos y firmamos.

NOMBRE	INSTITUCIÓN
Danilo Cortez	ANAR SAGSA
Danilo Salamanda	COAPROSEC
René Navas	AGROSA
Jaime Falla Eduardo	COOPAMAT
Sáenz Ricardo Valerio	MAG-FOR
M. José Francisco	MAG-FOR
Pavón Gustavo	INTA
Córdoba	MIFIC
Eduardo Mejía Talavera	INTA
César Estrada Rizo	MAG-FOR
Luis Dinarte Fonseca	

Esta Norma NTON 11 006-02 Norma Técnica para la Producción y Comercialización de Semilla Certificada de Granos Básicos y Soya, fue aprobada por el Comité Técnico en su última sesión de trabajo el día 14 de junio del 2002.

1. Objeto

Esta Norma tiene por objeto establecer las disposiciones, requisitos y procedimientos que deberán regir las actividades de la Producción, Certificación, Comercialización de semillas para la siembra de Granos Básicos y Soya, a fin de dar cumplimiento a lo estipulado en la Ley No. 280, Ley de Producción y Comercio de Semillas y su Reglamento, al Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial de Comercio.

2. Campo de aplicación

Se aplica a todas las actividades requeridas para Producción, Certificación, Conservación y Comercialización de Semillas de Granos Básicos y Soya.

2.1. Requisitos para la producción de semilla Certificada, incluyendo los requisitos de los campos de producción, inspecciones, tolerancias en los campos y tolerancias de laboratorio.

2.2. Requisitos para Comercialización de semillas de Granos Básicos y Soya.

2.3. Requisitos para Plantas Procesadoras de Semillas.

2.4. Requisitos de almacenes y bodegas para la conservación de semilla.

2.5. Procedimientos para el muestreo de lotes de multiplicación y análisis de la calidad de semillas agrícolas.

2.6. La autoridad para la aplicación de la presente Norma de acuerdo al Art. 7 de la Ley 280, Ley de Producción y Comercio de Semillas, es la Dirección General de Semillas del Ministerio Agropecuario y Forestal y su ejecución estará a cargo de la misma.

3. Definiciones

Sin perjuicio de las definiciones establecidas en el artículo 5 de la ley No. 280 y el artículo 2 de su Reglamento, para los fines de esta Norma, las palabras, frases, nombres y términos utilizados, tendrán respectivamente los siguientes significados:

3.1. Almacenamiento: Se refiere a la acción de guardar por un tiempo determinado un lote de semillas, de manera que su calidad se conserve adecuadamente.

3.2. Análisis oficial: Es el proceso al que se somete cualquier muestra representativa de un lote de semillas, enviada o no por el cuerpo de inspectores de semillas o el interesado, con el fin de determinar su calidad en los Laboratorios Oficiales y Acreditados ante la Dirección General de Semillas.

3.3. Aislamiento: la separación en tiempo y espacio, por la cual una fuente semillera se aparta de individuos u otras fuentes no deseables para evitar su contaminación.

3.4. Ciclo vegetativo del cultivo: Período comprendido entre la siembra y la madurez fisiológica. Este varía según el cultivo y se clasifica como precoz, intermedio y tardío.

3.5. Certificación: Es el proceso técnico de supervisión y verificación de la genealogía, producción, beneficiado y análisis final de la calidad de las semillas, destinado a mantener la pureza varietal y física, identidad genética, calidad fisiológica y sanitaria en la producción, comercio y distribución de las semillas y plantas de vivero.

3.6 Categoría: Etapa en la cual se identifica el número de la fase de la reproducción de una semilla sujeta a certificación.

3.6.1. Semilla Genética: Es la fuente inicial para la obtención de semilla Básica y es directamente producida por Instituciones de Investigación o Fitogenetista.

3.6.2. Semilla Básica: Es la primera generación de la semilla genética y es producida por las Instituciones de Investigación, Públicas y/o Privadas. Se identifican con etiquetas color blanco adherida al envase.

3.6.3. Semilla Registrada: Es la primera generación de semilla Básica y es producida por productores y empresas de semillas. Se identifican con etiquetas color rosada que van adheridas al envase.

3.6.4 Semilla Certificada: Es la primera generación de la semilla Registrada y es producida por productores y empresas de semillas. Se identifican con etiquetas color azul que van adheridas al envase.

3.6.5. * Semilla Autorizada: Es aquella que se origina de la semilla Certificada y es producida por productores y empresas de semillas. Se identifican con etiquetas color verde que van adheridas al envase.

3.7. * Desmezcle: Esta labor es fundamental en el proceso de certificación de semillas y se realiza con la finalidad de conservar la pureza genética, consiste en eliminar las plantas fuera de tipo de la variedad que se va a certificar.

3.8. Distancia de siembra: Espaciamientos entre surcos y entre plantas que resultan en determinada cantidad de plantas por unidad de superficie.

3.9. Descriptor varietal: Se define como los aspectos genéticos, estadísticos y descriptivos de variedades y se discuten la importancia, la necesidad y la forma de lograr una descripción de ellas adecuadamente a la industria.

3.10. Densidad de población: Es un número determinado de plantas por unidad de superficie.

3.11. Envase: Recipiente o bolsa utilizada para el empaque de semillas.

3.12. Empaque: Acción de envasar un lote de semillas.

3.13. Etiqueta de certificación: Es la cédula impresa o manuscrita en el envase que contiene la semilla y que la identifica genéticamente, especificando sus características, poder germinativo, forma de registro y recomendaciones de

manejo y conservación, así como la calidad y volumen de la misma. Es emitida por la Dirección General de Semillas.

3.14. Época de siembra: Períodos en que se divide el año agrícola. Las épocas de siembra son:

3.14.1. Primera: Mayo-Junio

3.14.2. Postrera y Postreron Julio-October

3.14.3. Apante: Noviembre-Diciembre

3.14.4. Riego: Todo período de cultivo sin lluvias.

3.15. Fechas óptimas de siembra: Período en que se puede sembrar para disminuir los riesgos en la producción de semillas.

3.16. Humedad de la semilla: Contenido de agua en la semilla, generalmente expresado en porcentaje (%)

3.17. Identidad genética: Características botánicas, agronómicas, fisiológicas y fitosanitarias, con las cuales fue originalmente inscrita la variedad.

3.18. Inspección de campo: tiene por objetivo verificar la identidad genética, pureza varietal y calidad fitosanitaria de cultivares en proceso de multiplicación, se realiza por medio de visitas oficiales de los inspectores de la Dirección General de Semillas.

3.19. Inspección industrial: Tiene por objetivo supervisar los procesos de manejo de los lotes de semilla de tal manera que la semilla resultante, cumpla los parámetros de calidad establecidos para cada especie en esta Norma. Son efectuadas por los Inspectores de la Dirección General de Semillas.

3.20. Campo de producción: Área o superficie donde se efectuará la multiplicación de la semilla.

3.21. Lote: Estiba o conjunto de estibas provenientes de un mismo campo de producción, previamente identificado en almacén.

3.22. Lote a granel: Semillas que no están envasados o contenidas en bolsas. Generalmente antes de ser procesadas.

3.23. Lote envasado: Semillas contenidas en bolsas o cualquier otro recipiente. Pueden ser antes o después del procesamiento.

3.24. Malezas nocivas: Son plantas indeseables que presentan características inconvenientes que dificultan su erradicación una vez establecidas en una zona, o que interfieren en las prácticas agronómicas normales del cultivo, o sirven como hospederas de plagas o enfermedades, o que su hábito de crecimiento afecte el desarrollo normal del cultivo, la pureza física u originan competencia en la absorción de los nutrientes, agua y luz, o bien dificultan el proceso de beneficiado para separar las semillas de un especie dada.

3.25. Materia inerte: Son todas aquellas impurezas extrañas al cultivo que pueden ser; material vegetal (trozos de hojas, tallos, flores, etc.) mineral (piedra, suelo, arena) y otros.

3.26. Muestra oficial: Es la porción tomada de un lote de semilla o de un campo de multiplicación por el inspector de certificación, para la realización del respectivo análisis de calidad.

3.27. Malezas comunes u objetables: Son las plantas indeseables que pueden eliminarse por medio de prácticas culturales adecuadas y cuya semilla se puede separar fácilmente durante el beneficiado de la semilla a certificarse.

3.28. Número de registro: Es una letra en serie seguida de un número correlativo, los cuales son asignados a cultivares, productores e importadores de semillas.

3.29. Origen: Es el lugar, época y ciclo en que fue producida la semilla.

3.30. Otras semillas: Se consideran como otras semillas aquellas provenientes de plantas cultivadas y/o malezas que se encuentran contaminando un lote o muestra de determinada variedad de semilla pura.

3.31. Procesamiento de Semilla: Es el conjunto de operaciones a que se somete un lote de semillas para obtener semillas uniformes en peso, tamaño, forma, calibre, color y que estén libres de contaminantes extraños. Puede incluir la aplicación de plaguicidas para la prevención de daños antes y después de la siembra de dicha semilla

3.32. Potencial genético. Se refiere a la capacidad máxima que tiene una variedad de producir y expresar sus características en un determinado ambiente.

3.33. Plantas fuera de tipo, plantas atípicas: Son plantas del mismo cultivo o de otros cultivos, pero que se diferencian del cultivar que se está produciendo en la expresión de las características morfológicas de pigmentación. Pubescencia en tallos y hojas, color, forma, tamaño de flores y sus partes, color, tamaño del fruto y semilla o características de maduración, macollamiento, esterilidad masculina.

3.34. Pureza genética: Es el grado de preservación de la composición genética de un lote de semillas en relación a la población original, expresado en su máximo. (ampliarse).

3.35. Pureza física: Es el porcentaje en peso de la composición de la muestra analizada (semilla pura, materia inerte y otras semillas).

3.36. Registro: Es el proceso de inscribir, asentar y registrar que realiza la Dirección General de Semillas, para las distintas actividades que conllevan la investigación, producción, importación, exportación, comercialización y distribución de semillas y plantas de viveros o de cualquier otra actividad vinculada a la obtención de estas.

3.37. Semilla: Toda estructura vegetal destinada a la propagación sexual o asexual de una especie tales como; semilla botánica, esquejes, estacas, injertos-patrones, yemas, bulbos, rizomas, tubérculos, tejidos vegetales in vitro y otros materiales de propagación.

3.38. Semilla dañada: Son aquellas semillas quebradas o con daños en su estructura; que afectan principalmente su germinación y la apariencia de la semilla.

3.39. Semilla enferma o infestada: Son las semillas que han sido afectadas por hongos, bacterias, insectos y otros organismos patógenos.

3.40. Tolerancias: Unidades máximas o mínimas de los requisitos exigidos para la certificación de la semilla en sus diferentes categorías.

3.41. Testigo: Cultivar registrado en la Dirección General de Semillas de características bien definidas utilizado para comparar las características de un nuevo cultivar.

3.42 Cultivar o Variedad: Conjunto de plantas o individuos cultivados que se distinguen de otros de la misma especie por una o más características morfológicas, fisiológicas, citológicas u otras de importancia económica y agrícola, que al ser multiplicadas mantienen las características iniciales.

2.2 HIPÓTESIS

Hipótesis general

Los niveles de potasio influyen en el rendimiento de las variedades de arroz (*Oryza sativa*) evaluadas bajo las condiciones de secano simulado (macollamiento, altura de la planta, longitud de panícula). Obteniendo un mayor (números de granos por panícula, fertilidad de las espiguillas, rendimiento de grano, peso de mil granos).

Hipótesis Específicas

2.2.1 Interacción de los factores

Ho= No existe diferencia estadística significativa con un 95 % de confianza en la interacción entre los niveles de potasio y las variedades estudiadas. (Macollamiento, altura de la planta, longitud de panícula).

Ha= Existe diferencia estadística significativa con un 95 % de confianza en la interacción entre los niveles de potasio y las variedades estudiadas.

2.2.2 Rendimiento Productivo

Ho= No existe diferencia estadística significativa con un 95 % de confianza en el rendimiento en las variedades estudiadas al utilizar diferentes niveles de potasio. (granos por panícula, fertilidad de las espiguillas, peso de mil granos).

Ha= Existe diferencia estadística significativa con un 95 % de confianza en el rendimiento en las variedades estudiadas al utilizar diferentes niveles de potasio.

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Localización del experimento

El experimento se estableció en el municipio de Darío, específicamente en el centro experimental de TAINIC, bajo condiciones de secano simulado, la siembra se enmarca en los periodos normales de las siembras comerciales del valle de Sébaco. La estación experimental de arroz del INTA está físicamente ubicada comarca El Horno, municipio de Ciudad Darío, Matagalpa, siendo sus coordenadas geográficas de 12°48'51" de latitud Norte, y 86°09'53" de longitud Oeste. La altitud del sitio es de 460 msnm (INETER, 2008).

3.2 Zona de vida

Los suelos pertenecen a la serie Darío, clase II; de carácter profundos, drenados, planos y alta fertilidad, clasificados como zona de vida de bosque tropical seco – pre montano (INETER, 2008).

3.3 Descripción del lugar

La zona presenta precipitaciones anuales que se encuentran en el rango de los 738- 850 mm año, con una temperatura media anual de 26°C, su humedad relativa promedio anual es de 73%, la velocidad promedio anual de los vientos es de 3.09 m/s, con brillo solar de 7.0 horas luz, y evaporación anual promedio de 5.6 mm (INETER, 2008).

3.4 Tipo de investigación

Según (Tamayo 2003) Los tipos de estudio de una investigación está formado por un diseño básico dentro de él, por un conjunto de procedimientos y técnicas específicas consideradas como adecuadas para la recolección y análisis de la información requerida por los objetivos del estudio de la investigación pueden clasificarse según diferentes aspectos.

El enfoque de la investigación es cuantitativo, pues como destaca (Sampieri, Fernández y Baptista 2006) los estudios cuantitativos son aquellos que usan la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento.

"Es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos para mismo estudio o una serie de investigaciones para responder al planteamiento del problema".

La cobertura de la investigación es transversal ya que se realizó en un tiempo determinado (II semestre del año 2017).

(Salineros 2004), destaca que el diseño transversal es apropiado cuando la investigación se centra en analizar cuál es el nivel de una o diversas variables en un momento dado. También es adecuado para analizar la relación entre un conjunto de variables en un periodo de tiempo previamente determinado.

La investigación de nivel descriptivo, también conocida como la investigación estadística, describen los datos, El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. El objetivo principal es saber el por qué y para qué se está realizando, siendo una herramienta fundamental de éste tipo de investigación, la gráfica.

3.5 Diseño Experimental

El diseño utilizado fue el de Diseño de bloques completos al azar con arreglo en Parcelas Divididas. Es bifactorial en parcelas divididas debido a que se logra una mejor azarización y al momento de la distribución de los tratamientos es más fácil. La parcela grande corresponde al nivel de potasio y la parcela pequeña a las variedades, las variedades dentro del diseño quedan en diferentes posiciones obteniendo mejores resultados con respecto a las condiciones del terreno.

Los tratamientos evaluados fueron tres niveles de potasio y tres variedades de arroz para un total de nueve tratamientos y cuatro bloques obteniendo 36 parcelas experimentales o unidades experimentales.

3.6 Población y Muestra

Cada parcela experimental estuvo conformada por cinco surcos de cinco metros de largo cada uno. La separación entre surco fue de 0.3 m (APE: 7.5 m²). La parcela útil consistió en los tres surcos centrales de la parcela experimental (APU: 4.5 m²).

3.7 Tipo de Muestreo

En experimentación agrícola la parcela se llama unidad experimental pero la muestra se denomina parcela útil conformada por los tres surcos centrales de donde se tomaron los datos de las variables evaluadas.

3.8 Descripción de los Tratamientos

Se evaluaron tres niveles de potasio y tres variedades de arroz. La parcela grande corresponde a los niveles de potasio y la pequeña a las variedades.

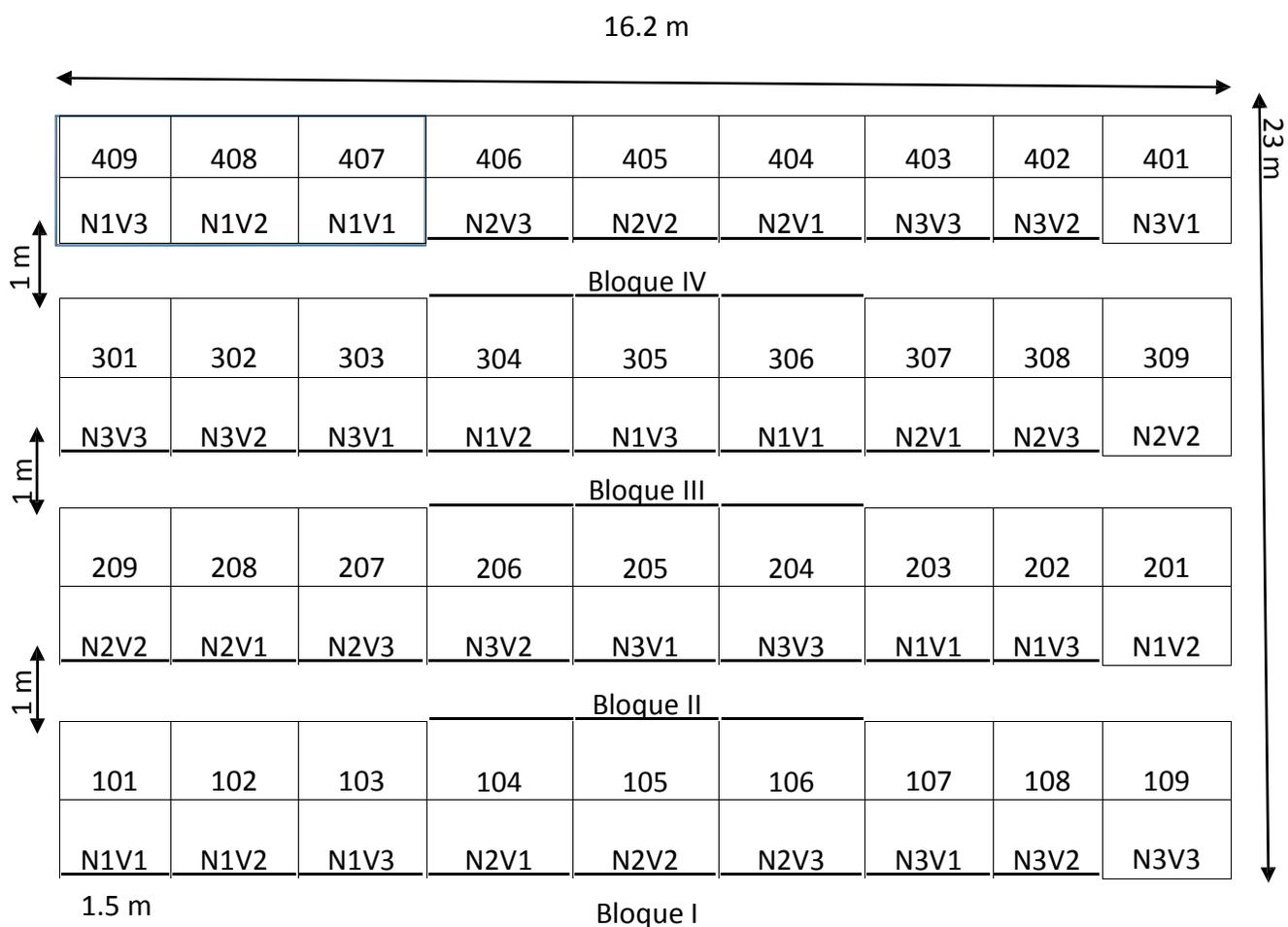
Tabla 2. Descripción de los tratamientos

Niveles de potasio		Variedades	
Nivel 1*	0 kg/ha K ₂ O	Variedad 1	INTA L-8
Nivel 2	40 kg/ha K ₂ O	Variedad 2	INTA L-9
Nivel 3	80 kg/ha K ₂ O	Variedad 3	INTA Dorado

Fuente: elaboración propia.

*Nivel 1 es el tratamiento testigo absoluto para potasio.

3.9 Plano de campo



- N1: Nivel 1 Corresponde a 0 kg/ha.
- N2: Nivel 2 Corresponde a 40 kg/ha.
- N3: Nivel 3 Corresponde a 80 kg/ha.
- ❖ V1: Variedad INTA L8.
- ❖ V2: Variedad INTA L9.
- ❖ V3: variedad INTA Dorado.
- ❖ Numero son para la identificación de parcela.

3.10 Manejo Agronómico del Experimento

La preparación del suelo se realizó con un pase de romplow 20 días antes de la siembra. Un pase de roter 10 días ante de la siembra y un pase de banca cinco días ante de la siembra.

El experimento fue sembrado bajo condiciones de riego el 20 de julio 2017, simulando seco, se realizó el en surcos a una distancia de 30 cm entre surco, sembrando a chorrillo ralo a razón de 133 Kg ha⁻¹. Para el manejo de malezas se utilizó Clomazone a razón de 1.4 L/ha.

El control de malezas de hojas anchas, gramíneas y ciperáceas, se realizó antes del establecimiento del cultivo hasta los primeros 40 días de establecido. Para ello se aplicaron medidas de control, mecánico, manual y químico (Clomazone a razón de 1.3 lt/mz). Además, se realizaron limpiezas manuales para la eliminación de plantas atípicas y facilitar la labor de la cosecha, a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

Para el control de plagas se realizaron dos aplicaciones de Engeo (Thiametoxan+Lambdacialotrina) a razón de 140 cc/ha.

Se realizaron dos aplicaciones de Fugi-one a razón 1.4 lt/ha, por incidencia de Pyricularia y protección de espiga.

El control de malezas (hoja ancha, poaceas y ciperaceas) se realizó utilizando Bentazon 48, a razón de 1.4 L/ha.

La fertilización se realizó de la siguiente forma:

1. Fertilización base: Formula 18-46-00, 97 kg ha⁻¹ al momento de la siembra.
2. Complementación de fertilización nitrogenada: Formula Urea 46%, 259 kg ha⁻¹, en forma fraccionada de la siguiente forma:
 - Primer fraccionamiento (15 dde) y segundo fraccionamiento (35 dde); 97 kg ha⁻¹ cada uno.
 - Tercer fraccionamiento (55 dde); 65 kg ha⁻¹.

3. Complementación de fertilización potásica: Formula MOP (0-0-60), en forma fraccionada de la siguiente forma:

- Primer fraccionamiento (35 dde) y segundo fraccionamiento (55 dde); según el tratamiento que le correspondió, cada fraccionamiento fue de 50% del K_2O total en cada tratamiento.

El riego se realizó de manera complementaria cuando las precipitaciones fueron insuficientes, utilizando la técnica Húmedo-Seco para simular condiciones de secano, en esta técnica solo se hicieron pases de agua cuando el nivel del agua se encontraba 20cm debajo de la superficie el suelo.

No se utilizó lámina de agua permanente en el experimento ya que se realizó simulación de secano utilizando la técnica húmedo-seco que consiste en la aplicación de pases de agua cuando el suelo presenta una lámina de agua de 15 cm por debajo del suelo.

Para ello se colocaron tubos de 30 cm donde 20 cm estaban perforado enterrado y 10 cm sobre la superficie del suelo. Al medir cuanto se ha profundizado el agua se rellenaba de agua, permitiendo regar con menos frecuencia.

Durante la etapa de Panzoneo el ensayo fue afectado por inundación a causa del desborde del rio grande de Matagalpa. Esto causó problemas en las variedades que ya se encontraba en floración, produciendo perdida por vaneamiento del grano en todas las variedades.

3.11 Toma de datos para la medición de variables

Según el DICTA, (2003) en las plantas que producen semilla, se distinguen tres fases de desarrollo, las cuales tienen períodos de crecimiento definidas en cuanto a la diferenciación de la planta y los días de duración de estas tres fases. En el caso del arroz, estas fases son las siguientes:

La fase vegetativa: Por lo general dura de 55 a 60 días en las variedades de período intermedio. Comprende desde la germinación de la semilla, emergencia, macollamiento (Ahijamiento), hasta la diferenciación del primordio floral. Esta fase es la que diferencia unas variedades de otras, según sea la precocidad o tardanza de la misma en alcanzar su respectivo ciclo de cultivo. En la fase vegetativa es cuando se determina en gran parte, el número de espigas por planta o por unidad de superficie, debido principalmente al macollamiento de las plantas, lo cual es uno de los tres componentes de rendimiento de una plantación de arroz.

La fase reproductiva: Incluye el período desde la formación del primordio floral, embuchamiento (14-7 días antes de la emergencia de la panícula), hasta la emergencia de la panícula (floración). Esta fase dura entre 35 y 40 días. Normalmente la duración de la fase reproductiva en las variedades cultivadas, varía muy poco. En esta fase se determina el número de granos por panícula, que es también otro de los tres componentes de rendimiento en la producción de un cultivo de arroz.

La fase de madurez: Abarca desde la emergencia de la panícula (floración), el llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha (madurez del grano) y dura de 30 a 40 días. Esta fase también varía muy poco de una variedad a otra. Se considera que en esta fase se determina el peso del grano a la madurez, por lo que es el tercero de los 3 componentes de rendimiento en una plantación de arroz.

La escala de evaluación estándar para arroz del (CIAT 1983), regirá para evaluar cualitativamente las variables. El tamaño de muestra para caracteres cuantitativos

de crecimiento y desarrollo será de 10 plantas elegidas al azar en el área central de la parcela útil de cada tratamiento.

El resultado de la evaluación de cada variable se registrará considerando el estado fenológico de la planta, el cual se indica al final de cada variable con un código entre paréntesis, de acuerdo al estado de crecimiento tal como se describe a continuación:

Tabla 3. Estado fenológico de la planta

Calificación	Categorías
00	Germinación
01	Plántula
02	Ahijamiento
03	Elongación del tallo
04	Cambio de primordio
05	Panzoneo
06	Floración
07	Estado lechoso del grano
08	Estado pastoso del grano
09	Maduración fisiológica

Fuentes: (CIAT 1983)

Procedimiento para medir las variables

Macollamiento por metro lineal (Ti): Se realizó recuento de tallos productivos por metro lineal. Tiempo de evaluación, estado de crecimiento 06.

Altura de la planta (Ht): Se registró la longitud de la planta en cm, desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta. Tiempo de evaluación estado de crecimiento 07

Tabla 4. Altura de la planta escala CIAT

Clasificación	Categorías
1	Menos de 100 cm planta semienana.
5	101-130 cm Intermedias.
9	Más de 130 cm altas.

La altura de la planta es a menudo la característica más notable, es usado como un criterio de crecimiento especialmente donde la temperatura es baja o cuando el agua es profunda. Después del lento crecimiento durante el estado de la plántula la altura de la planta aumenta rápida y casi linealmente hasta la floración (De Datta, 1986).

La altura del tallo principal está en función del número de nudos y longitud de entrenudos lo cual es una característica varietal definida, pero puede suceder que sea afectada por las condiciones ambientales (Somarriba 1998).

Longitud de panícula: Para determinar este carácter se tomaron al azar diez panículas, la medición es desde el nudo ciliar hasta el último grano, se expresará en cm. Tiempo de evaluación, en estado de crecimiento 09.

Número de granos por panícula (Ngp): Se tomaron del área de la parcela útil 10 panículas al azar. Luego se procederá a contar el número total de granos y dividirlo entre el número de panículas (10), y calcular el promedio respectivo. Tiempo de evaluación, en estado de crecimiento 09.

Fertilidad de las espiguillas (St): De 10 panículas tomadas al azar por cada tratamiento, se contaron los granos (espiguillas) totales vanos y los enteros. Luego, se realizó el respectivo cálculo para obtener el porcentaje de fertilidad. Tiempo de evaluación en el estado de crecimiento 09.

Tabla 5. Fertilidad de espiguilla escala CIAT

Clasificación	Categorías
1	Altamente fértiles (más del 90%)
3	Fértiles (75-89%)
5	Parcialmente fértiles (50-74%)
7	Estériles (10-49%)
9	Altamente estériles (menos del 10%)

Rendimiento de grano (Yld): Se cosecho el grano (granza) en el área de la parcela útil de cada tratamiento, expresándolo en kg ha-1 y considerando un 14% de humedad. Tiempo de evaluación, estado de crecimiento 09.

Peso de 1000 granos (GW): Se pesaron 1000 granos, expresados en gramos al 14% de humedad. Tiempo de evaluación, en estado de crecimiento 09.

3.12 Operalización de variables

Variables	Sub-variable	Indicadores	Tiempo de Evaluación (Estado Fenológico)	Medios
Interacción entre los niveles.	Macollamiento por metro lineal.	Recuento de número macolla por metro lineal.	Floración	Hojas de datos. Escala CIAT
	Altura de planta.	Longitud de la planta en centímetro, superficie del suelo hasta la punta de la panícula.	Estado lechoso del grano	Cinta métrica.
	Longitud de panícula.	Longitud desde el nudo ciliar hasta el último grano, se expresara en cm.	Maduración fisiológica	Cinta métrica Escala CIAT

Variables	Sub- variables	Indicadores	Tiempo de evaluación (Estado fenológico)	Medios
Rendimiento productivo	Granos panículas.	10 panículas al azar del área de la parcela útil. Luego se procedió a contar el número total de granos.	Maduración fisiológica	Hoja de datos
	Fertilidad espiguilla.	De 10 panículas tomadas al azar por cada tratamiento, se contaron los granos (espiguillas) totales y los enteros.	Maduración fisiológica	Hoja de datos y escala del CIAT
	Peso de 1000 granos.	Pesamos 1000 granos, expresados en gramos al 14% de humedad.	Maduración fisiológica	Peso en gramos Hoja de campo
	Rendimiento de grano.	Cosecha de grano (granza) en el área de la parcela útil de cada tratamiento (kg ha-1) considerando un 14% de humedad.	Maduración fisiológica	Hoja de campo Pesa en kg

3.13 Análisis estadístico de los datos

Se utilizó hojas electrónicas de Microsoft Excel para formar una matriz de datos.

Antes de realizar los análisis se utilizaron las pruebas de Shapiro-Wilk para determinar normalidad en los datos y para la homogeneidad la prueba de Levene. Las variables que no cumplieron con los supuestos fueron transformadas, en el caso de las variables de escala fueron analizadas mediante tablas de frecuencia.

Se realizó Análisis de Varianza para demostrar la aceptación o rechazo de la hipótesis investigativa por tratamiento.

Las medias de los cultivares fueron separadas utilizando la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de significancia ($\alpha=0.05$).

También se efectuó Correlación (Pearson) para determinar el comportamiento de las variables frente a los niveles de potasio utilizados.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

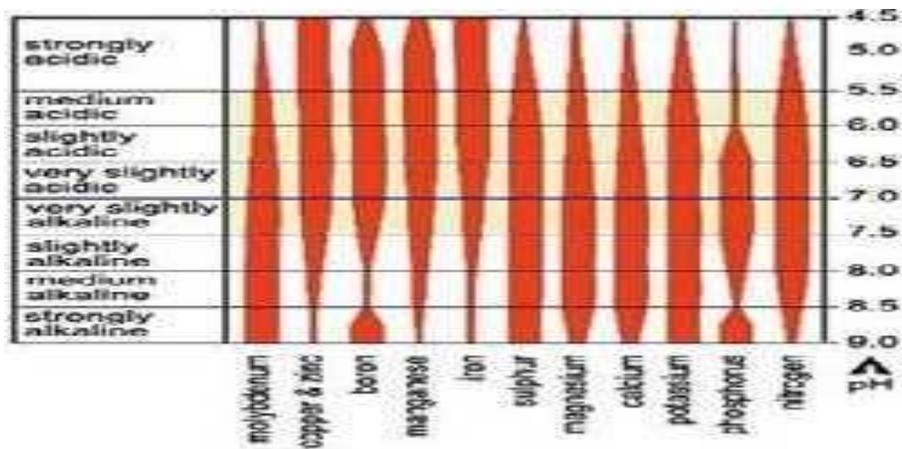
Finalizado la fase de campo del experimento de tres niveles de potasio en las tres variedades de arroz bajo las condiciones de secano simulado se presentan los siguientes resultados en base a la operalización de variables

4.1 Análisis de suelo

Tabla 6. Análisis del suelo

Tipo de suelo	Arcilloso
pH del lote	8.25 (medianamente alcalino)
Materia orgánica	1.9 % (Bajo)
Fosforo	54.30 ppm (Alto)
Potasio	0.67 meq (Alto)
Hierro	30.9 ppm (Medio)
Cobre	4.40 ppm (Alto)
Manganeso	118.9 ppm (Alto)
Zinc	3.4 ppm (Alto)
Boro	0.47 ppm (Alto)

El análisis de suelo realizado en el lote C3 donde fue establecido el ensayo, refleja que el suelo posee un pH medianamente alcalino, alto contenido de fosforo y potasio y bajo contenido de nitrógeno, sin embargo, el nivel de pH del suelo reduce la disponibilidad del fosforo existente en el terreno, por lo que siempre es necesario hacer aplicaciones complementarias



Fuente: (Molina, 2002).

Gráfico 1. Interpretación de análisis del suelo.

Dentro del uso de insumos en el cultivo del arroz, la fertilización constituye un factor importante en la obtención de altos rendimientos. La respuesta a la fertilización depende de la variedad, la fertilidad del suelo, el clima, el manejo del agua, y control de plagas y enfermedades (Cordero 1993).

Cuando se diagnostican las necesidades de fertilización de los cultivos es importante conocer el requerimiento de nutrientes para alcanzar un determinado rendimiento objetivo.

Los requerimientos se expresan en términos de kg o g de nutrientes que deben ser absorbidos por el cultivo para producir una tonelada de grano o materia seca.

Los requerimientos nutricionales de los cultivos varían de acuerdo al nivel de producción y el ambiente.

En el ensayo estableció en el centro experimental TACNIC, se muestran los requerimientos y los aportes que necesita el suelo para rendimientos productivos. (Ver anexo 4. Análisis de suelo).

Tabla 7. Parámetro componente del rendimiento

Nivel	Rendimiento	Fertilidad	Peso Mil Grano	Longitud Panícula	Número Total Grano	Macollas
0 kg/ha K ₂ O	3078.5 A	64.66 A	26.9 A	22.3 b	139 A	112 C
40 kg/ha K ₂ O	3212.09 A	66.61 A	28.4 A	22.81 ab	129 A	119 B
80 kg/ha K ₂ O	3153.88 A	71.47 A	28.4 A	23.65 a	132 A	126 A
pr>F	0.713	0.1669	0.2141	0.0114	0.4	0.001
DMS	485.68	9.72	0.08	0.92	200.28	5.82
Variedad						
INTA L-8	2507.14 B	65.37 Ab	27.83 A	23.19 a	136 A	120 A
INTA L-9	2671.53 B	64.09 B	27.2 A	22.88 a	142 A	116 B
INTA Dorado	4265.79 a*	73.28 A	28.4 A	22.68 a	121 A	122 A
pr>F	<0.0001	0.0175	0.35	0.1	0.1	0.0005
DMS	408.8	7.95	0.08	0.57	246.81	3.24
pr>F para K*V	0.3876	0.2451	0.9726	0.1731	0.16	0.041
DMS	972.11	18.91	0.19	1.37	586.9	7.71

Tabla 8. Separación de media para variable macolla

Nivel de potasio	Variedad	Medias	Categoría
80 kg/ha K ₂ O	INTA Dorado	127	A
80 kg/ha K ₂ O	INTA L-9	126	A
80 kg/ha K ₂ O	INTA L-8	125	A
40 kg/ha K ₂ O	INTA Dorado	122	AB
40 kg/ha K ₂ O	INTA L-8	121	AB
0 kg/ha K ₂ O	INTA Dorado	116	B
40 kg/ha K ₂ O	INTA L-9	115	B
0 kg/ha K ₂ O	INTA L-8	115	B
0 kg/ha K ₂ O	INTA L-9	106	C
pr>F para K*V		0.041	
DMS		7.71	

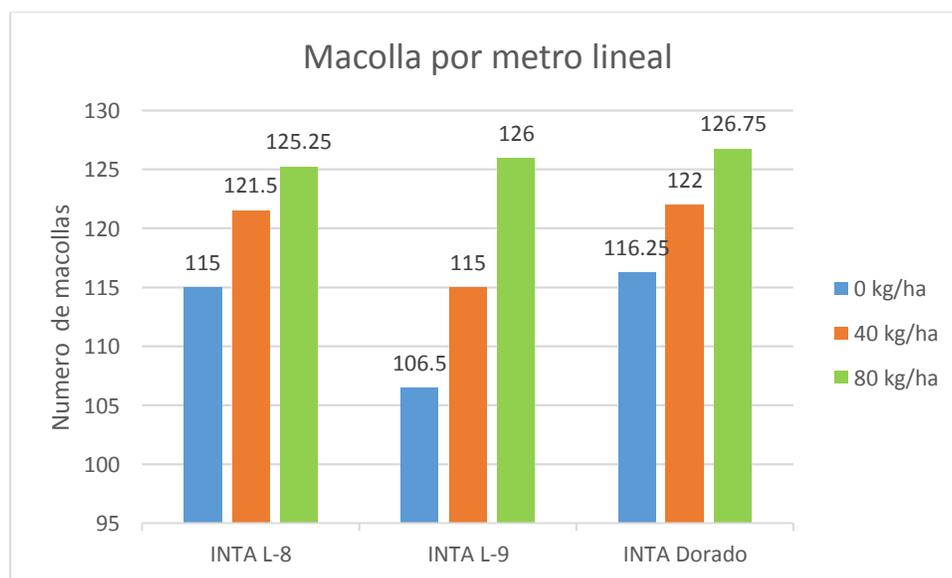
4.2 Variables de interacción

El Análisis de Varianza (ANDEVA) demuestra que existe efecto significativo de interacción (Variedad por nivel de potasio) únicamente en la variable macollas por metro lineal, pero no existe efecto significativo en la interacción de los demás factores evaluados.

El análisis demuestra que al utilizar el nivel 80 k/ha de Potasio se obtiene mayor número de tallos productivos por metro lineal en las 3 variedades evaluadas, estas tres interacciones son estadísticamente similares entre sí. La interacción 40 kg/ha de potasio y las variedades INTA Dorado e INTA L- 8 son estadísticamente similares a las interacciones presentadas por los 80 kg/ha y similares a la interacción presentadas con el nivel 0kg/ha, cabe mencionar que la variedad INTA

Dorado sin usar potasio es superior a INTA L-9 cuando se usan 40 kg/ha, que también presentó el menor número de macollas con nivel 0kg/ha. Es importante destacar el incremento en producción de macollas de la variedad INTA L-9 al utilizar mayor cantidad de potasio, que puede llegar a ser ligeramente superior a L-8, sin embargo, L-9 se manifiesta inferior al utilizar menos de 80 kg/ha.

Según (Bird y Soto, 1991); establece que el macollamiento es la etapa más larga del ciclo del cultivo y dura entre 45-55 días en las variedades precoces y tardías. La formación y desarrollo de una planta depende del potencial genético de las variedades cultivadas y de las condiciones climáticas durante las diversas fases de crecimiento y desarrollo, así como las prácticas agronómicas aplicadas al cultivo. Por otro lado, (Jennings 1985), describe al macollamiento como uno de los componentes del rendimiento y su máxima expresión estará en dependencia de los nutrientes, agua y espacio, una vez que las macollas reciban mayor radiación solar.



Fuente: Resultado de investigación

Gráfico 2. Macollas por metro lineal.

En la variable macollas por metro lineal, Tukey agrupa los niveles de potasio en tres categorías, asignando la categoría A al tratamiento tres con una media de 126 macollas/m, la categoría B al tratamiento dos con 120 macollas y el tratamiento uno con el menor número de macollas (113 macollas/m). Esto indica que existe una influencia de la cantidad de potasio sobre el número de macollas producidas, al utilizar el mayor nivel de potasio se obtiene el mayor número de macollas por metro lineal.

En macollas por metro lineal, la variedad INTA Dorado presenta el mayor número de macollas por metro lineal con una media de 121 macollas productivas, seguida de INTA L-8 con 120. Ambas variedades reciben la categoría A, siendo estadísticamente similares. Por otro lado, la variedad INTA L-9 presentó una media más baja con 115 macollas, recibió la categoría B, siendo estadísticamente diferente a las dos variedades anteriores.

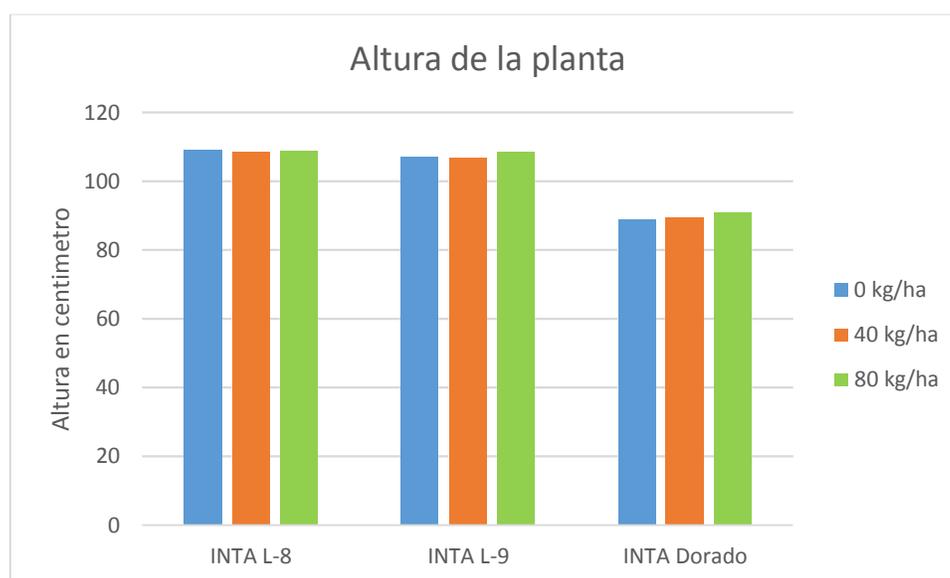
El ANDEVA determinó que para el factor niveles de potasio no se encontraron diferencias significativas en Rendimiento, Número de granos por panícula, Fertilidad de panícula y Peso de 1000 granos, pero si para Longitud de panícula.

INTA L-8 y L-9 presentaron mayor altura con un promedio de 108cm para ambas, mientras que INTA Dorado se caracteriza por tener un porte más bajo con una media de 89cm de altura.

El arroz es una planta anual, cuya altura varía de 50 a 150 centímetros, según la variedad, el tipo de suelo y el clima. Sin embargo, existen mutantes más pequeños y variedades flotantes mucho más altas (Villalobos, 1994).

Los tallos están compuestos por una serie de nudos y entrenudos en forma alterna (Villalobos, 1994). La escogencia de una determinada altura al momento de hacer selección varietal adquiere importancia desde el punto de vista agronómico por la relación existente entre la altura de planta y la resistencia de esta al acame; así mismo la cosecha mecánica es otro factor de importancia a considerar la altura en el proceso de la selección (Zeledón, 1993).

La altura de la planta es a menudo la característica más notable con respecto al crecimiento. Es usado como un criterio de crecimiento especialmente donde la temperatura es baja o cuando el agua es profunda. Después de lento crecimiento durante el estado de plántula la altura de la planta aumenta rápido hasta el período de floración (De Datta, 1986).



Fuente Resultado de Investigación

Grafico 3. Altura de la planta.

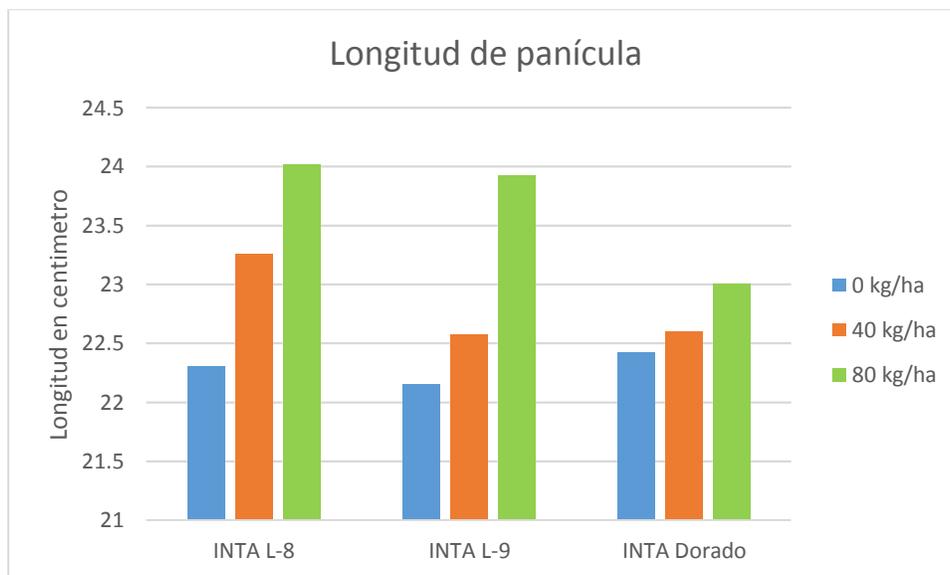
Para el factor variedades, el ANDEVA evidencia la existencia de diferencias realmente significativas en las variables rendimiento, porcentaje de fertilidad, altura de plantas, macollas por metro lineal. Pero no para peso de mil granos, y numero de granos por panícula.

La longitud de la panícula es de mucha importancia, ya que permiten una mayor cantidad de granos y mayor fertilidad de las espiguillas (López, 1991).

(Soto, 1991), indica que la longitud de la panícula en las variedades comerciales de arroz está en el rango de 20 y 24 cm de longitud.

En los niveles de potasio, la prueba de separación de medias de Tukey al 95% de confianza, encuentra diferencia solamente para las variables Longitud de panícula y macollas por metro. Agrupando la longitud de panícula en tres categorías, donde la categoría A con mayor longitud de panícula la recibe el tratamiento tres (80 kg/ha de potasio), la categoría AB para el tratamiento dos (40 kg/ha de potasio) mientras que el tratamiento uno (0 kg/ha) recibe la categoría B. lo anterior evidencia que utilizar 1 qq/mz de MOP es similar a utilizar 0 qq/mz y 2 qq/mz.

(De Data 1986), afirma que en la fase vegetativa se determina el número de vástagos que equivale al número potencial de panícula. El número de grano por panículas es un componente considerado de importancia para obtener buenos rendimientos y todo está ligado con fertilidad o estabilidad de la panícula. El número de granos por panícula está en función de su longitud y las condiciones ambientales. La mayoría de las variedades comerciales oscilan entre 100 y 150 granos por panícula (Soto, 1991).



Fuente: Resultado de investigación

Grafico 4. Longitud de panícula.

4.3 Variables de Rendimientos

Entre variedades la prueba de separación de medias de Tukey encuentra diferencias significativas en las variables rendimiento, fertilidad de la espiga, altura de la planta y macollas por metro lineal, pero no así en longitud de panícula, peso de mil granos y número de granos por panícula.

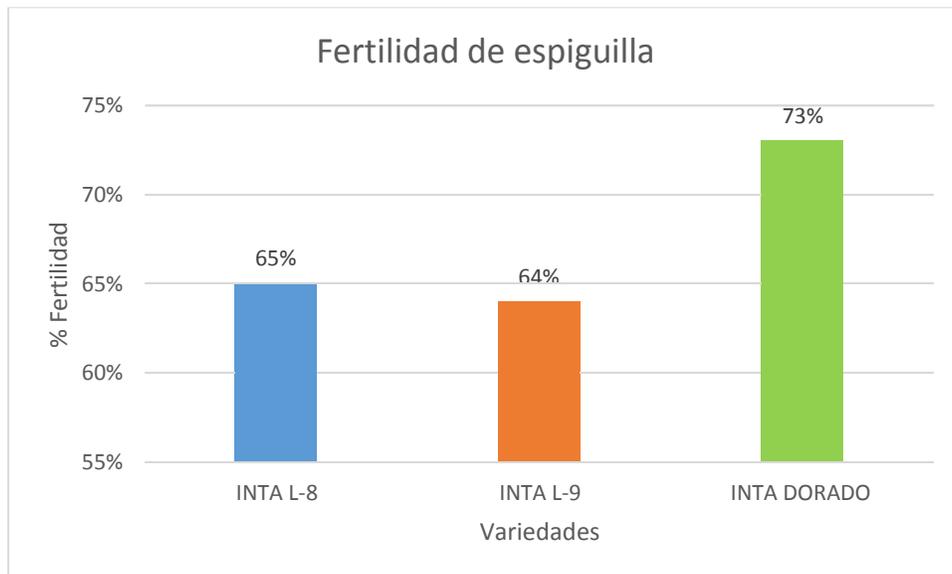
Según de (DATTA 1986), existen tres características principales que se consideran importantes para obtener altos rendimiento, estas son: tallos rígidos, hojas erectas y elevada capacidad de producción de hijos.

El peso de los granos es una característica genética, y generalmente un incremento en el rendimiento se puede lograr seleccionando materiales con mayor tamaño de grano. Los granos largos a extra largo son los que obtienen el mayor peso, y estos valores promedios fluctúan entre 25 y 35 gramos (López, 1991). Por lado, (Pérez et al., 1985), asevera que el peso del grano es el componente más determinante en el rendimiento de grano y varía de 10 a 50 gramos, representado la cáscara el 20-21 % del total del grano. Asimismo, el peso entre 20 y 25 gramos por 1000 granos son límites para definir como moderadamente pesado y muy pesado cualquier tipo de arroz.

La variedad INTA Dorado presentó el mayor rendimiento con una media de 4,265 kg/ha de granza al 14% de humedad recibiendo la categoría A. Las variedades INTA L-9 e INTA L-8 obtuvieron la categoría B con una media de 2671 y 2507 kg/ha respectivamente, siendo estadísticamente similares entre ellas y diferentes a INTA Dorado.

La fertilidad de espiguillas es un requisito obvio para obtener altos rendimiento y este porcentaje de granos llenos o fertilidad determina la cantidad de espiguillas. Aparentemente cuando el número de panículas por planta tiende a aumentar, el porcentaje de fertilidad de panículas tiende a disminuir como una reacción de compensación a la planta. Con un buen manejo y crecimiento apropiado se obtienen altos rendimientos para una esterilidad del 10 a 15 % (Ulloa, 1996; citado por (Lira 2004).

El número de espiguillas es el segundo en importancia entre los componentes de rendimiento, y es controlado durante la fase reproductiva. El número de espiguilla disminuye si las ramas secundarias no se forman, o si se forman y luego se degeneran (CIAT, 1986).



Fuente: Resultado de investigación

Gráfico 5. Fertilidad de espiguilla.

En fertilidad de espiga INTA Dorado presentó el mayor porcentaje con 73%, recibiendo la categoría A, INTA L-8 recibe categoría AB con 65% siendo estadísticamente similar a INTA Dorado y a INTA L-9 que obtuvo 64% de fertilidad de espiga. Diversos autores han demostrado que la fertilidad de la espiga está fuertemente influenciada por los factores ambientales (Cuadra, 2016). Es importante destacar aquí que la fertilidad de espiga fue afectada por la inundación presentada durante el periodo de Panzoneo en el mes de octubre 2017, el efecto de esterilidad fue notorio en otras variedades cultivadas en la zona.

El rendimiento de una planta está en función de varias características anatómicas y morfológicas que tienen que ver con el número de tallo con panículas y el porcentaje de esterilidad, número de granos por panícula y peso de mil granos, resistencia a enfermedades, vuelco y alto poder de asimilación de fuerte abonadas (Angladette, 1969).

4.4 Análisis de correlación

El coeficiente de correlación es un indicador que permite medir el grado de relación o interrelación que existe entre caracteres cuantitativos de los diferentes componentes en estudio. Este puede tener valor entre 0 y ± 1 el signo indica la dependencia o relación que exista. Cuando el valor está más cerca de uno, mayor es la dependencia de correlación entre los dos índices (Mendenhall, 1990).

En el estudio de correlación algunas de las subvariables evaluadas presentaron cierta significación estadística. Cuando se utilizan 80 kg/ha se encontró correlación negativa entre la altura de planta y rendimiento, y también correlación positiva entre fertilidad en la espiga y rendimiento.

Tabla 9. Análisis de correlación nivel 0 kg/ha

	PMG	NGT	% fer	LP	AdP	Macollas
	0.23	0.08	0.12	0.43	0.00024	0.29
Ren	0.37	-0.52	0.47	0.25	-0.87	0.33
		0.22	0.21	0.65	0.54	0.53
PMG		-0.38	0.39	-0.15	-0.2	0.2
		1	0.93	0.81	0.18	0.0011
NGT			0.03	-0.08	0.41	-0.82
			1	0.15	0.05	0.84
% fer				0.44	-0.58	0.07
				1	0.57	0.54
LP					-0.18	0.2
					1	0.28
AdP						-0.34

Tabla 10. Análisis de correlación nivel 40 kg/ha

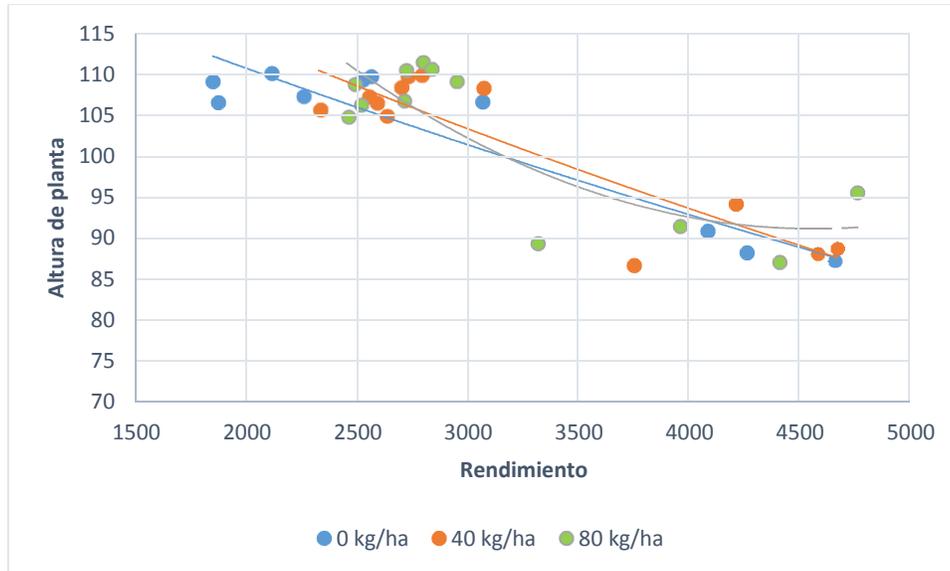
	PMG	NGT	% fer	LP	AdP	Macollas
Ren	0.23	0.41	0.61	0.56	0.00010	0.23
	0.38	-0.26	0.16	-0.19	-0.89	0.37
PMG	1	0.86	0.08	0.97	0.44	0.57
		-0.06	0.53	0.01	-0.25	0.18
NGT		1	0.75	0.55	0.17	0.24
			0.1	-0.19	0.42	-0.37
% fer			1	0.2	0.96	0.79
				-0.39	-0.02	-0.09
LP				1	0.72	0.1
					0.12	0.5
AdP					1	0.34
						-0.3

Tabla 11. Análisis de correlación nivel 80 Kg/ha

	PMG	NGT	% fer	LP	AdP	Macollas
Ren	0.93	0.73	0.00370	0.11	0.0022	0.68
	0.03	0.11	0.76	-0.49	-0.79	0.13
PMG	1	0.25	0.8	0.42	0.84	0.27
		0.36	0.08	0.26	-0.07	0.35
NGT		1	0.91	0.84	0.51	0.68
			0.04	-0.07	0.21	0.13
% fer			1	0.21	0.01	0.72
				-0.39	-0.69	0.12
LP				1	0.14	0.28
					0.45	-0.34
AdP					1	0.69
						-0.13

En términos globales, al utilizar dosis bajas de fertilizantes (0 y 40 kg/ha) se observa correlación negativa entre la altura de planta y el rendimiento, esto podría estar indicando que plantas más altas podrían estar utilizando el potasio en la conformación de sus estructuras vegetativas (Linguist, 2013), lo que traería consecuencias en detrimento del rendimiento.

Al incrementar el nivel de potasio a 80 kg/ha el rendimiento estuvo influenciado por la altura de la planta presentándose una correlación negativa, pero también entra en juego la fertilidad de la espiga presentando correlación positiva. Lo que indica que al aumentar la fertilidad de la espiga aumentara el rendimiento.

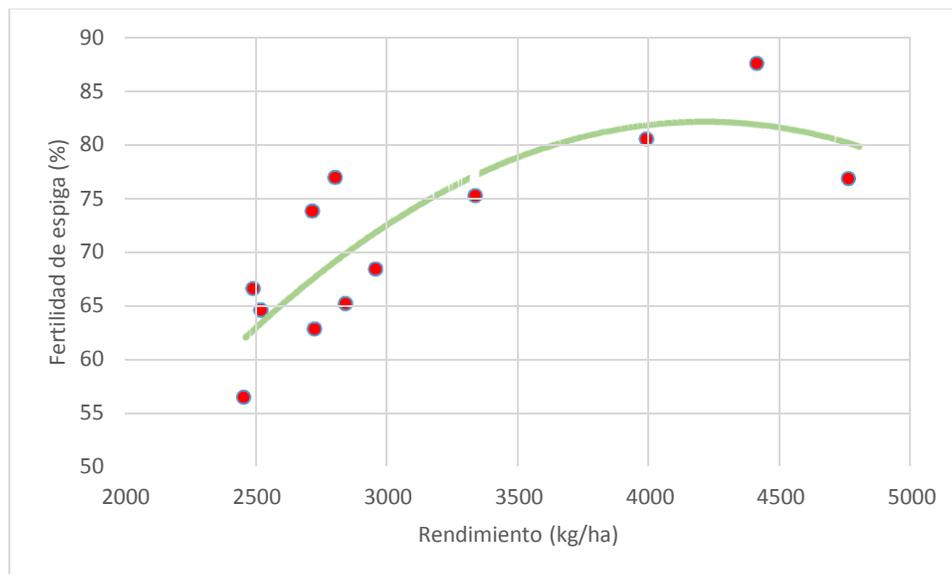


Fuente: Resultado de investigación

Gráfico 6. Correlación negativa entre rendimiento y altura de planta.

En el gráfico de correlaciones entre el rendimiento y la altura de las plantas, se puede observar la tendencia a disminución del rendimiento a medida que aumenta la altura, se conoce que genéticamente se puede esperar que las plantas con menor altura tienden a generar mayor rendimiento (Balazero, 1975) y también que en el cultivo de arroz el 83% del K absorbido es utilizado en las estructuras vegetativas (Linguist, 2013) Para los niveles 0kg/ha y 40 kg/ha el valor del coeficiente de determinación explica más del 79% de la correlación, mientras que para el nivel 80 kg/ha explica el 66%, lo que da pauta a determinar que el rendimiento está siendo influido por otros factores, entre ellos destaca la fertilidad de la espiga que presentó correlación positiva. Lo anterior indica que a medida

que se suplen las necesidades de potasio en la planta otros factores pasan a ser de mayor importancia para el rendimiento.



Fuente: Resultado de investigación

Grafico 7. Correlación positiva entre rendimiento y la fertilidad de espiga.

El gráfico 7 presenta la tendencia a aumentar el rendimiento a medida que aumenta la fertilidad de la espiga al utilizar 80 kg/ha de potasio, esto indica que teniendo condiciones climáticas favorables y utilizando el nivel mayor de potasio se incrementa el rendimiento.

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este estudio se concluye lo siguiente:

Se acepta la hipótesis alterna ya que existe interacción significativa entre los niveles de potasio y las variedades estudiadas siendo el nivel tres de 80 kg/ha la mejor interacción con las tres variedades.

Se acepta la hipótesis alterna ya que al utilizar el nivel 80 kg/ha de Potasio se obtiene mayor número de macollas productivas por metro lineal en las tres variedades evaluadas.

Se observó correlación negativa entre la altura de planta y el rendimiento al utilizar dosis bajas de fertilizantes (0 y 40 kg/ha), plantas más bajas generan mejores rendimientos, plantas más altas utilizan más del 80% del potasio absorbido en la conformación de sus estructuras vegetativas provocando disminución en el rendimiento por insuficiencia de potasio para llenar grano.

Se acepta la hipótesis alterna ya que se encontró diferencia estadística significativa entre los niveles de potasio siendo el nivel tres 80 kg/ha donde se encontró correlación positiva entre fertilidad en la espiga y rendimiento siendo este el nivel óptimo para las tres variedades.

Se encontró correlación negativa entre altura de la planta y rendimiento debido a que la planta ocupa su 83% de potasio para su estructura vegetativa siendo INTA Dorado diferente estadísticamente de gran significancia con respecto a INTA L8 e INTA L9 por ser de una variedad de porte bajo aprovechando el potasio para su fertilidad de espiga mejorando su rendimiento.

El incremento en el número de macollas producidas con 80 kg/ha y el efecto en la correlación positiva entre rendimiento y fertilidad de la espiga, permiten deducir que con este nivel de potasio y condiciones favorables para la fertilidad de espigas se pueden incrementar los rendimientos en las tres variedades evaluadas.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda el tratamiento 80 kg/ha por obtener de manera aceptable el incremento en el número de macollas producidas el efecto en la correlación positiva entre rendimiento y fertilidad de la espiga, permiten deducir que con este nivel de potasio y condiciones favorables para la fertilidad de espigas se pueden incrementar los rendimientos productivos en las tres variedades evaluadas.

Se sugiere incluir en los ensayos del próximo ciclo agrícolas variedades de menor porte de altura ya que es un factor negativo para el rendimiento del cultivo por que las plantas demandan mayor nutriente presente en el suelo para desarrollo vegetativo afectando la productividad (macollamiento, fertilidad de espiga y numero de grano).

Se recomienda que cuando se realicen ensayo o establecimiento del cultivo se realice siempre un análisis de suelo para ver la disponibilidad de nutrientes que aporta el terreno.

5.2 REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

Angladette, A. 1969. El Arroz Colección Agricultura Tropical. Editorial Blume. Blume. 867 p.

Asembio, 2007. Arroz biofortificado: el turno del ácido fólico. Asociación de empresas de biotecnología AG. [En línea] <http://www.asembio.cl/noticias-31-10.2007.html>.

Balarezo Holguin, S. R. (1975). CORRELACIONES GENÉTICAS Y HEREDABILIDAD DE CARACTERES CUANTITATIVOS EN ARROZ (*Oriza sativa* L.). INIAP Archivo Histórico.

Bird W. F. y Soto, S. 1991. El cultivo del arroz en Nicaragua. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro Nacional de Investigación y Granos Básicos. 45 p.

Bonilla, 2009. Análisis de componentes involucrados en los procesos productivos. FUNICA. Managua, Nicaragua.

Cuadras S. 2009. Pruebas de comparación de resultados de líneas avanzadas de arroz biofortificado y tolerantes al manchado del grano Centro Norte de Nicaragua p.22.

Cuadra, S. 2016. Informe técnico Evaluación Multi-ambiental de Líneas Avanzadas de Arroz con Alto contenido de Zinc en Condiciones de Riego y Secano de Nicaragua, Sub Ciclo Invierno del 2015. INTA. Matagalpa, Nicaragua.

Castro Álvarez, R. 2000. Simbiosis Azolla-anabaena y su uso en el cultivo del arroz. (Tesis para optar por el título de maestro en ciencias en nutrición y biofertilización de las plantas. Hojas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1986, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Ecosistema con relación al mejoramiento del arroz. 37p.

CIAT.1983. Sistema de Evaluación Estándar para arroz. 2ª.ed. Manuel Rosero traductor y adaptador). Cali, Colombia.

CIAT. 1986. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. Programa de Pruebas Internacionales de Arroz. Manual Arroceros, Traductor y Adaptador. Cali, Colombia. 230 p.

CIAT, 1986. Componentes de rendimiento Arroz Guía de estudio. Contenido científico: Internacional Rice Research Institute traducción y adaptación Oscar Arrogoes. Cali, Colombia 19 p.

Cordero A. 1993. La fertilización del cultivo de arroz bajo riego en Costa Rica, pp. 196-205. In: T.J. Smyth, W.R. Raun y F. Bertsch (eds), Segundo Taller Latinoamericano de Manejo de Suelos Tropicales, North Carolina State University. San José, Costa Rica.

Chamorro, P.F. 2001. Producción de arrozera estable. La prensa. N°. 22527.

De Datta, S.K.; Mikkelsen, D.S. 1995 Potassium nutrition of rice. In: Munson R.D. Potassium in agriculture. Madison: American Society of Agronomy. P 665-699.

De Datta, S.K. 1986. Producción de Arroz. Fundamentos Prácticos. Editorial Limusa. Primera Edición. D. F. México. 690 p.

DICTA, 2003. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Manual Técnico para el cultivo de Arroz. Comayagua – Honduras.

Dobermann, A., & T. Fairhurst. 2000. Rice: nutrient disorders & nutrient management. Potash and Phosphate Institute and International Rice Research Institute.

Erosky, 2001. Alimentación. El arroz [En línea] <http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/cereales-derivados/2001/07/05/34967.php>. Actualización 16 de enero del 2009, consultado el 12/08/2017.

Fageria, N.J. 1996. Influence of potassium concentration on growth and potassium uptake by rice plants. Plant and Soil 144:567-573.

Fernández, F. 1999. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 29 p. (mimeógrafo).

FAO. 2006. Base de datos FAOSTAT. <http://apps.fao.org>.

Florentino Deandreu A. (2000). Manejo del cultivo y suelos tropicales, En: Revista Latinoamericana de desarrollo rural. Año V, Nov. 2000, Venezuela p 98- 114.

INTA, 2003. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Validación de cuatro genotipos promisorios de arroz de alto rendimiento y calidad industrial en los valles de: Sébaco, Pantasma Y Jalapa. CEVAS Matagalpa, Nicaragua.

Infoagro. 2006. El cultivo de arroz www.infoagro.com. 7 p.

INETER, 2008. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. Boletín informativo de las condiciones climáticas de Darío, Matagalpa, 2007. Estación Meteorológica del Valle de Sébaco, San Isidro, Matagalpa, Nicaragua. 5 p.

Jenning, P.R. 1985. Mejoramiento del arroz. Arroz: Investigación y Producción. Referencia de los cursos de capacitación sobre arroz dictado por el CIAT, Cali, Colombia. 205 – 231 p.

La prensa, Nic. 2003. A conocer tu semilla para sembrar futuro. [En línea]. <<http://archivo.laprensa.com.ni/archivo/2003/julio/17/supcomerciales/articulo/articulo-20030707-06.html>?>.consultado el 09/21/2017.

Linquist, B., 2013. Management of potassium in California rice systems. Presentation held at the annual rice grower meetings.

Lira, R. E y Ruiz, E, L. Prueba Avanzada de rendimiento de nueve líneas y una variedad comercial de arroz (*Oryza sativa* L), bajo condiciones de riego en San Isidro, Matagalpa. Época lluviosa, 2005. Ing. Agrónomo Generalista. Universidad Nacional Agraria. (UNA) 70 p.

Lugo, L. E. 2005. Nivelación láser en la producción de arroz en el Sistema de Riego Río Guárico. Revista Digital CENIAP HOY Número 9, septiembre-diciembre 2005. ISSN: 1690-4117, Depósito Legal: 200302AR1449, Maracay, Aragua, Venezuela.

URL: www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n9/arti/lugo_l/arti/lugo_l.htm.

López B, 1991. Cultivos herbáceos. Cereales. Primera edición. Barcelona, España. 221 p.

Manual de Producción Cultivo del Arroz. Editorial Limusa, México 1979. escuela de Agricultura, Universidad de Filipinas. 426 pg.

MAG. 2014. Dirección estadística del MAG. Managua, Nicaragua.

MAG-FOR. 1998. Agricultura y Desarrollo. El cultivo alimenticio más importante del mundo: El Arroz. Nicaragua. N° (42). 13 p.

Martínez, O. E. Instructivo técnico para el cultivo del arroz en pequeña escala. Biblioteca ACTAF Primera edición, 2008. URL: <https://www.scribd.com/document/166244185/Cultivo-Arroz-ACTAF>.

Mendoza F. 2008. Mejorar semilla y cultivos de arroz. [En línea] <<http://impreso.impreso.elnuevodiario.com.ni/2008/07/11/departamentales/805021>

Mendenhall W., 1990. Introducción a la Probabilidad y la Estadística. 2da. Edición. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D. F., 628 p.

Molina, E. 2002. Gráfico de interpretación de análisis de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica.

Montoya, C 1998. "Pérdida en rendimiento causada por Pyricularia en la variedad de arroz CICA-8 bajo condiciones simuladas de secano favorecido y parámetros epidemiológicos para evaluar los niveles de infección". Arroz. Bogotá, Colombia. Vol. 34 N. (339). P. 15-28.

Para la elaboración de la norma técnica se utilizaron como referencias las siguientes publicaciones:

a). Ley 280. Ley de producción y comercio de semillas y su reglamento. Gobierno de Nicaragua, Ministerio de Agricultura y Ganadería. febrero de 1998.

b). Normas específicas de certificación para la producción de semillas de granos básicos, oleaginosas, papa y café. Gobierno de Nicaragua, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1996.

c). Guías técnicas para producción de semillas de granos básicos, oleaginosas y papa. Gobierno de Nicaragua, Ministerio de Agricultura y Ganadería. marzo de 1998.

d). Metodología para la presentación de normas técnicas Nicaragüenses. Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad. Ministerio de Economía y Desarrollo de Nicaragua. diciembre de 1996.

Pérez, J. W. Acevedo. A. Quintanilla. 1 985. Relación entre rendimiento y caracteres morfológicos en arroz Nicaragua. Ciencia y Técnica en Agricultura. La Habana. Cuba. p. 230.

Porras, A 2013. Respuesta del arroz (*Oryza sativa*. l) cultivar c-7 stec a tres densidades de siembra, cuatro niveles de nitrógeno y dos niveles de potasio, en siembra de verano en finca la Vega, San Carlos - Costa Rica.

Rodríguez, A. T. 2004. Estimación de algunas enzimas relacionadas con la defensa en plantas de arroz (*oryza sativa*, L) obtenidas de semillas tratadas con quitosana. Cultivos tropicales, 25 (3) p.l 1 1-1 15.

Salineros, J. 2004. Estudios Descriptivos. Nure Investigación. Séptima Edición. Madrid.

Sampieri, Fernández y Baptista 2006. Metodología de la investigación. Cuarta Edición. México D.F.

Soto, B. S. 1991. Estudio de Observación de 20 variedades USA y 7 líneas promisorias nacionales en comparación con dos testigos comerciales de arroz. Managua, Nicaragua. 145 p.

Sato Y. 1999 a. Origin and dissemination of cultivated Rice in the Easter Asia. [Lecture 31 March 1999 in Tsukuba International Centre (TBIC) Japan International Co-operation Agency (JICA). Ibaraki, Japan 153p.

Somarriba. C. 1998. Granos básicos. Arroz. Universidad Nacional Agraria. 49 p.

Tamayo y Tamayo Mario. El proceso de la investigación científica Fundamentos de investigación. Ed. Limusa. Bogotá, 2003.

Ulloa, S.A 1996. Estudio del comportamiento de nuevas líneas promisoras de arroz (*Oryza sativa* L) en comparación con dos variedades comerciales en el agro ecosistema de secano favorecido tesis (Ing. Agr.) Universidad Nacional Agraria (UNA). 40 p.

Viamontes, M 2009. El arroz: un cereal imprescindible. [En línea] <http://www.sld.cu/saludvida/temas.php?idv=4366> actualizado el 18 de febrero del 2010. Consultado el 12 de agosto del 2017.

Zeledón, R. P. 1993. Estudio de Observación de 112 líneas de arroz (*Oryza sativa* L). Tesis Ing. Agr: UNA, Managua, Nicaragua 35 p.

ANEXOS

Anexo 2. Distribución de tratamiento en el campo

Tratamiento	BI	BII	BIII	BIV
N1V1	101	203	306	407
N1V2	102	202	304	408
N1V3	103	201	305	409
N2V1	104	208	307	404
N2V2	105	209	309	405
N2V3	106	207	308	406
N3V1	107	205	303	401
N3V2	108	206	302	402
N3V3	109	204	301	403

Anexo 3. Instrumento de campo utilizado en la recolección de datos en los bloques

Parcela	Peso Granos	Porcentaje de Humedad	Kg/ha 14% humedad	Granos vanos	Granos buenos	Total de granos	% Fertilidad	PMG	Longitud de panícula	Altura de la Planta	Macollas
	gr	%	%	unid	Unid	unid	%	Gr	cm	cm	Metro L
101	990	12.2	2246.04	425	915	1340	68.28	27.26	22.3	107.36	112
102	820	11.8	1868.83	760	1450	2210	65.61	22.72	22.16	106.52	98
103	2100	14.1	4661.23	210	1220	1430	85.31	31.80	22.54	87.14	112
104	1200	12.3	2719.37	549	680	1229	55.32	24.99	23.26	109.84	125
105	1120	12.1	2543.87	310	1320	1630	80.98	28.4	22.24	107.32	109
106	1920	15.1	4212.08	198	1130	1328	85.09	29.53	21.46	94.1	121
107	1220	11.6	2786.76	340	1150	1490	77.18	28.4	23.32	111.66	128
108	1200	12.6	2710.07	463	794	1257	63.16	24.99	23.14	110.64	127
109	2140	13.9	4761.08	415	1380	1795	76.88	29.53	22.72	95.52	128

Parcela	Peso Granos	Porcentaje de Humedad	Kg/ha 14% humedad	Granos vanos	Granos buenos	Total de granos	% Fertilidad	PMG	Longitud de panícula	Altura de la Planta	Macollas
	gr	%	%	unid	Unid	Unid	%	Gr	cm	cm	Metro L
201	810	11.9	1843.95	520	940	1460	64.38	27.26	21.74	109.06	113
202	1340	11.5	3064.33	690	830	1520	54.60	27.26	22.06	106.58	104
203	1800	12.2	4083.71	420	610	1030	59.22	26.12	22.2	90.82	113
204	1180	11.8	2689.29	360	700	1060	66.03	27.26	23.04	108.48	119
205	1140	10.9	2624.64	850	900	1750	51.42	23.85	22.78	104.92	114
206	1700	14.6	3751.41	360	410	770	53.24	27.26	22.36	86.6	117
207	1240	11.8	2826.04	490	930	1420	65.49	27.26	23.52	110.78	124
208	1080	12.2	2450.23	400	520	920	56.52	27.26	23.72	104.8	126
209	1980	13.8	4410.22	120	850	970	87.82	24.99	23	87	124

Parcela	Peso Granos	Porcentaje de Humedad	Kg/ha 14% humedad	Granos vanos	Granos buenos	Total de granos	% Fertilidad	PMG	Longitud de panícula	Altura de la Planta	Macollas
	gr	%	%	unid	Unid	Unid	%	Gr	cm	cm	Metro L
301	1120	11.8	2552.55	617	731	1348	54.22	27.26	22.02	109.86	118
302	1100	11.6	2512.65	602	692	1294	53.47	26.12	22.04	109.42	117
303	1920	14.1	4261.70	309	700	1009	69.37	28.4	21.96	88.16	121
304	1020	11.9	2322.01	370	810	1180	68.64	30.67	23.88	105.68	123
305	1120	10.9	2578.60	340	890	1230	72.35	27.26	22.92	106.54	124
306	2080	14.8	4579.22	365	757	1122	67.46	29.53	23.84	88.14	125
307	1180	11.4	2701.49	350	1000	1350	74.07	28.4	23.72	106.82	125
308	1100	12.8	2478.55	430	869	1299	66.89	30.67	24.34	108.88	129
309	1780	13.9	3960.15	209	876	1085	80.73	30.67	24.06	91.4	128

Parcela	Peso Granos	Porcentaje de Humedad	Kg/ha 14% humedad	Granos vanos	Granos buenos	Total de granos	% Fertilidad	PMG	Longitud de panícula	Altura de la Planta	Macollas
	gr	%	%	unid	Unid	Unid	%	Gr	cm	cm	Metro L
401	940	13.1	2110.74	450	884	1334	66.26	26.12	23.16	110.08	117
402	1400	11.1	3216.01	520	920	1440	64.88	28.4	22.36	113.9	107
403	2020	13.4	4520.20	362	900	1262	71.31	23.85	23	89.44	119
404	1220	11.8	2780.46	656	970	1626	59.65	30.67	22.84	110.02	119
405	1340	11.3	3071.26	360	900	1260	71.42	29.53	22.36	108.28	113
406	2120	14.7	4672.60	450	940	1390	67.62	30.67	22.74	88.82	125
407	1100	11.8	2506.97	530	980	1510	64.90	28.4	25.5	106.32	124
408	1300	12.5	2939.27	421	924	1345	68.69	29.53	24.48	109.24	122
409	1480	13.3	3315.65	348	1072	1420	75.49	29.53	22.22	89.28	127

Anexo 4. Análisis del suelo

Requerimiento para producir 160 qq/mz de arroz

Demanda	Disponibilidad en suelo (lbs/mz)	Complemento por eficiencia	
267.2	59.90	414.59	
132.8	226.12	-233.31	33.2
427.2	824	-3964.8	71.2

Aporte de Fertilizantes (lbr/mz)

Fórmula	lbr/mz	N	P₂O₅	K₂O
18-46-0	75	13.5	34.5	0
Urea 46%	885	407.1	0	0
MOP 60%	119	0	0	71.4
Total aportado al suelo		420.6	34.5	71.4
total requerido		414.59	33.2	71.2
		6.0	1.3	0.2

Anexo 6. Fotografías

Fotos: Experimento



Fotos: Toma de Datos



Fotos: Cosecha del Experimento



Fotos: Toma de Datos en Laboratorio TAI-NIC



Fotos: Equipos Utilizados



Pesa de campo



Medidor de humedad

Aspirador

