



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Evaluación de cuatros niveles de nitrógeno y
tres dosis de siembra en arroz (*Oryza sativa*
L.) var. NutreZinc en el Valle de Sébaco,
2020-2021**

Autores

Br. Eddy José Zamora Laguna
Br. Omar Gabriel Díaz Sevilla

Asesores

Ing. MSc. Juan Ariel Oporta Palacios
Ing. MSc. Álvaro Benavides González

Managua, Nicaragua
Enero, 2022





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Evaluación de cuatros niveles de nitrógeno y tres dosis de siembra en arroz (*Oryza sativa* L.) var. NutreZinc en el Valle de Sébaco, 2020-2021

Autores

Br. Eddy José Zamora Laguna

Br. Omar Gabriel Díaz Sevilla

Asesores

Ing. MSc. Juan Ariel Oporta Palacios

Ing. MSc. Álvaro Benavides González

Presentado a la consideración del honorable comité evaluador como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua

Enero, 2022

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Tribunal Examinador

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: _____

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso, por haberme permitido lograr una de mis metas y haberme brindado salud y el conocimiento para poder lograr mis objetivos y además por su infinita bondad y amor. “Fíate de Jehová de todo tu corazón, y no te apoyes en tu prudencia” proverbios 16:3.

A mis padres Francisca Sevilla Hernández y Omar Antonio Díaz Alemán por su gran apoyo incondicional, que siempre estuvieron en mis momentos difíciles, brindándome sus consejos que me sirvieron para seguir adelante para tener éxito en mis metas.

A mis hermanos Dorania Elizabeth Díaz S., Johana Marisol Díaz H. y Ever David Díaz S. quienes me apoyaron de manera incondicional y durante mi transcurso de mis estudios por sus consejos y ánimos que me dieron para seguir adelante y cumplir con mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

A Álvaro Valdivia, Xiomara Reyes y Franklin Valdivia, por haberme apoyado económicamente en una de mis etapas de mis estudios y poder de esta manera culminarla.

A mi novia Merari Malhi Hernández Calero por haberme motivado y darme apoyo incondicional en la etapa de mis estudios y en el transcurso de la tesis.

Todos los docentes de la UNA Universidad Nacional Agraria por habernos compartido sus conocimientos técnicos y profesional para podernos formarnos como profesionales durante el transcurso de nuestra formación académica.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), por habernos brindado la oportunidad de poder realizar un estudio, como uno de los requisitos para finalizar mis estudios.

Con mucho aprecio al Ing. MSc Juan Ariel Oporta y al Ing. MSc. Álvaro Benavides González quienes nos guiaron en la realización de nuestra tesis.

A mi amigo Eddy José Zamora Laguna por su amistad durante la estadía en la Universidad y confianza en realizar juntos la tesis.

DEDICATORIA

A Dios, por la vida, la salud, la fortaleza y la sabiduría, me ha regalado durante este proceso de mi vida y que a pesar de las dificultades nunca me dejó solo, siempre estuvo conmigo para poder superarlas siempre con buena actitud.

A mis padres María Adilia Laguna y Cruz Noel Zamora que han sido mi principal inspiración por todos los esfuerzos y sacrificios que han hecho para que yo pueda salir adelante con mis estudios y ser una persona de bien, a forjar ese carácter y espíritu de lucha en mi vida para poder superarme.

A mis abuelitos, Lino de Jesús laguna por ser más que un padre para mí y siempre brindarme su apoyo y sus consejos en los momentos más difíciles de mi vida, a Josefa Martínez (mamá Chepita), por ser más que una madre y brindarme su amor y cariño incondicional y estar para mí siempre en todos los caminos de mi vida.

A mis hermanas Fátima Lucia Pauth, por su cariño incondicional, sus buenos consejos de superación y su apoyo en situaciones adversas durante este largo caminar de estudio, a Elda María Zamora (Eldita), por su cariño y ser un ejemplo de lucha y de superación en mi vida.

A mis tíos Carlos Blandón (q.e.p.d), por haberme inculcado buenos valores y principios de perseverancia, Elda del Carmen laguna, por brindarme su amor desde mi nacimiento e inculcarme un carácter de superación y valentía ante los momentos de prueba.

A mis sobrinos, Geovanny Morales Pauth (geo), a María Fernanda Morales Pauth (Fer), a Johana Morales Pauth (Gemelita) y especialmente a Joan Fernando morales (q.e.p.d), por ser el motor de arranque en mi vida para poder salir adelante.

Br. Eddy José Zamora Laguna

AGRADECIMIENTOS

A Dios el maestro por excelencia, por brindarme sabiduría mediante su palabra y permitirme culminar mis estudios en esta prestigiosa Universidad.

A mis padres, Cruz Noel Zamora y María Adilia Laguna quienes con mucho esfuerzos y sacrificio pusieron empeño para que yo pudiera culminar mis estudios, y ser un profesional, convirtiéndose en un cimiento en mi formación y enseñarme a trabajar con amor, disciplina y perseverancia en mis propósitos.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA), por brindarme su apoyo, abrirme las puertas y contribuir en mi formación profesional.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), por abrirme las puertas para realizar mi trabajo de culminación de estudio y ser parte de mi formación profesional.

Con mucho cariño a mis asesores el Ing. MSc Juan Ariel Oporta y Ing. MSc. Álvaro Benavides González por haberme brindado la confianza, aprecio y conocimientos técnicos y científicos para la culminación del presente trabajo.

A mis profesores de la Universidad Nacional Agraria (UNA), que durante el transcurso de mi carrera me brindaron conocimiento técnico, científicos, ética profesional y valores personales y formar parte de mi formación profesional.

A toda mi familia por estar siempre presente en cada uno de los pasos de mi vida y nunca haberme dejado solo en este caminar.

A mi amigo, Omar Gabriel Díaz por haberme brindado su confianza y amistad durante mi estadía en la Universidad Nacional Agraria (UNA).

Br. Eddy José Zamora Laguna

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE DE CONTENIDO	v
INDICE DE CUADRO	vii
INDICE DE FIGURA	viii
INDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivo específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Morfología del cultivo	4
3.2 Enfermedades y plagas que afectan al cultivo	4
3.3 Plagas	6
3.4 Importancia de uso de fertilizantes o abono	6
3.5 Densidades de siembra	12
IV. MATERIALES Y METODO	14
4.1 Ubicación del estudio	14
4.2 Diseño metodológico	14
4.2.1 Material biológico	14
4.2.2 Diseño experimental	15
4.2.3 Descripción de los tratamientos	15
4.2.4 Manejo agronómico del experimento	16
4.2.5 Manejo sanitario del cultivo	16
4.3 Variables evaluadas	17
4.4 Variable de crecimiento	18
4.4.1 Altura	18
4.4.2 Longitud de panícula	18
4.4.3 Excursión	18
4.4.4. Habilidad de macollamiento (Ti)	18
4.5 Variable de rendimiento	18
4.5.1 Peso de 1000 mil granos (GW)	18
4.5.2 Numero de granos por panícula	18
4.5.3 Porcentaje de fertilidad de grano	18
4.5.4 Rendimiento de grano (YId)	18
4.4 Análisis de datos	19

SECCIÓN	PÁGINA
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.1. significación estadística de variables en factores	20
5.2. Variables de crecimiento	21
5.2.1. Altura de la planta	21
5.2.2. Longitud de panícula	22
5.2.3. Excursión	23
5.2.4. Macollamiento	23
5.3. Variables de rendimiento	25
5.3.1. Peso de mil granos	25
5.3.2. Número de granos por panícula	25
5.3.3. Fertilidad de panícula	27
5.3.4. Rendimiento	27
VI CONCLUSIONES	30
VII. RECOMENDACIONES	31
VIII LITERATURA CITADA	32
IX ANEXOS	36

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Caracterización de la variedad de arroz NutreZinc	15
2.	Descripción de los tratamientos a evaluar en el ensayo Niveles de nitrógeno y tres dosis de siembra en la variedad INTA NutreZinc	15
3.	Estados fenológicos de crecimientos y desarrollo del cultivo de arroz.	17
4.	Estadísticos en descriptores de cuatro niveles de nitrógeno y tres dosis de siembra de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	20
5.	Categorizaciones estadísticas de la altura y longitud de panícula del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	22
6.	Categorización estadística de la excursión y macollamiento del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	24
7.	Categorización estadística del peso de mil granos y número de granos por panícula del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	26
8.	Categorización estadística de la fertilidad panícula y rendimiento del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	29

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación del estudio realizado, Tainic	14
2.	Rendimiento obtenido en los tratamientos evaluados en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	29

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS		PÁGINA
1	Plan de campo de ensayo Densidad x Fertilización NutreZinc	36
2	Bloques de arroz de la variedad NutreZinc	36
3	Medición de altura de la planta en arroz	36
4	Medición de panícula	37
5	Medición de altura en la planta de arroz	37
6	Peso de cada tratamiento evaluado	37
7	Cosecha del cultivo de arroz	37
8	Conteo de 1000 granos	38
9	Conteo de números de granos por panícula	38
10	Análisis de varianza en la variable de rendimiento	38

RESUMEN

El cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.), es uno de los granos básicos imprescindible en la dieta de los nicaragüenses. Los rendimientos aún son determinados por muchos factores, tales como fertilización, agua, material genético, adaptación y sanidad, entre otros. Debido a la importancia de este cultivo, fue establecido un experimento durante el período 2020-2021 con el objetivo de evaluar cuatro niveles de nitrógeno (0, 120, 150 y 180 kg ha⁻¹) y tres densidades de siembra (65, 78 y 91 kg ha⁻¹ de semillas) en la variedad Nutre Zinc en el centro experimental de arroz TAINIC. Fue utilizado un diseño en Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo en Parcelas Divididas con tres repeticiones. Las variables agronómicas fueron sujetas a un Análisis de Varianza (ANDEVA) y categorización estadística (Tukey, $\alpha=0.05$). Las dosis de nitrógeno tuvieron efecto significativo en la altura de planta (85.95 cm), número de granos por panícula (141.81 g/p) y fertilidad de panícula (93.64%); en cambio la densidad de siembra no mostró diferencias estadísticas en algunas variables agronómicas. No hubo interacción en los efectos principales, y el mayor rendimiento lo presentó la fertilización de 180 kg ha⁻¹ con rendimiento de 8 376.82 kg ha⁻¹. Asimismo, el mejor tratamiento fue obtenido con la fertilización de 180 kg ha⁻¹ y dosis de siembra de 65 kg ha⁻¹ para un rendimiento de 8 547.67 kg ha⁻¹.

Palabras clave: *Oryza sativa* L., Nutre Zinc, BCA, fertilización nitrogenada, densidad de siembra.

ABSTRACT

When introducing new varieties of rice to production, it is required that they be accompanied by the correct nitrogen doses and planting densities. The objective of this study is to evaluate four levels of nitrogen in three planting densities in the NutreZinc variety. The experiment was established in the TAINIC rice experimental center, located in the municipality of Darío, department of Matagalpa. The design used was with randomized complete blocks (BCA) arranged in divided plots with three repetitions. Each experimental plot consisted of six rows of 6 m long, at a distance between rows of 0.30 m (APE: 10.8 m²). The useful plot will be 7.2 m² located in the center of each experimental plot. The analysis of variance was performed using the (ANOVA) to demonstrate the acceptance or rejection of the investigative hypothesis by treatment. The means of the treatments will be separated using Tukey's multiple range test ($\alpha = 0.05$) using the statistical package infoStat. The analysis shows that there was no interaction in any of the variables. In nitrogen levels, the variables plant height (85.95 cm), number of grains per panicle (141.81/p) and panicle fertility (93.64 %) presented statistical differences. The sowing density treatment had a significant difference in the variables panicle length (23.11 cm) and weight of a thousand grains (25.70 g), number of grains per panicle (144.20 g/p). The highest yield was presented by the nitrogen treatment 8,376.82 kg ha⁻¹ with a dose of 180 kg ha⁻¹.

Keywords: *Oryza sativa* L., Nutre Zinc, RCBA, nitrogen fertilization, planting density.

I. INTRODUCCIÓN

El arroz es una de las plantas más antiguas, por tal razón ha sido difícil establecer con exactitud la época en que el hombre inicio su propagación, aunque la literatura China menciona 3000 años antes de Cristo. El arroz (*Oryza sativa* L.), tuvo su origen al sur de la India y llegó a América a través de China, Mesopotamia, Grecia, Egipto, Marruecos y España. (Álvarez, 2018, p. 7)

El arroz esta entre los cuatro créales más cultivados en el mundo, desde el punto de vista de la producción, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo. Es un componente básico para más de la mitad de la población del mundo, se cultiva en casi todas las partes del mundo, es una de las plantas más adaptables a diversas condiciones ambientales, relacionadas a clima y suelo. Además, el arroz es casi el único cultivo que se desarrolla en forma óptima bajo terrenos inundados. (Somarriba, 1998, p. 152)

“En Nicaragua, el arroz es un cultivo básico para la población y producción es exclusivamente para el mercado interno, pero este no satisface las demandas de consumo, por lo que se hace necesario recurrir a las importaciones” (Somarriba, 1998, p.152).

Black (1975), afirma lo siguiente:

El nitrógeno es el elemento con mayor probabilidad de limitar el crecimiento de las plantas, debido a que interviene en la formación de aminoácidos y proteínas y estos a su vez intervienen en el crecimiento de los diversos órganos de la planta aumentando la superficie foliar y la masa protoplasmática. Su deficiencia se manifiesta en las partes activas del crecimiento de las plantas. (Citado por Salcedo, 2016, p. 4)

Según la FAO (1984) Las cantidades de nitrógeno absorbidas por los cereales alimenticios supera la de cualquier otro nutriente, su movilidad, en las fases líquidas y gaseosas pueden ser causas de importantes pérdidas de suelo tras su aplicación como fertilizante. El agricultor debe conocer no solo la cantidad de nitrógeno que el cultivo necesita, sino también el periodo en el que más se absorbe para lograr su utilidad máxima. (Citado por Ponce y Leiva, 2017, p. 2)

Jiménez, *et al.* (2009) mencionan que:

La densidad de población del cultivo es muy importante dentro del ciclo productivo, ya que en ocasiones nuestros productores tienen la costumbre o tradición de utilizar altas densidades de siembra por hectárea, lo cual puede ocasionar aumento en los costos de

producción, competencia intraespecífica dentro del cultivo, menor vigor de las plantas y mayor susceptibilidad al ataque de plagas, enfermedades y malezas. Todo esto incide en menores rendimientos y afecta la ganancia de los productores. (p. 33)

La densidad de siembra y la fertilización, son de las principales prácticas de manejo que se les debe de prestar atención durante el ciclo del cultivo, esto debido al hecho de que ambas inciden directamente sobre la rentabilidad del cultivo y la producción de cosechas de mejor calidad. (Porras, 2013, p. 1)

“Al introducir nuevas variedades de arroz a la producción se exige que vayan acompañadas de las recomendaciones para el mejor manejo agronómico de las mismas, entre otras las dosis de nitrógeno y las densidades de siembra” (Galano y Cruz, s.f, p. 13).

El desarrollo de nuevas variedades constituye una de las principales alternativas para incrementar los rendimientos, incluyendo a su vez la adaptación al cambio climático. Para obtener el máximo rendimiento se deben identificar las prácticas de manejo que se adecuen mejor según el comportamiento agronómico de la nueva variedad. Las dosis de siembra y el nivel de nitrógeno son factores determinantes en la producción, ya que están relacionadas con la cantidad de panículas por unidad de área.

Por esta razón, se evalúan cuatro niveles de nitrógeno y tres dosis de siembra en la nueva variedad INTA NutreZinc, con el objetivo de identificar el nivel óptimo para cada uno de estos factores que induzca mejor comportamiento agronómico y mayor rendimiento.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar cuatro niveles de nitrógeno y tres dosis de siembra en la variedad NutreZinc en el valle de Sébaco, 2020-2021.

2.1.1 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de cuatro niveles de nitrógeno sobre variables agronómicas y de rendimiento en el cultivo de arroz, variedad NutreZinc.
- Determinar el efecto de tres dosis de siembra sobre las variables de agronómicas y de rendimiento en el cultivo de arroz, variedad NutreZinc.
- Seleccionar los tratamientos más sobresalientes en cuanto a la fertilización nitrogenada y dosis de siembra en la variedad de arroz NutreZinc.

III. MARCO DE REFERENCIA

Degiovanni *et al*, (s.f.), menciona que:

Varios autores aceptan que *Oryza sativa* L. procede del sudeste de Asia, de una región cercana a la parte sur de India, o sea, de la antigua Cochinchina (región meridional de la península de Indochina), donde las condiciones ambientales son favorables para este cultivo y hay gran cantidad de especies silvestres del género *Oryza*. (p. 37)

3.1 Morfología del cultivo

Degiovanni *et al*, (s, f), describe las siguientes:

“Raíz: Durante su desarrollo, la planta de arroz emite dos clases de raíces: las seminales (o temporales) y las adventicias (o permanentes). Se denominan también primarias y secundarias, respectivamente”.

Tallo: El tallo del arroz consta de una sucesión alterna de nudos y entrenudos, En cada nudo (o región nodal) se forman una hoja y una yema; esta última puede desarrollarse dando lugar a un hijo o macolla. De la yema que se encuentra en el nudo que da origen a la hoja principal, justo entre el nudo y la base de la vaina de dicha hoja, se forma la macolla característica de la especie. (*Oryza sativa* L.)

Hoja: Las hojas de la planta de arroz se distribuyen en forma alterna a un lado y a otro a lo largo del tallo. La primera hoja que aparezca en un nudo basal del tallo principal (o de alguno de los hijos) se denomina prófalo, el cual no tiene lámina y está constituido por dos brácteas aquilladas.

Flor: La flor (o florecilla) tiene seis estambres y un pistilo. Los estambres son filamentos delgados que sostienen las anteras; éstas son alargadas y bífidas y contienen los granos de polen. En el pistilo se distinguen el ovario, el estilo y el estigma. El ovario es de cavidad simple y contiene un solo óvulo. El estilo es corto y termina en un doble estigma plumoso.

“Semilla: La semilla de arroz corresponde a un ovario maduro, seco e indehiscente, que consta de las siguientes partes. la cascara, las lemmas estériles, el endospermo” (p. 58).

3.2 Enfermedades y plagas que afectan al cultivo

Quema o añublo del arroz (*Pyricularia grisea*): Es una enfermedad del arroz causada por el hongo *Magnaporthe grisea* (anamorfa: *Pyricularia grisea*) que en general es la más destructiva, El hongo puede infectar la planta del arroz en cualquier estado de su

desarrollo. El ataque es más severo, en arroz de secano que en arroz de riego; su mayor incidencia y severidad se presenta en suelos de baja fertilidad y textura arenosa. (INTA, s, f, p. 1)

Mancha ocular (*Drechslera gigantea*): Este hongo produce manchas foliares en todas las etapas de crecimiento de la planta. Las manchas iniciales son ovaladas, pequeñas, de color verde grisáceo con borde clorótico de hasta 5 mm de diámetro. Cuando la enfermedad progresa, las manchas se agrandan, se tornan de color pajizo y el borde toma color castaño rojizo. (Martin *et al*, 2018, p. 20)

Cuevas, (2018), menciona las siguientes enfermedades:

Cercosporiosis o mancha lineal (*Cercospora janseana*). Se presenta con mayor frecuencia en la zona de los Llanos Orientales, en los últimos años se ha observado con mayor incidencia y severidad junto con la mancha parda. El patógeno causal se encuentra asociado con el complejo de manchado de grano causando la maduración prematura de los granos. Los síntomas en las hojas son lesiones cortas, elípticas a lineales de color marrón; las lesiones sobre variedades susceptibles son más amplias y numerosas, de color marrón claro, pudiendo llegar a ser necróticas. (p. 20)

Manchado de grano (*Helminthosporium oryzae*, *spp*). Esta enfermedad se presenta en la mayoría de las zonas productoras de arroz en Colombia. Se caracteriza por la pigmentación del grano y reducción de la germinación de este; La infección y coloración del grano puede tener lugar antes o después de la cosecha. (p. 25)

Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*). Presenta mayor severidad en la zona centro y costa norte. Se caracteriza por observarse en focos, está relacionada con el volcamiento del arroz y la maduración precoz. Presenta manchas de color oscuro de forma elíptica que cambian a color verde grisáceo; cuando las lesiones se juntan causan la muerte del tejido, afecta los tallos y las hojas. (p. 17)

Martin, *et al*, (2018), afirma que:

Bacteriosis (*Pseudomonas fuscovaginae*) Se da en plantas adultas a partir de embuchado observándose los primeros síntomas en la base de hoja bandera y vaina. En principio es afectada la vaina donde aparecen manchas acuosas de color castaño. En casos graves la vaina completa puede tener esta apariencia acuosa y necrosar en casos extremos. En estos casos extremos la panoja no logra emerger por completo y queda completamente

manchada y con granos chuzos. En los casos que la panoja emerge, algunos granos o la panoja completa queda manchada de color castaño rojizo y algunos granos quedan chuzos. (p. 38)

3.3 Plagas

Martin, *et al*, (2018), menciona las siguientes plagas:

Chinches del grano o de la panícula (*Oebalus poecilus*): Durante el período de entre zafra los adultos se refugian en diferentes sitios. La importancia de este insecto se debe a que el daño provocado es principalmente sobre los granos. Cuando el cultivo alcanza la floración, los adultos se trasladan al cultivo, localizándose principalmente sobre las panículas.

Lagarta cogollero (*Spodoptera frugiperda*): Esta especie es una plaga muy polífaga, que tiene preferencia por las gramíneas. Puede atacar al arroz principalmente en etapas iniciales del cultivo o en zonas donde no se logra una buena inundación del mismo. Los adultos son de actividad nocturna.

Chinche de tallo (*Tibraca limbativentris*): La actividad de los adultos está relacionada con las variaciones de temperatura y humedad. En la mañana los adultos se encuentran en las partes bajas de la planta, entre los tallos, y a medida que la temperatura aumenta se trasladan hacia la parte superior de la planta, por lo que éste es un buen momento para observar el cultivo y detectar más fácilmente su presencia. Los daños son provocados por adultos y ninfas, que se alimentan del tallo, succionando savia e inyectando saliva con toxinas, terminando en la muerte de la parte interna de la planta. (p. 58)

Sogata (*Tagosodes orizicolus*): La población de Sogata fluctúa con la edad del cultivo, la época del año, y la variedad sembrada. En forma general las máximas poblaciones de ninfas y adultos se presentan en las fases de plántula y de embuchamiento a floración. El Insecto es vector del virus de la hoja blanca (VHB). (INTA, s, f, p. 1)

3.4 Importancia del uso de fertilizantes o abono

El fertilizante o abono es cualquier sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que aporte a las plantas uno o varios de los elementos nutritivos indispensables para su desarrollo vegetativo

normal, Los fertilizantes y abonos se encargan de entregar y devolver a la tierra los nutrientes necesarios para el adecuado crecimiento de plantas, árboles, prados y arbustos, explica el sitio. (Prensa libre, 2021, p. 1)

Fertilización en el cultivo de arroz.
Nitrógeno (N)

Perdomo y Barbazán, (s, f), aclara que:

A pesar de que el N es uno de los elementos más comunes del planeta, es también el nutriente que más frecuentemente limita la producción de los cultivos. Esto se debe a que la molécula de N_2 ($N \equiv N$) es inerte, con una gran estabilidad conferida por su triple enlace. El nombre de este elemento en idioma francés, “azote”, significa “sin vida”, debido a que las plantas son incapaces de asimilar N_2 directamente. En forma natural, el N del aire puede llegar a la planta a través de dos mecanismos principales: transferido por las bacterias que previamente lo han fijado simbiótica o asimbiótica, o disuelto en el agua de lluvia. La cantidad de N transferido a las plantas proveniente de la fijación simbiótica es variable, del orden de 50 a 70 kg ha⁻¹ año, mientras que la cantidad de N aportada por la fijación no simbiótica y las lluvias oscila entre 10 y 20 kg ha⁻¹ al año. (p. 2)

Perdomo y Barbazán, (s, f), afirma que:

El N presente en el suelo bajo formas orgánicas tampoco está disponible como tal para las plantas, sino que para ser absorbido tiene que pasar a formas inorgánicas. El N inorgánico representa un 2% del N total del suelo, encontrándose en formas de nitrato (NO_3^-), amonio (NH_4^{+1}) y nitrito (NO_2^{-1}). Estas formas inorgánicas son transitorias en el suelo, por lo cual las cantidades de N inorgánico del suelo son extremadamente variables, pudiendo existir desde unos pocos gramos hasta más de 100 kg ha⁻¹ de N. Debido a que ésta es la forma en que el N es absorbido por las plantas, el N inorgánico es muy importante para la nutrición vegetal. (p. 2)

Causas de la deficiencia de N

La deficiencia de N puede deberse a una o más de las siguientes condiciones:

- Baja capacidad del N en el suelo.
- Insuficiente aplicación de fertilizantes nitrogenados minerales.

- Baja eficiencia de utilización de Nitrógeno (perdidas por volatilización, de nitrificación, lixiviación, escorrentía e incorrecto fraccionamiento y colocación).
- Condiciones de permanente inundación que reducen el suplemento de N nativo del suelo (sistema de cultivo triple).
- Perdidas de N debido a las intensas lluvias (lixiviación y percolación).
- Secamiento temporal del suelo durante el periodo de crecimiento.

Eficiencia de uso del fertilizante nitrogenado

La eficiencia de uso del fertilizante nitrogenado se puede definir como la relación entre los kilogramos de N absorbido proveniente del fertilizante y los kg. de N de fertilizante agregado. Como la absorción de N depende del crecimiento del cultivo, la cantidad de N absorbido proveniente del fertilizante generalmente se determina en madurez fisiológica, el momento de máxima absorción. Los valores de eficiencia obtenidos dependen del cultivo y del momento de aplicación del fertilizante, pero estos generalmente oscilan entre el 50 y el 70%. Una parte del N no absorbido permanece en el suelo en forma orgánica, y en menor cantidad en forma mineral. El resto del N se pierde del sistema suelo-planta por los procesos previamente descritos. (Perdomo y Barbazán, s, f, p. 49)

Función del N en la planta

El N cumple funciones vitales dentro de los seres vivos, encontrándose dentro de las plantas tanto en formas orgánicas como inorgánicas. Estas últimas son en realidad de escasa magnitud, estando la mayoría como NO_3^- , única forma inorgánica capaz de ser almacenada. Por lo tanto, dentro de la planta la mayoría del N se encuentra en forma orgánica. Este nutriente juega un rol esencial en el crecimiento del vegetal, ya que es constituyente de moléculas como: i) clorofila; ii) aminoácidos esenciales; iii) proteínas; iv) enzimas; v) nucleoproteínas; vi) hormonas; vii) trifosfato de adenosina (ATP). Además, el N es esencial en muchos procesos metabólicos, como, por ejemplo, la utilización de los carbohidratos. (Perdomo y Barbazán, s, f, p. 50)

Incidencia de enfermedades

El aumento del nivel de suministro de N puede afectar la incidencia de enfermedades tanto de modo positivo como negativo, y este cambio puede ser provocado por efectos directos o indirectos. Un ejemplo de efecto directo es la mayor susceptibilidad de las

plantas suculentas a la penetración y al desarrollo de ciertas enfermedades de hongos y bacterias. Un ejemplo de efectos indirectos es el aumento de la humedad relativa que se produce en el entorno de cultivos con crecimiento exuberante, lo que favorece el grado de infección de las enfermedades cuyos gérmenes son transportados por el aire, como en el caso de ciertos hongos y royas. Un caso extremo de aumento de humedad relativa relacionado al nivel de suministro de N se produce en las plantas volcadas. El aumento del suministro de N también puede reducir la incidencia de enfermedades. Es el caso de enfermedades que atacan el sistema radicular, como el gusano de la raíz del maíz, habiéndose verificado que las plantas de maíz fertilizadas con N puedan eludir esta enfermedad por mayor producción de raíces. Existen además reportes de que el aumento del suministro de N puede aumentar la concentración en las plantas de sustancias tóxicas para los microorganismos patógenos. Como ejemplo de este comportamiento se cita en la bibliografía el caso de la roya del trigo (*Puccinia glumarum*). (Perdomo y Barbazán, s, f, p. 62)

Efecto del N sobre la maduración

La aplicación de altas dosis de N generalmente alarga el ciclo vegetativo de los cultivos. Esto se debe en parte a que en condiciones de alto suministro de N se desvían carbohidratos hacía el crecimiento vegetativo y se retarda la senescencia de las hojas. En general se ha observado que la dosis de N interacciona con el momento de aplicación, cuando más tarde se aplica una misma dosis de N mayor es el efecto de retraso en la maduración que se observa. En cambio, cuando se parte de situaciones de gran deficiencia de N, la aplicación de dosis moderadas de este nutriente puede acortar el ciclo del cultivo. La explicación de este fenómeno parece relacionarse con la formación más acelerada de ciertos compuestos orgánicos. (Perdomo y Barbazán, s, f, p. 62)

Vuelco o acame:

El vuelco es el desplazamiento inelástico de la planta desde su posición normal a otra determinada por el viento, la altura y el peso de la planta. El aumento de la susceptibilidad al vuelco asociada al suministro de N en algunas especies de cereales se debe a varios efectos del N dentro de la planta. Por un lado, se aumenta la altura, peso y área foliar. Al aumentar el suministro de N también se aumenta el macollaje y con

esto se produce mayor número de tallos, pero más finos y de menor diámetro. Por otro lado, al aumentar el suministro de N se reduce el espesor de las paredes celulares. (Perdomo y Barbazán, s, f, p. 63)

Fosforo (P)

El fósforo (P) es un constituyente esencial de la adenosina trifosfato (ATP), nucleótidos, ácidos nucleicos y fosfolípidos. Sus principales funciones son el transporte y almacenamiento de energía y el mantenimiento de la integridad de la membrana celular. El P es móvil dentro de la planta, promueve el macollamiento, el desarrollo de la raíz, la floración temprana y la maduración (especialmente si la temperatura es baja). El P es particularmente importante en las primeras fases de crecimiento. Se requiere aplicar fertilizantes fosfatados cuando el sistema radicular de la planta de arroz no está todavía completamente desarrollado y el suplemento de P nativo del suelo es bajo. El P es removilizado dentro de la planta durante etapas posteriores de crecimiento si suficiente P ha sido absorbido durante las etapas tempranas. (Dobermann y Fairhurst, 2001, p. 1)

Síntomas de deficiencia de P y efectos en el rendimiento

Las plantas de arroz deficientes en P son pequeñas y tienen muy bajo macollamiento. Las hojas son estrechas, pequeñas y muy erectas y presentan un color verde oscuro. Los tallos son delgados y alargados y el desarrollo de la planta se retarda. Se reduce también el número de hojas, panojas y granos por panoja. Las hojas jóvenes parecen saludables, pero las hojas viejas toman un color parduzco y mueren. Si la variedad tiende a producir antocianinas las hojas pueden desarrollar un color rojo o púrpura. Las hojas tienen un color verde pálido cuando existe una deficiencia simultánea de P y nitrógeno (N). Es difícil reconocer una moderada deficiencia de P en el campo. La deficiencia de P es a menudo asociada con otros desórdenes nutricionales como toxicidad de hierro (Fe) a bajo pH, deficiencia de zinc (Zn), deficiencia de Fe y salinidad y alcalinidad del suelo. (Dobermann y Fairhurst, 2002, p. 1)

Contenido de P en la planta

Dobermann y Fairhurst, (2002), afirma que:

Si la concentración foliar de P es de 0.2-0.4% durante el crecimiento vegetativo (antes de la floración) el suplemento de P es suficiente y la respuesta a la aplicación de P es poco probable. Rendimientos mayores de 7 t/ha requieren una concentración > 0.06% en la paja a la cosecha y > 0.18% en la hoja bandera a la floración. (p. 2)

Potasio (K)

El potasio (K) es esencial para que ocurran normalmente diversos procesos en la planta. Entre estos se pueden mencionar la osmorregulación, activación de enzimas, regulación del pH y balance entre aniones y cationes en las células, regulación de la transpiración por los estomas y transporte de asimilados (producto de la fotosíntesis) hacia el grano. El K fortalece las paredes celulares y está envuelto en la lignificación de los tejidos escleróticos. A nivel de toda la planta, el K incrementa el área foliar y el contenido de clorofila, retrasa la senescencia y por lo tanto contribuye a una mayor fotosíntesis y crecimiento del cultivo. A diferencia del nitrógeno (N) y el fósforo (P), el K no tiene un efecto mayor en el macollamiento, sin embargo, su presencia incrementa el número de granos por panoja, el porcentaje de granos llenos y el peso de 1000 granos. (Dobermann y Fairhurst, 2001, p. 1)

La deficiencia de K resulta en acumulación en la planta de azúcares lábiles de bajo peso molecular, aminoácidos 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. (Dobermann y Fairhurst, 2002, p. 1)

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 efectúan, 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. Se pueden también presentar fajas amarillentas a lo largo del tejido intervenal y se agobian las hojas bajas. Los síntomas de deficiencia de K (particularmente la presencia de márgenes de color amarillo parduzco en las hojas) son similares a los síntomas de infección con virus que provocan la enfermedad denominada tungro. Sin embargo, se puede distinguir un síntoma de otro porque el tungro aparece en parches y no ocurre en todo el campo. (Dobermann y Fairhurst, 2002, p. 1)

Contenido de K en la planta

Durante el crecimiento vegetativo hasta la floración, el suplemento de K es generalmente suficiente y la posibilidad de respuesta es baja si el contenido foliar de K está entre 1.8 y 2.6%. Para producir el máximo número de espiguillas por panícula, el contenido de K en las hojas maduras debe ser > 2% en el embuchamiento. (Dobermann y Fairhurst, 2002, p. 3)

El nivel crítico de K en la paja a la cosecha está entre 1 y 1.5%, pero rendimientos mayores a 7 t/ha requieren concentraciones de K > 1.2% en la paja y > 1.2% en la hoja bandera a la floración. Para óptimo crecimiento, la relación N, K en la paja debe estar entre 1:1 y 1:1.4. (Dobermann y Fairhurst, 2002, p. 3)

3.5 Densidades de siembra

Importancia de las densidades de siembra

Jiménez, *et al*, (2009), mencionan que:

La densidad de población del cultivo es muy importante dentro del ciclo productivo, ya que en ocasiones nuestros productores tienen la costumbre o tradición de utilizar altas densidades de siembra por hectárea, lo cual puede ocasionar aumento en los costos de producción, competencia intraespecífica dentro del cultivo, menor vigor de las plantas y mayor susceptibilidad al ataque de plagas, enfermedades y malezas. Todo esto incide en menores rendimientos y afecta la ganancia de los productores. (p.33)

Densidades de siembra en el cultivo de arroz

Jennings (1981) “Manifiesta que cantidades de semilla en el orden de 120 a 130 kg ha⁻¹ son suficientes para el mantenimiento de una buena población en campo” (Citado por Duran, 2015, p. 8).

Consecuencia de altas densidades de siembra

Jennings (1981), afirma que:

Los agricultores están acostumbrados a utilizar altas densidades de siembra (de 180 a 200 kg ha⁻¹ de semilla), sin embargo, no hay ningún fundamento técnico que demuestre que esta práctica sea la mejor. Las altas densidades de siembra producen plantas débiles y susceptibles al volcamiento y a los ataques de enfermedades, especialmente *Piricularia Oryzae* y *Rhizoctoni solani*. (Citado por Duran, 2015, p.7)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El experimento se estableció en el centro experimental de arroz TAINIC, ubicado en el municipio de Darío, departamento de Matagalpa, coordenadas X 590979.316, Y 1415162.564, el centro experimental abarca los municipios de San Isidro, Sébaco, La siembra se realizó el 21 de diciembre 2020 ciclo de verano 2020-2021.

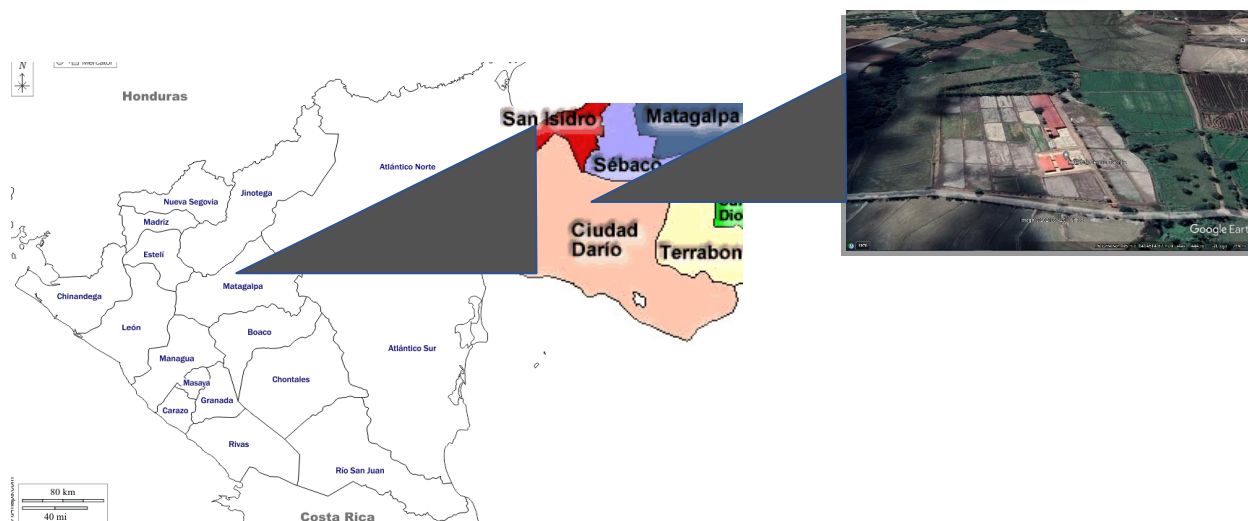


Figura 1. Ubicación del estudio realizado, Tainic. Google earth.

4.2 Diseño metodológico

4.2.1 Descripción del material biológico

NutriZinc es una variedad de arroz desarrollada por el Instituto Nicaragüenses de Tecnología Agropecuaria (INTA), en la colaboración con el Proyecto PIIMPSA (ICDF/TAIWAN), como respuesta a la demanda de la disponibilidad de una variedad productiva, tolerante a enfermedades de buena calidad industrial y nutricional para condiciones de secano.

Se adapta a sistemas de secano, semitecnificados o manual, con precipitación desde 800 a 1,200 mm durante el ciclo del cultivo (4 meses), suelos arcillosos, francos arcillosos y pendientes inferiores al 10%.

Cuadro 1. Característica de la variedad de arroz NutriZinc.

Descripción	Característica
Vigor	Muy Bueno
Días a flor	74 a 78
Altura de planta	100 a 108 centímetros
Excursión de la panícula	Buena
Densidad de espiga	Intermedia
Color de la testa	Pajizo
Longitud de la panícula	26 a 30 centímetros
Habilidad de macollamiento	Buena
Reacción al acame	Tolerante
Reacción a la piricularia	Tolerante
Reacción a Helminthosporium	Tolerante
Reacción a Rhynchosporium	Tolerante
Peso de 1,000 granos	28 a 30 gramos
Días a cosecha	112 a 115 días después de la siembra
Rendimiento a potencial	90 a 100 qq/mz
Calidad industrial	Buena (88/12)
Calidad culinaria	Buena
Recomendado para	Secano favorable y desfavorable
Origen	CIAT, Colombia

(Citado por Cuadra, 2020, p. 56)

4.2.2. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas con tres repeticiones. La parcela grande fue constituida por los niveles de nitrógeno y la parcela pequeña por las dosis de siembra. Cada parcela experimental, estuvo conformada por seis surcos de seis metros de largo, a una distancia entre surco de 0.30 m (APE: 10.8 m²). La parcela útil fue de 7.2 m² ubicados en el centro de cada parcela experimental. (Anexos 1)

4.2.3. Descripción de los Tratamientos

Se evaluaron cuatro niveles de fertilización nitrogenada y tres dosis de siembra en la variedad NutreZinc, con un total de 12 tratamientos por repetición.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos a evaluar en el ensayo Niveles de nitrógeno y tres dosis de siembra en la variedad NutreZinc.

Nº	Factor A (Fertilización)	Nº	Factor B (dosis de siembra)
1	0 kg ha ⁻¹	1	65 kg ha ⁻¹
2	120 kg ha ⁻¹	2	78 kg ha ⁻¹
3	150 kg ha ⁻¹	3	91 kg ha ⁻¹
4	180 kg ha ⁻¹		

4.2.4 Manejo agronómico del Experimento

La preparación de suelo: eliminar los residuos de la cosecha anterior con un pase de romplow con el objetivo de remover el suelo.

La siembra fue realizada en surco a razón de 130 kg ha⁻¹ de semilla a una distancia de 30 cm entre surco, sembrando a chorrillo ralo. Se realizó una pre germinación de la semilla, sometiéndola a 24 horas sumergida en agua y 24 horas en calor.

El experimento se manejó con la técnica secano simulado (húmedo seco) que consiste en pase de agua y dejarlo que el agua se consuma, 15 cm debajo de la superficie del suelo y hasta ese punto se vuelve hacer otro pase, ya que el experimento se realizó en verano esto se realizó para simular las condiciones de secano.

La fertilización se realizó de la siguiente forma:

1. Fertilización base: Formula 18-46-00, 130 kg ha⁻¹ al momento de la siembra.
2. Complementación de fertilización nitrogenada: Formula Urea 46%, en forma fraccionada de la siguiente forma:
 - Primer fraccionamiento (15 dde) 50% de la dosis de cada tratamiento
 - Segundo fraccionamiento (35 dde); 25% de la dosis de cada tratamiento.
 - Tercer fraccionamiento (50 dde); 25% de la dosis de cada tratamiento.
3. Complementación de fertilización potásica: Formula MOP (0-0-60), 130 kg ha⁻¹, fraccionado en dos momentos con el segundo y tercer fraccionamiento de Urea 46%.

Cabe destacar que las dosis en que se fertilizó fueron criterio técnico de un programa de fertilización del centro experimental TAINIC además de eso se tomaron en cuenta las dosis de fertilización que hacen los productores en el valle de Sébaco. (dds= días después de la siembra.)

4.2.5. Manejo sanitario del cultivo

La primera aplicación se realizó a los 30 días, a base de insecticida (Prefonofos+Lenuforon) esto para el control de Sogata (*Tagosode orizicolus*) y Cogollero (*Spodoptera frugiperda*), y un foliar a base de Zinc y Magnesio para contrarrestar los daños de fitotoxicidad por herbicidas.

A los 45 días fue la segunda aplicación con una mezcla del fungicida Carbendazim para el control (*helmithosporium oryzae*) y (*pyricularia oryzae*) más foliar a base de silicio, para corregir la salinidad del suelo.

A los 65 días se realizó la tercera aplicación del insecticida (*Prefonofos+Lenuforon*) para el control de Sogata (*Tagosode orizicolus*).

La cuarta aplicación fue a los 75 días para protección de la espiga a base de fungicida (*Fenpropimorfo+Kresoxim-metilo+Epoxiconazol*) para proteger la espiga del machado de la espiga y el insecticida (*Tiametoxam+Lambda Cihalotrina*) para el control del chinche del grano. (*Oebalus insularis*)

El manejo de maleza se realizó a los 8 días antes de la siembra se aplicó *Pendimentalina* para evitar el brote de maleza, a los 25 después de la siembra fue la aplicación de *Clomazone* para el control de *Echinochloa colona* y a los 80 después de la siembra se realizó un control para el arroz rojo (*Oryza sativa* L.) de manera manual.

4.3 Variables evaluadas

Se utilizó la escala de evaluación estándar para el cultivo del arroz, el cual se propuso para una evaluación cualitativa de las variables. El tamaño de muestra para caracteres cuantitativos de crecimiento y desarrollo fue de 10 plantas elegidas al azar en el área central de la parcela útil de cada tratamiento.

Cuadro 3. Estados fenológicos de crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz.
Etapas

Calificación	Categorías
00	Germinación (3 dds)
01	Plántula (15 dds)
02	Ahijamiento (25 dds)
03	Elongación del tallo
04	Cambio de primordio (65 dds)
05	Panzoneo (75 dds)
06	Floración (94 dds)
07	Estado lechoso del grano (100dds)
08	Estado pastoso del grano (110 dds)
09	Maduración fisiológica (120 dds)

(Citado por CIAT, 1983)

4.4 Variables de crecimiento

4.4.1 Altura:

Con una cinta métrica se realizó la medida de la altura de la planta desde la base del tallo hasta la panícula más alta, se tomarán 10 muestras al azar en el estado de grano lechoso (94 dds) de cada parcela.

4.4.2 Longitud de panícula:

Con la ayuda de una regla se midió en cm la longitud de la panícula desde la base del cuello hasta el último grano, estado lechoso del grano. (100 dds)

4.4.3 Excursión:

Se midió la distancia entre el nudo ciliar y el cuello de la hoja bandera con una cinta métrica, esto fue realizado en la etapa de grano lechoso (100 dds).

4.4.4 Habilidad de Macollamiento (Ti):

Mediante la determinación del índice de macollamiento se realizó un recuento de tallos productivos por metro lineal.

4.5 Variables de rendimiento

4.5.1 Peso de 1000 granos (GW):

Se pesaron 1000 granos en una pesa electrónica, expresados en gramos al 14% de humedad (probador de humedad), en estado de madurez fisiológica.

4.5.2 Número de granos por panícula:

Se llevó un conteo de granos totales por panícula, para esto se tomaron una muestra de 10 panículas por tratamiento, en estado de madurez fisiológica.

4.5.3 Porcentaje de fertilidad de grano:

Se realizó un conteo de granos vanos y granos enteros, para luego calcular el porcentaje de fertilidad de granos de acuerdo al número total de granos por panícula, en estado de madurez fisiológica.

4.5.4 Rendimiento de grano (Yld):

Se cosecho el grano (granza) en el área de la parcela útil de cada tratamiento, expresándolo en kg ha^{-1} , con una pesa electrónica se pesaron las muestras de cada tratamiento y considerando un 14% de humedad (probador de humedad), en estado de madurez fisiológica.

4.4 Análisis de datos

Se uso el análisis de varianza mediante el (ANDEVA) para demostrar la aceptación o rechazo de la hipótesis investigativa por tratamiento. Las medias de los tratamientos fueron categorizadas utilizando la prueba de rangos múltiples de Tukey ($\alpha=0.05$). por medio del software InfoStat versión estudiantil 2020.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Significación de medias de las variables en cada uno de los factores

En el Cuadro 4, se observa que existe diferencia estadística en los factores evaluados, sobresaliendo las variables de los niveles de nitrógeno, altura de la planta, fertilidad de panícula, número de granos por panícula y rendimiento, mientras que las variables, macollamiento, excursión, longitud de panículas y peso de mil granos no se encontraron efecto significativo estadístico con respecto al factor nitrógeno, mientras que en el factor densidad de siembra se encontraron diferencias estadística significativa en las variables longitud de panícula, peso de mil granos y número de granos por panícula, no así en las variables de rendimiento, altura de planta, excursión, fertilidad de panícula y macollamiento.

Con respecto a las interacciones no se encontraron diferencia estadística significativa por lo tanto los factores se describieron de manera independiente.

Cuadro 4. Estadísticos de medias de cuatro niveles de nitrógeno y tres dosis de siembra (*Oryza sativa* L.) con cuatros niveles de nitrógeno y tres dosis de siembra.

Descriptor	Bloque	Nitro	Dosis	Nitro*Dosis	R ²	CV
Variables de crecimiento						
Altura de la planta	0.211	0.0023	0.828	0.077	0.89	3.38
Longitud de la panícula	0.070	0.0684	0.006	0.942	0.74	5.14
Excursión	0.501	0.5920	0.266	0.655	0.53	164.62
Macollamiento	0.769	0.0530	0.001	0.548	0.92	7.68
Variables de rendimiento						
Peso de mil granos	0.865	0.7498	0.003	0.865	0.68	11.39
Numero de grano por panícula	133.02	0.0298	0.007	0.457	0.73	4.93
Fertilidad de panícula	86.95	0.0399	0.252	0.513	0.73	10.53
Rendimiento	575800	0.0074	0.108	0.286	0.90	

Nitro=Niveles de Nitrógeno. Dens=Densidad de siembra.

CM=Cuadrado Medio. R²=Coeficiente de Determinación. CV=Coeficiente de variación.

5.2. Variables de crecimiento

5.2.1. Altura de planta

Mediante el análisis de varianza con 95% de confianza se determinó que no existe efecto significativo en la interacción por lo tanto los tratamientos se describirán de manera independiente. Se encontró efecto significativo estadística significativa en los niveles de fertilización nitrogenada, con el mejor promedio más alto de 85.95 cm, con la dosis de nitrógeno de 180 kgN ha⁻¹. Mientras en las dosis de siembra no hubo efecto significativo. (Cuadro 5.)

Con la prueba de Tukey al 95% de confianza se determinó que separar los tratamientos de los niveles de nitrógeno se obtuvieron dos categorías estadísticas, siendo 180 kg ha⁻¹ la mejor dosis de nitrógeno. (Cuadro 5.)

Se puede observar que entre más elevadas sean las dosis de fertilización nitrogenada en la planta de arroz alcanza un rápido crecimiento y una mayor altura de planta ya que es uno de los cereales que absorber más nutrientes para su respectivo crecimiento siendo estos el principal el nitrógeno. En el (Cuadro 5) Se puede apreciar que a menor densidad aumenta la altura de la planta pueda ser que tenga un mayor espacio entre las plantas, no hay mucha competencia de nutrientes entre ellas y de esta manera puedan absorber de manera eficiente de los nutrientes para obtener una mayor altura.

Este estudio concuerda con Dimas (2019), quien afirma que,

De acuerdo con la cantidad de niveles de cantidad de semillas, 90 kg ha⁻¹ se obtiene la mayor altura de planta siendo estadísticamente igual, al pasar a los siguientes niveles 150 y 181 kg ha⁻¹ de semillas, la altura de planta disminuye, es decir a medida que se aumenta la cantidad de semilla, disminuya la altura de la planta. (p 14)

Esto coincide con, Tinareli (1989) “menciona que una circunstancia donde se hace una elevada fertilización nitrogenada las plantas de arroz se vuelven frondosas y altas” (Citado por Gutiérrez, 2011, p 33).

5.2.2. Longitud de panícula (LP)

Por medio del análisis de varianza con un 95% de confianza se determinó que no existe efecto significativo en las interacciones por lo tanto los tratamientos se describen de manera independiente.

No hubo efecto significativo estadístico en los niveles de fertilización nitrogenada, por otra parte, en las dosis de siembra hubo efecto significativo con una de las mejores, siendo esta de 65 kg ha⁻¹ con el promedio más alto de 23.11 cm.

En el (Cuadro 5), se puede observar la longitud de panícula de alarga cuando la dosis de siembra se disminuye esto se debe que hay un mejor y espacio para que la panícula se desarrolle y no hay una dependencia del nitrógeno para que la panícula se mayor en la longitud.

La prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), determinó que al separar los tratamientos de los niveles de dosis de siembra se obtuvieron dos categorías estadísticamente siendo 65 kg ha⁻¹ la mejor dosis de densidades de siembra. (Cuadro 5.)

Según Datta (1986), “el aumento de los rendimientos por efecto de la fertilización con nitrógeno, habitualmente es debida a la mayor cantidad de panículas que en el tamaño de las mismas” (Citado por Gutiérrez 2011p 38).

Esto concuerde con el estudio de Gutiérrez (2011), quien indica que, “al aumentar la densidad de siembra, se reduce la longitud de panícula. Es así como la densidad menor (2 qq/ha), presenta las panículas con mayor de longitud” (p 38).

Cuadro 5. Categorización de medias de la altura y longitud de panícula del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) con cuatros niveles de nitrógeno y tres dosis de siembra.

Nitrógeno	Altura (cm)	Longitud de panícula (cm)
0 kg ha ⁻¹	74.81 b	20.64 a
120 kg ha ⁻¹	84.86 a	22.67 a
150 kg ha ⁻¹	84.18 a	22.51 a
180 kg ha ⁻¹	85.95 a	22.54 a
Dosis		
65 kg ha ⁻¹	82.67 a	23.11 a
78 kg ha ⁻¹	82.63 a	21.67 b
91 kg ha ⁻¹	82.05 a	21.50 b

Promedios con letras en común, son iguales estadísticamente (Tukey, $\alpha=0.05$).

5.2.3 Excursión

Atreves del análisis de varianza con un 95% de confianza se determinó que no existe efecto significativo en la interacción por lo tanto los tratamientos se describirán de manera independiente. No existió efecto significativo con una significancia ($\alpha < 0.05$), entre los efectos en los niveles de fertilización nitrógenada, al igual que las dosis de siembras. (Cuadro 6)

En este experimento no se encontró efecto en la excursión, este factor de la variable está relacionada con la influencia del nitrógeno que a mayor cantidad de 180 kgN ha⁻¹ incrementa mayor excursión de panícula, pero esto no aplica en todos los experimentos, pero también va depender de los factor genético, condiciones ambientales y dependencia del sistema de radiaciones. Es por tal razón con la dosis ante mencionada no fue significativa.

La prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) determino que al separar los tratamientos de los niveles de nitrógeno se obtuvo una categoría estadísticamente, siendo esta de 180 kgN ha⁻¹ la mejor dosis de nitrógeno.

Zeledón, (1993), menciona que

La excursión de panícula es una variable agronómica importante para considerar en el proceso de selección, las panículas que tienen la habilidad de emerger completamente de la hoja bandera evitando la esterilidad (mal llenado de la espiga), ataque de patógenos en la base de la panícula y dificultad de la cosecha. (Citado por Jiménez 2004 p 15)

Jennings, (1985), afirma que:

La panícula debe emerger completamente de la vaina de la hoja bandera, la panícula completamente exerta es supuestamente dominante sobre la parcialmente encerrada, pero la temperatura del aire y posiblemente el sombrero modifica drásticamente la excursión. En muchas líneas la panícula sobresale completamente, si el tiempo es caliente después de la iniciación de la panícula, la excursión es completa si el tiempo es algo frío. (p 16)

5.2.4. Macollamiento

Con el análisis de varianza con un 95% de confianza se determinó que no existe efecto significativo en la interacción por lo tanto los tratamientos se describirán de manera independiente.

Al aplicar el análisis de varianza no hubo efecto significativo ($\alpha < 0.05$), en los niveles de fertilización nitrogenada, pero el promedio más alto que obtuvo fue de 129.33 número de tallos productivos con la dosis de 180 kgN ha⁻¹, al igual no se encontró efecto en las dosis de siembra, siendo el promedio más alto de esta de 78 kg ha⁻¹ y con 121.04 cm. (Cuadro 6.)

Con respecto a la variable no se encontró efecto en ningunos de los factores mencionado ya que hay una fuerte influencia de factores genéticos en la variedad. Y el incremento de macollas no estuvo directamente influenciado por los niveles de nitrógeno.

Afirmado por (LARREA, 2003),

A mayor incremento de nitrógeno mayor producción de macollos durante et macollamiento; y corroborado por (Aguilar *et al*, 2006), quien manifiesta que el Nitrógeno es el componente más importante durante los 25 y 50 días después de la siembra, coincidiendo con et periodo de ahijado, es ahí cuando la planta incrementa significativamente su área foliar. (Citado por Miranda 2014, p 68)

Paredes (1992) Menciona que

El número de macollos promedio por planta es un carácter genético de naturaleza cuantitativa que difiere entre variedades, sin embargo, se ve afectado por la densidad de siembra, el distanciamiento, la aplicación oportuna de fertilizante nitrógeno, el tipo de suelo y el sistema de cultivo implantado (p 30).

Cuadro 6. Categorización de medias de la excersión y macollamiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) con cuatros niveles de nitrógeno y tres dosis de siembra.

Nitrógeno	Excersión (cm)		Macollamiento	
0 kg ha ⁻¹	0.34	a	91.11	b
120 kg ha ⁻¹	0.40	a	116.89	ab
150 kg ha ⁻¹	0.31	a	115.67	ab
180 kg ha ⁻¹	0.78	a	129.33	a
Dosis				
65 kg ha ⁻¹	0.23	a	98.67	b
78 kg ha ⁻¹	0.74	a	121.04	a
91 kg ha ⁻¹	0.40	a	120.04	a

Promedios con letras en común, son iguales estadísticamente (Tukey, $\alpha > 0.05$).

5.3. Variables de rendimiento

5.3.1. Peso de mil granos

El análisis de varianza con un 95% de confianza determinó que no existe efecto significativo en la interacción por lo tanto los tratamientos se describirán de manera independiente.

No Existió efecto significativo en los niveles de fertilización nitrogenada como efecto principal, mientras que en las dosis de siembra hubo efecto significativo respectivamente, con el promedio más alto de 25.70 g de la dosis de siembra de 65 kg ha⁻¹. Por lo tanto, las dosis de 78 kg ha⁻¹ y 91 kg ha⁻¹ presentaron comportamiento similar Tukey ($\alpha=0.05$), 23.02 g, 23.13 g respectivamente mostrando dos categorías con dos categorías en la dosis de siembra. (Cuadro7)

López (1991) destaca que,

El peso de mil granos es un carácter muy estable en buenas condiciones del cultivo y depende fundamentalmente de la variedad; sin embargo, un incremento en el rendimiento se puede lograr seleccionando materiales de mayor peso en el grano, los granos largos a extra largos son los que obtienen mayor peso de los cuales fluctúan entre 25 y 35 g.

(Citado por Lira, 2004, p.38)

Aunque no hubo mayor efecto de los niveles del Nitrógeno se conoce que se presencia aumenta el número de granos por panícula y el peso de 1000 granos, una de las funciones del nitrógeno es, “mantener la fotosíntesis en el llenado de grano e incrementar el contenido de proteína en el grano” (Dobermann y Fairhurst, 2005, p. 1).

5.3.2. Número de granos por panícula (NGPP)|

Con respecto al Análisis de Varianza con un 95% de confianza se determinó que no existe efecto significativo en la interacción por lo tanto los tratamientos se describirán de manera independiente. Según el ANDEVA existió efecto significativo en los niveles de fertilización nitrogenada donde el mayor promedio fue de 141.80 granos por panícula de la dosis de nitrógeno de 120 kg ha⁻¹, así mismo hubo efecto significativo en las dosis de siembra con el promedio más alto de 144.20 granos por panícula con dosis de siembra de 78 kg ha⁻¹. (Cuadro 7)

(Tukey, $\alpha>0.05$), determinó que las mejores dosis de nitrógenos y las dosis de siembra fueron 120 kg ha⁻¹ y 78 kg ha⁻¹ respectivamente. (Cuadro 7)

El (Cuadro 7), muestra que una alta dosis de fertilización existe un mayor número de granos por panícula ya que la fertilización nitrogenada es un factor determinante en la producción de granos por panícula. Ishii (1995): “El factor más importante para la determinación del número de granos durante la fase reproductiva es la cantidad de N absorbido, aunque la fotosíntesis también contribuye en la determinación del número de granos” (Citado por Hernández et al, 2012, p. 25). En relación a los resultados de la dosis de siembra donde 78 kg ha⁻¹ fue la dosis que tuvo un mejor comportamiento en dicha variable, esto debido a que a menores densidades hay una menor competencia de las plantas por luz solar en la que incide con el número de granos por panícula.

Según Donald y Hamblin (1976):

Un factor que probablemente siempre está involucrado en la caída en el índice de cosecha en altas densidades, es el perfil de la luz dentro del cultivo en las altas densidades la intercepción total de luz se produce antes y la competencia entre las plantas por luz es más intensa. El porcentaje de tallos productores de espigas, el número de granos por espiga, y el tamaño de grano son todos reducidos, incluso donde el agua y los nutrientes no son limitativos. (Citado por Hernández *et al*, 2012, p. 16)

Soto (1991), afirma que:

El número de granos por panícula es un componente considerado de importancia para obtener buenos rendimientos y todo está ligado con fertilidad o esterilidad 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. (Citado por Salazar y Hernández, 2004, p. 25)

Cuadro 7. Categorización de medias del peso de mil granos y numero de granos por panícula del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) con cuatros niveles de nitrógeno y tres dosis de siembra.

Nitrógeno	Peso de mil granos (g)	Número de granos por panícula
0 kg ha ⁻¹	23.96 a	115.07 b
120 kg ha ⁻¹	23.80 a	141.80 a
150 kg ha ⁻¹	23.56 a	129.47 ab
180 kg ha ⁻¹	24.49 a	140.60 a
Dosis		
65 ha ⁻¹	25.70 a	120.32 b
78 ha ⁻¹	23.02 b	144.20 a
91 ha ⁻¹	23.13 b	130.68 ab

Promedios con letras en común, son iguales estadísticamente (Tukey, $\alpha > 0.05$).

5.3.3. Fertilidad panícula (FP)

Mediante el análisis de varianza ($\alpha=0.05$) se determinó que no existió efecto significativo en la interacción por lo tanto los tratamientos se describirán de manera independiente.

Existió efecto significativo en los niveles de fertilización nitrogenada como efecto principal, siendo el promedio más alto de 93.64 % en la dosis de 0 kgN ha⁻¹, no obstante, la dosis 120 kg ha⁻¹ y 150 kg ha⁻¹, mostraron comportamiento similar (Tukey, $\alpha>0.05$), con 90.64% y 88.88%, respectivamente, y sólo el testigo y la mayor dosis fueron significativas. Por otro lado, no hubo efecto significativo en las dosis de siembra. (Cuadro 8)

Con respecto a la prueba de Tukey con un 95% de confianza se determinó que al separar los tratamientos nitrógeno se obtuvieron tres categorías estadísticas, siendo este el testigo el que se comportó más mejor de 0 kgN ha⁻¹ el mejor nivel de nitrógeno.

En las dosis de nitrógeno el testigo 0 kgN ha⁻¹ fue el que obtuvo mayor porcentaje de fertilidad en la panícula (93.64 %), esto debido a que el exceso de nitrógeno vuelve estéril a las espiguillas causando que haya vanos en los granos.

Deshmukh *et al* (1992), mencionan:

El exceso de nitrógeno conduce al aumento de la masa vegetativa, pero este aumento no es proporcional al aumento en la producción de carbohidratos, por lo que el suministro en exceso conduce a un elevado incremento de la paja y a la esterilidad de las espiguillas, lo que provoca un efecto en la cantidad de granos llenos por panícula (Citado por Peña *et al*, 2001, p. 39)

CIAT (1986), destaca que,

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. (Citado por Mendoza y Córdoba, 2018, p. 56)

5.3.4. Rendimiento

Mediante el análisis de varianza con un 95% de confianza se determinó que no existe efecto significativo en la interacción por lo tanto los tratamientos se describirán de manera independiente.

Según análisis de varianza se determinó que existe diferencias estadísticas significativa con un nivel de significación de (0.05) en los niveles de fertilización nitrogenada, siendo el promedio más alto de 8 376.82 kg ha⁻¹ de las dosis de nitrógeno de 180 kgN ha⁻¹.

En el (Cuadro 8), se puede observar que el rendimiento aumento cuando mayor fue el nivel de nitrógeno esto fue debido a que el nitrógeno tiene una relación estrecha con el rendimiento ya que esta forma aminoácidos y estos forman a la producción del rendimiento y la calidad del grano.

Esto concuerda con Cordero (1993) afirma que: “entre las funciones del nitrógeno en el cultivo de arroz están aumentar el tamaño de los granos, aumentar el contenido de proteína en los granos y por consiguiente el incremento del rendimiento del grano” (Citado por Gutiérrez, 2011, p. 46).

Contin (1975) describe lo siguiente: “Las siembras de arroz en secano producen menores rendimientos en grano, debido a que están expuestos a fenómenos naturales como la sequía” (Citado por Gutiérrez, 2011, p. 46).

Mediante el análisis de varianza con un nivel de significación de 0.05 que no existe efecto significativo en las dosis de siembra, siendo la mejor dosis de 65 kg ha⁻¹ con el promedio más alto de 7 696.6 kg ha⁻¹.

A pesar de que no hubo efecto significativo en las densidades de siembra Donald y Hamblin, (1976), mencionan que: “los rendimientos biológicos aumentan con la densidad hasta un valor máximo determinado por algún factor del medio ambiente y en densidades más altas tiende a permanecer constante, siempre que no existan factores de interferencia como el vuelco” (Citado por Hernández *et al*, 2012, p. 15).

Tukey con un 95% de confianza determinó que al separar los tratamientos de los niveles de nitrógeno se obtuvieron dos categorías estadísticas, siendo 180 kgN ha⁻¹. la que mejor dosis de nitrógeno.

Cabe Mencionar que a pesar que la variedad es de secano obtuvo excelente rendimiento con la dosis de nitrógeno de 180 kgN ha⁻¹ y una dosis de siembra de 65 kg ha⁻¹ ya que en el valle de sébaco los rendimientos oscilan en los 7 000 kg ha⁻¹.

Cuadro 8. Categorización de medias de la fertilidad panícula y Rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) con cuatros niveles de nitrógeno y tres dosis de siembra.

Nitrógeno	Fertilidad panícula (%)		Rendimiento (kg ha ⁻¹)	
0 kg ha ⁻¹	93.64	a	5 069.52	b
120 kg ha ⁻¹	90.64	ab	8 238.86	a
150 kg ha ⁻¹	88.88	ab	7 960.38	a
180 kg ha ⁻¹	84.69	b	8 376.82	a
Dosis				
91 kg ha ⁻¹	90.59	a	7 696.6	a
78 kg ha ⁻¹	87.68	a	7 531.4	a
65 kg ha ⁻¹	90.12	a	7 006.19	a

Promedios con letras en común, son iguales estadísticamente (Tukey, $\alpha > 0.05$).

Aunque los efectos principales fueron independientes, los mejores tratamientos fueron la fertilización de 180 kg ha⁻¹ y dosis de siembra de 65 kg ha⁻¹ para un rendimiento de 8 548 kg ha⁻¹, y fertilización de 120 kg ha⁻¹ y dosis de siembra de 78 kg ha⁻¹ para un rendimiento de 8 479 kg ha⁻¹. Los menores rendimientos se obtuvieron sin la aplicación de fertilizante (Figura 2).

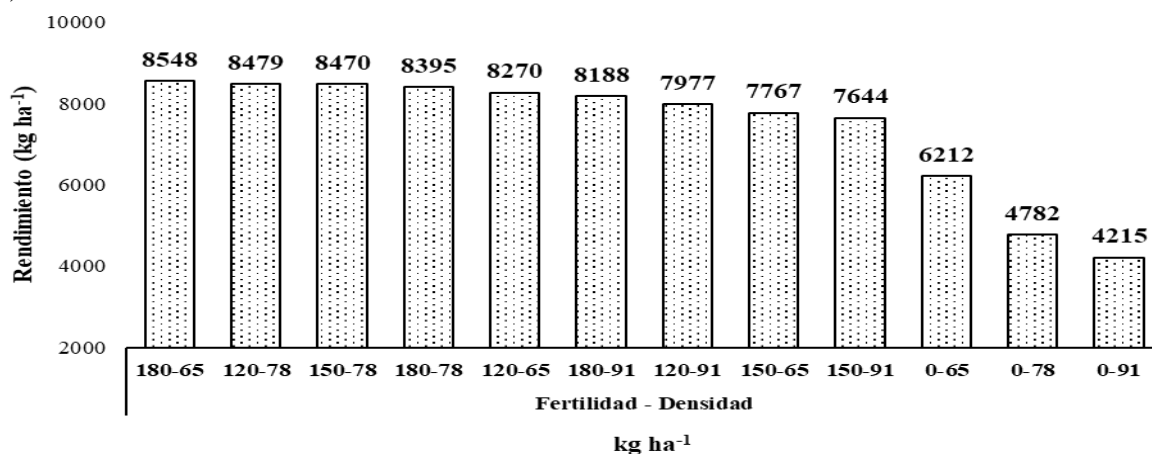


Figura 2. Rendimiento obtenido en los tratamientos evaluados en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

VI. CONCLUSIONES

La mayor dosis de fertilización nitrogenada (180 kgN ha) obtuvo el mayor rendimiento de grano en la variedad NutreZinc con promedio de 8 376.82, el cual superó al testigo de manera significativa en 40 % en producción. Asimismo, las variables longitud de panícula, macollamiento, pesos de mil granos y granos por panícula fueron afectadas por la fertilización.

De manera independiente, las dosis de siembra no afectaron significativamente el rendimiento de grano, pero la producción estuvo en dependencia directa de las dosis de siembra aplicadas con rendimiento superior a los siete mil kg ha⁻¹. Las dosis de siembra y la fertilización afectaron de manera significativa las mismas variables.

No hubo efecto significativo en la interacción; no obstante, los mayores rendimientos se obtuvieron con la fertilización de 180 kg ha⁻¹ y dosis de siembra de 65 kg ha⁻¹ con rendimiento de 8 548 kg ha⁻¹.

VII. RECOMENDACIONES

1. Continuar cultivando variedades de arrpz seco con excelentes repuestas a condiciones de suelo de todo el país, INTA Chinandega, INTA L-9, INTA secamp rendidor, IR-1M y INTA NutreZinc, tomando en cuenta todas las variables pertinentes para la liberación de dichas variedades.
2. Seguir realizando estudios de fertilización nitrogenada y densidad de siembra para determinar las instrucciones con las nuevas variedades en el incremento de rendimientos.

VIII. LITERATURA CITADA

- Álvarez Córdoba, E. 2018. Cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Aroz%202019.pdf
- Augusto P.O (1992) Densidad de siembra de arroz (*Oryza sativa* L.) Variedad Ucayali 91 bajo riego el sistema de secan mejorado en Pucallpa. <file:///C:/Users/Omar/Downloads/000000054T.pdf>
- CIAT.1983. Sistema de Evaluación Estándar para arroz. 2ª.ed. Cali, Colombia.
- Cuadra, S, y Chen, Szu (2020) Guía técnica del cultivo de arroz secano. 3^{er} ed, Managua, Nicaragua.
- Cuevas, Medina, A., y Higuera, Acosta, O. L. (noviembre 2018). *Guía para el monitoreo y manejo de enfermedades*. http://www.fedearroz.com.co/docs/cartilla_enfermedades.pdf
- Degiovanni V, Berrio L, Charry R. (s.f) Origen, taxonomía, anatomía y morfología de la planta de arroz (*Oryza Sativa* L.) <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/82462/origen-ff4737f6.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Diaz E, Granados J. (noviembre 2012) Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno, densidades de siembra y su efecto sobre la incidencia de enfermedades y productividad en arroz (*Oryza sativa* L.) en el municipio de Posoltega, Chinandega durante ciclo agrícola (2011-2012) <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6002/1/222771.pdf>
- Díaz-Benito P; Banakar R; Rodríguez-Menéndez S; Capell T; Pereiro R, Christou P; Abadía J; Fernández B y Álvarez-Fernández A (2018). Iron and Zinc in the Embryo and Endosperm of Rice (*Oryza sativa* L.) Seeds in Contrasting 20-Deoxymugineic Acid/Nicotianamine Scenarios. *Front. Plant Sci.* 9:1190. doi: 10.3389/fpls.2018.01190
- Dimas, Rodríguez, A, M. (2019) Evaluación económica y producción del arroz (*Oryza sativa* L.) bajo diferentes distancias y densidades de siembra <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6597/1/AGN-2019-T015.pdf>
- Dobermann, A, Fairhurst, T. Febrero (2002). Manejo del fosforo en arroz. [http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/89720C599E1D0F0E852579A300788FA5/\\$FILE/Manejo%20del%20P%20en%20arroz.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/89720C599E1D0F0E852579A300788FA5/$FILE/Manejo%20del%20P%20en%20arroz.pdf)
- Dobermann, A, Fairhurst, T. Julio (2005). Manejo del nitrógeno en arroz. [http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/89720C599E1D0F0E852579A300788FA5/\\$FILE/Manejo%20del%20P%20en%20arroz.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/89720C599E1D0F0E852579A300788FA5/$FILE/Manejo%20del%20P%20en%20arroz.pdf)
- Dobermann, A, Fairhurst, T. Octubre (2001). Manejo del potasio en arroz. [http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/31284BF1C88DB0D9852579A30078FA9F/\\$FILE/Manejo%20del%20K%20en%20arroz.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/31284BF1C88DB0D9852579A30078FA9F/$FILE/Manejo%20del%20K%20en%20arroz.pdf)
- Duran Suarez, C.A. (2015). Respuesta a diferentes densidades de siembra y niveles de nitrógeno en los cultivares de arroz iniap fl 01 y go-39815 en condiciones de riego [Tesis de Pregrado Universidad de Guayaquil] Repositorio Institucional Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8150/1/Tesis%20Clemente%20Dur%c3%a1n.pdf>

- Gutiérrez Ramón, V, M. (2011) Evaluación de cinco niveles de nitrógeno en tres densidades de siembra, sobre el comportamiento agronómico, productivo e industrial del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Material Promisorio “LP5” [Tesis grado, Tecnología de Costa Rica sede regional San Carlos] Repositorio institucional Tecnología de Costa Rica sede regional San Carlos <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/4022/Evaluaci%C3%B3n%20de%20cinco%20niveles%20de%20nitr%C3%B3geno%20en%20tres%20densidades%20de%20siembra%20sobre%20el%20comportamiento%20agron%C3%B3mico%20productivo%20e%20industrial%20del%20cultivo%20de%20arroz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gutiérrez Víctor (2011) Evaluación de cinco niveles de nitrógeno en tres densidades de siembra, sobre el comportamiento agronómico, productivo e industrial del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Material Promisorio “LP5. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/4022/Evaluaci%C3%B3n%20de%20cinco%20niveles%20de%20nitr%C3%B3geno%20en%20tres%20densidades%20de%20siembra%20sobre%20el%20comportamiento%20agron%C3%B3mico%20productivo%20e%20industrial%20del%20cultivo%20de%20arroz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, Micheliní, G. Lucas, Pereira, T y Moreira, Eguren, G. (2012) Efecto del desarrollo de la canopia en el rendimiento de cultivares de arroz de alto potencial según densidad de siembra y fertilización nitrogenada. (Tesis de pregrado Universidad de la República) Repositorio Institucional Universidad de la República <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/9753/1/3762her.pdf>
- Jiménez, Martínez, W, Y Saavedra, Pérez, M, A, (2004) Estudio comparativo de diez líneas promisoras y dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) para condiciones de secano en cárdenas, Rivas. [Tesis de grado Universidad Nacional Agraria] Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1954/1/tnf30j61.pdf>
- Jiménez, O., Silva, R. y Cruz, J. (enero-diciembre 2009). Efecto de densidades de siembra sobre el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) en el municipio de santa Rosalina estado portuguesa, Venezuela. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, (27), 32-41. <http://150.187.216.84/index.php/ruct/article/view/129/123>
- Jiménez, O., Silva, R. y Cruz, J. (enero-diciembre 2009). Efecto de densidades de siembra sobre el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) en el municipio de santa Rosalina estado portuguesa, Venezuela. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, (27), 32-41. <http://150.187.216.84/index.php/ruct/article/view/129/123>
- Lira, Moreno, E, A. (2004) evaluación del sistema de intensificación de arroz (*Oryza sativa* L.) en comparación a dos sistemas de siembra tradicionales bajo condiciones de riego en Darío, Matagalpa. Postrera 2003. [Tesis de grado Universidad Nacional Agraria] Repositorio Institucional. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30l768.pdf>
- MAG. 2014. Dirección estadística del MAG. Managua, Nicaragua.
- Martin S, Bao L, Escalante F. (enero 2018) Manual de identificación de enfermedades y plagas en el cultivo de arroz. <http://www.aca.com.uy/Manualdeidentificaciondeenfermedadesyplagasenelcultivodearroz.pdf>
- Martin, S., Bao, L., y Escalante, F. (enero-2018). Manual de identificación de enfermedades y plagas en el cultivo de arroz.

- <http://www.aca.com.uy/Manualdeidentificaciondeenfermedadesyplagasenelcultivodearroz.pdf>
- Mendoza, Díaz, J, M, y córdobas, Mairena, S, E. (2018) Evaluación de tres niveles de potasio en tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L), evaluados bajo las condiciones de secano simulado en el valle de Darío, Matagalpa, II semestre 2017. [Tesis de grado Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.] Repositorio Institucional <https://repositorio.unan.edu.ni/10202/1/6947.pdf>
- Miranda Ruiz, E (2014) Niveles de fertilización nitrogenada en el rendimiento de grano de arroz Capirona (*Oryza sativa* L.) bajo riego en el sector de campo verde-región Ucayali. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio Institucional p. 62. <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/925/T.EPG-52.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Peña, L. R.; Ávila, J. y Peña, R. 2001. Efecto de la densidad de siembra y la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento agrícola y sus componentes de las variedades de arroz IACuba 28 y J 104. Revista Cubana del Arroz 3 (1): 43-50. [http://www.actaf.co.cu/revistas/revista-grano/Revista%20en%20PDF%20\(Vol%203%20No%201\)/grano%203-1.htm](http://www.actaf.co.cu/revistas/revista-grano/Revista%20en%20PDF%20(Vol%203%20No%201)/grano%203-1.htm)
- Perdomo, C, Barbazán, M. (s.f). Área de suelos y aguas cátedra de fertilidad nitrógeno. <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/publica/Tomo%20N.pdf>
- Pérez, Rugama, E, H. (2018) Evaluación de la fertilización orgánica (biol) y sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.), cv. NB 9043, bajo riego complementario por goteo, finca El Plantel, Masaya 2017 [Tesis de grado Universidad Nacional Agraria] Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3674/1/tnf04p438e.pdf>
- Ponce Cruz, E. B. y Leiva Montoya, H. J. (2007). Evaluacion agronómica y uso eficiente de nitrógeno en 15 líneas de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench) con dos niveles de fertilización nitrogenada en el municipio de zambrano, Masaya [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/2008/1/tnf04p792e.pdf>
- Porras Araica, E. (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* [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica Sede Regional San Carlos]. Repositorio Institucional. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/5970/Respuesta%20del%20arroz%20%28Oryza%20sativa.%20L%29%20cultivar%20C-7%20STEC%20a%20tres%20densidades%20de%20siembra%2C%20cuatro%20niveles%20de%20nitr%C3%B3geno%20y%20dos%20niveles%20de%20potasio%2C%20en%20siembra%20de%20verano%20en%20finca%20La%20Vega%2C%20San%20Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Prensa libre (30 de marzo 2021) Importancia de los fertilizantes <https://www.prensalibre.com/vida/fertilizantes-plantas-hojas-abono-0-1158484217/>
- Rosello, E. 1986. Guía técnica para ensayos de variedades en campo. Estudio FAO, Producción y Protección vegetal N° 75. Roma, Italia.
- Salazar, Hitcher, R, A, Y Hernández, R. (2004) evaluación y prueba avanzada de rendimiento de siete líneas promisoras y ocho variedades comerciales de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones de secano en Altamira, San Lorenzo, Boaco. Primavera 2003. [Tesis

- de grado Universidad Nacional Agraria) Repositorio Institucional.
<https://repositorio.una.edu.ni/2718/1/tnf01s161e.pdf>
- Salcedo Candela, S. E. (2016). “Comparativo de fuentes nitrogenadas en un suelo arenoso utilizando como cultivo indicador al maíz (*zea mays* L), a nivel de invernadero” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2628/F04-S3423-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Somarriba Rodríguez, C. (1998). *Granos básicos*.
<https://repositorio.una.edu.ni/2704/1/NF01S693g.pdf>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Plano de campo ensayo Dosis x Fertilización, NutreZinc

Bloque 3	120 kgN ha⁻¹			150 kgN ha⁻¹			180 kgN ha⁻¹			0 kgN ha⁻¹		
	91 kg ha ⁻¹	78 kg ha ⁻¹	65 kg ha ⁻¹	78 kg ha ⁻¹	65 kg ha ⁻¹	91 kg ha ⁻¹	78 kg ha ⁻¹	65 kg ha ⁻¹	91 kg ha ⁻¹	78 kg ha ⁻¹	91 kg ha ⁻¹	65 kg ha ⁻¹

Bloque 2	150 kgN ha⁻¹			0 kgN ha⁻¹			180 kgN ha⁻¹			120 kgN ha⁻¹		
	78 kg ha ⁻¹	91 kg ha ⁻¹	65 kg ha ⁻¹	91 kg ha ⁻¹	65 kg ha ⁻¹	78 kg ha ⁻¹	78 kg ha ⁻¹	91 kg ha ⁻¹	65 kg ha ⁻¹	78 kg ha ⁻¹	91 kg ha ⁻¹	65 kg ha ⁻¹

Bloque 1	0 kgN ha⁻¹			150 kgN ha⁻¹			120 kgN ha⁻¹			180 kgN ha⁻¹		
	78 kg ha ⁻¹	91 kg ha ⁻¹	65 kg ha ⁻¹	78 kg ha ⁻¹	65 kg ha ⁻¹	91 kg ha ⁻¹	65 kg ha ⁻¹	78 kg ha ⁻¹	91 kg ha ⁻¹	65 kg ha ⁻¹	91 kg ha ⁻¹	78 kg ha ⁻¹



Anexo 2. Bloques de arroz de la variedad arroz NutreZinc



Anexo 3. Medición de altura de la planta de arroz



Anexo 4. Medición de la panícula



Anexo 5. Medición de altura de la planta de arroz



Anexo 6. Peso de cada tratamiento evaluado



Anexo 7. Cosecha del cultivo de arroz



Anexo 8. Conteo de 1000 mil granos



Anexo 9. Conteo de número de granos por panícula

Anexo 10. Análisis de varianza en la variedad de rendimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rend	36	0.90	0.78	10.53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

FV	SC	Gl	CM	Fc	p-valor
Modelo	87912564.8	19	4626977.1	7.60	0.0001
Bloque	1151600.4	2	575800.2	0.95	0.4092
Nitro	66622599.8	3	22207533.3	36.47	<0.0001
Dens	3119262.7	2	1559631.4	2.56	0.1084
Bloque*Nitro	12021830.8	6	2003638.5	3.29	0.0265
Nitro*Dens	4997271.0	6	832878.5	1.37	0.2860
Error	9743886.2	16	608992.9		
Total	97656451.0	35			

FV= Fuente de Variación, SC=Suma de Cuadrados. Gl=Grados de Libertad. CM=Cuadrado Medio. Fc=Valor de Fisher calculado. P-valor= Probabilidad. Nitro=Niveles de Nitrógeno. Dens=Dosis de siembra