



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
SEDE UNIVERSITARIA UNA-JUIGALPA

Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

Trabajo de Tesis

**Rendimiento de la variedad de arroz (*Oryza sativa*
L.) de riego INTA San Juan en dos sistemas de
manejo, en San Lorenzo, Boaco 2018**

Autor

Br. Reyna Isabela Hernández Báez

Asesores:

Dr. Oscar Gómez

MSc. Noel Duarte Rivas

Chontales, Nicaragua

Octubre, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
SEDE UNIVERSITARIA UNA-JUIGALPA

Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

Trabajo de Tesis

**Rendimiento de la variedad de arroz (*Oryza sativa*
L.) de riego INTA San Juan en dos sistemas de
manejo, en San Lorenzo, Boaco 2018**

Autor

Br. Reyna Isabela Hernández Báez

Asesores:

Dr. Oscar Gómez

MSc. Noel Duarte Rivas

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

Chontales, Nicaragua

Octubre, 2022

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el director de la Sede Universitaria UNA -Juigalpa como requisito para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Tribunal Examinador

Presidente

Secretario

Vocal

Lugar y Fecha: Juigalpa Chontales 28 de octubre 2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios Padre, por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a ella por apoyarme en cada decisión y proyectos, Gracias a la vida porque cada día me enseña lo hermoso y justa que puede llegar a ser, principalmente gracias a mis padres: Guillermina Báez, Juan Hernández y a mi hija Reina Ivania Hurtado Hernández.

El camino no ha sido sencillo, pero tampoco imposible de lograr mis sueños actuales y esperando el futuro que con la ayuda de las personas que amo sé que los podré cumplir, en el fondo de mi corazón menciono específicamente a una persona que me apoyó, escuchó, cuidó, protegió y luchó cada día de su vida para proteger la mía, esa persona fue trabajadora, honesta y amoroso, mi madre Guillermina Báez, que siempre quiso lo mejor de mí.

Los maestros son la compañía más importante en el mundo educativo por eso mencionaré el apoyo completo del Ingeniero Noel Duarte, quien le agradezco infinitamente por haberme brindado su apoyo incondicional a pesar de todas las circunstancias y con mucho amor y pleno sacrificio que estuvo a mi lado para que fuese posible la culminación de mi carrera.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradeceré a Dios Todopoderoso por ayudarme día a día, por estar conmigo en los momentos buenos y malos, por inspirarme e iluminarme para tomar las mejores decisiones, también por darme fuerzas y la vida que tengo. Quiero agradecer a mis tutores; Ing. Noel Duarte, quien me ayudo en todo mi proceso académico y sin él no podría haber terminado esta investigación. El Ing. Oscar Gómez que también me ayudó compartiendo sus conocimientos y al Ingeniero Juan Oporta quien me guió para las técnicas de investigación y de análisis.

También quiero agradecer a mi alma mater la Universidad Nacional Agraria por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de educación, crecimiento, habilidades blandas, habilidades técnicas y trabajo. No hubiese podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.

Por último, quiero agradecer a la parte más importante de un ser humano que es la familia, por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían. En especial, quiero mencionar mis padres, que siempre estuvieron ahí para darme palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para renovar energías.

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCION	PÁGINA
DEDICATORIA	<i>i</i>
AGRADECIMIENTOS	<i>ii</i>
ÍNDICE DE CUADROS	<i>iii</i>
ÍNDICE DE FIGURA	<i>iv</i>
ÍNDICE DE ANEXOS	<i>v</i>
RESUMEN	<i>vi</i>
ABSTRACT	<i>vii</i>
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	
2.2 Objetivos específicos	
III MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Origen del Arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	4
3.2 Fertilización	4
3.3 Plagas y enfermedades	4
3.4 Sistema de producción	5
3.5 Agricultura	5
3.5.1 Objetivos de la agricultura	6
3.5.2 Estrategias de la agricultura orgánica	6
3.5.3 Abono orgánico	6
3.6 Cultivo de arroz con productos orgánicos	7
3.7 Microorganismos utilizados en la agricultura para el control de plagas y enfermedades	7
IV MATERIALES Y METDOS	8
4.1 Ubicación del área de estudio	8
4.2 Manejo del experimento	9
4.3 Material genético	10
4.4 Tratamiento de estudio	11
4.5 Diseño experimental	13

4.6	Variables evaluadas	13
4.7	Variable económica	14
4.8	Procesamiento y análisis de dato	14
V	RESULTADOS Y DISCUSION	15
5.1	Rendimiento de grano kg ha-1 en granza	15
5.2	Número de grano por panícula	16
5.3	Número de tallo fértil por planta	17
5.4	Rendimiento industrial	17
5.5	Análisis económico	18
5.5.1	Estimación de los costos que varían	18
5.5.2	Presupuesto parcial	18
5.5.3	Análisis de dominancia	20
VI	CONCLUSIONES	21
VII	RECOMENDACIONES	22
VIII	LITERATURA CITADA	23
VII	ANEXOS	28

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Ubicación geográfica de las localidades y nombre de los protagonistas que participaron en los ensayos de campo.	8
2	Características agromorfológicas de la variedad INTA San Juan.	10
3	Cuadro 3. Momento de aplicación y dosis de los fertilizantes utilizados en la parcela de arroz de la variedad INTA San Juan, manejada con productos químicos (T-MQ).	12
4	Productos químicos utilizados y dosis de los mismos para el manejo de plagas y enfermedades del arroz durante la ejecución del ensayo de campo	12
5	Valores promedios de rendimiento de grano en granza de la variedad de arroz INTA San Juan bajo dos sistemas de manejo agronómico en condiciones de riego	15
6	Presupuesto Parcial de dos sistemas de producción de cultivo de arroz de riego	19
7	Análisis de Dominancia	20

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Ubicación del experimento (Fuente INIDE, 2013).	9

INDICE DE ANEXOS

ANEXO		PAGINA
1	Plano de Campo	28
2	Fertilización convencional ha ⁻¹	29
3	Fertilización orgánica ha ⁻¹	30
4	Manejo de maleza convencional ha ⁻¹	31
5	Manejo de maleza orgánica ha ⁻¹	32
6	Manejo de enfermedades convencional ha ⁻¹	32
7	Anexo 7. Manejo de enfermedades orgánico ha ⁻¹	33
8	Manejo de plagas convencional ha ⁻¹	33
9	Manejo de plagas orgánico ha ⁻¹	34
10	Libro de campo	35
11	Datos de variables de Riego	36
12	Registro de actividades	37

RESUMEN

La agricultura convencional ha mostrado ser disfuncional ambientalmente, ya que causa la contaminación de los suelos, el agua y deterioro de la biodiversidad, repercutiendo negativamente en la salud humana. El objetivo del trabajo es proponer alternativas de manejo del cultivo de arroz que logren un incremento significativo de la productividad sin ocasionar daños colaterales al medio ambiente y la salud humana. El trabajo se estableció en las localidades La Palma, Masapa y Boca del Congo del municipio de San Lorenzo departamento de Boaco. El diseño en campo fue parcelas apareadas, considerando cada localidad como una repetición. Las variables evaluadas fueron: Rendimiento de grano kg ha^{-1} , Número de tallos fértiles por planta, Número de granos por panícula y Rendimiento industrial. El análisis estadístico realizado para comprobar los dos sistemas de producción fue prueba "t" para observaciones apareadas. No se encontraron diferencias significativas para la variable rendimiento de grano y sus componentes, así como para el rendimiento industrial. Sin embargo, de acuerdo al análisis económico el manejo del cultivo con productos orgánicos y bioplaguicida fue el más rentable.

Palabras claves: Manejo orgánico, sostenibilidad, productividad

ABSTRACT

Conventional agriculture has shown to be environmentally dysfunctional, since it causes contamination of soils, water and deterioration of biodiversity, negatively affecting human health. The objective of the work is to propose management alternatives for rice cultivation that achieve a significant increase in productivity without causing collateral damage to the environment and human health. The work was established in the towns of La Palma, Masapa and Boca del Congo in the municipality of San Lorenzo, department of Boaco. The field design was paired plots, considering each locality as a repetition. The variables evaluated were: Grain yield kg ha⁻¹, Number of fertile stems per plant, Number of grains per panicle and Industrial yield. The statistical analysis performed to verify the two production systems was a "t" test for paired observations. No significant differences were found for the variable grain yield and its components, as well as for industrial yield. However, according to the economic analysis, crop management with organic products and biopesticide was the most profitable.

Keywords: Organic management, sustainability, productivity

I. INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa*) es un alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aportando más del 20% de las de las calorías que se consumen en el mundo, sobre todo en Asia oriental y meridional, Oriente Medio, las Antillas y América Latina. Se cultiva en más de 100 países, pero el 90% de la producción mundial total proviene de los países asiáticos (Fukagawa y Ziska, 2019).

El arroz es el segundo cereal más importante del mundo seguido únicamente del maíz con una producción global de 509.87 millones de toneladas métricas de arroz molido. Tradicionalmente, los países asiáticos son los mayores productores de arroz liderados por China con 211.86 millones de toneladas métricas seguido de India y Bangladesh (Shahbandeh, 2022).

La mayor parte del arroz (75%) se trasplanta en condiciones de inundación, mientras que el resto es de siembra directa. Sin embargo, la creciente crisis del agua, la disminución de la disponibilidad de mano de obra debido a la preferencia por el trabajo no agrícola, el deterioro de la salud del suelo, el aumento de las emisiones de metano, la baja eficiencia en el uso de nutrientes, deficiencia de micronutrientes, prevalencia de nuevos biotipos de malas hierbas, plagas de insectos y enfermedades, estancamiento del rendimiento y la productividad del arroz están amenazando la sostenibilidad del sistema convencional de producción de arroz trasplantado e inundado (Nawaz et al., 2022)

Según la Plataforma de Arroz Sostenible (SRP sin fecha) el cambio climático puede ocasionar a nivel global un colapso en el suministro de arroz, y en todo el sistema alimentario. Se espera que los impactos climáticos por sí solos conduzcan a reducciones en el suministro mundial de arroz de hasta un 15% para 2050. Mantener el rendimiento actual del arroz será, por tanto, un enorme desafío. Por lo tanto, se requiere el cambio a prácticas sostenibles en el cultivo del arroz lo que podría aumentar los ingresos netos de los agricultores, a nivel global entre un 10 y un 20%, reducir el uso del agua hasta un 20% y disminuir las emisiones de metano de los arrozales inundados hasta un 50%. En este sentido, se promueven activamente, una serie de estrategias (intensificación sostenible, agricultura climáticamente inteligente, agroecología), en combinación con prácticas específicas que incluyen el Sistema de

Intensificación del Arroz (SRI), la gestión holística de recursos, la agricultura de conservación, la agricultura orgánica y la agricultura regenerativa (Nawaz et al., 2022).

En párrafos anteriores se mencionaban los impactos negativos de la producción bajo el modelo y de acuerdo con Clavijo Ponce (2013) es pertinente contemplar como una posible solución a la agricultura de transición que implementada conscientemente y de la manera correcta, logrará llevar a nuestros agroecosistemas paso a paso y progresivamente de la agricultura convencional y sus prácticas ecológicamente dañinas a la producción orgánica y con esta a la conservación de los recursos naturales.

Este proceso de conversión es temporal y pasa por varias etapas: eliminación progresiva de insumos agroquímicos externos mediante el uso racional y eficiente de ellos, sustitución de insumos sintéticos por orgánicos y rediseño del agroecosistema fortaleciendo la diversificación y funcionalidad de este (Altieri 2007 y Nicholls,). En esta investigación se aborda la segunda etapa: sustitución de insumos y se está consciente que esto no es un cambio de paradigma ya que se sigue la lógica de superar un factor limitante y no la de un rediseño productivo del sistema. No obstante, lo anterior con el uso de insumos orgánicos se contribuye al mejoramiento de la calidad del suelo (incremento de la materia orgánica, reciclaje de nutrientes y de la biota edáfica), lo cual a mediano y largo plazo (5 o más años) puede reflejarse en una mayor estabilidad del sistema (reciclaje de nutrientes, por ejemplo) y un mayor y mejor producción (Quito Valarezo, 2017). Además, a como menciona Moran Villafuente (2016), se reduce la utilización de agroquímicos que perjudican al ambiente.

La presente investigación se realizó con el propósito de evaluar el comportamiento de la producción del cultivo arroz bajo un manejo agronómico con el uso de insumos orgánicos y químico para brindar información pertinente bajo estos dos sistemas de manejo.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Proponer alternativas de manejo del cultivo de arroz que logren un incremento significativo de la productividad sin ocasionar daños colaterales al medio ambiente y la salud humana

2.2. Objetivos específicos

Comparar el rendimiento de la variedad INTA San Juan cultivada bajo dos sistemas de manejo agronómico en el municipio de San Lorenzo departamento de Boaco.

Identificar la alternativa tecnológica que representa la mejor opción económica para la producción de arroz.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Origen del Arroz (*Oryza Sativa* L.)

El origen de este cultivo es mucho más antiguo de lo que parece. Vera (2014) expresa que:

El cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) comenzó hace casi 10,000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez este cereal debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Como planta alimenticia se sabe que empezó a utilizarse probablemente en el año 3,000 a.c (p. 14)

Según Vera, el arroz es una gramínea autógama, que crece con mayor facilidad en los climas tropicales. Originalmente, el arroz era una planta cultivada en secano, pero con las mutaciones se convirtió en semi-acuática. Aunque puede crecer en medios bastante diversos, crece más rápidamente y con mayor vigor en un medio caliente y húmedo.

3.2. Fertilización

El arroz es un cultivo que requiere muchos fertilizantes para obtener altos rendimientos. El Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA ,2018), propone utilizar antes o al momento de la siembra el todo del fósforo, 20% del potasio y al menos un 20% del nitrógeno. Posteriormente entre las etapas de inicio de macollamiento e inicio de primordio floral aplicar el restante 80% de Nitrógeno y de Potasio en al menos dos o tres fraccionamientos. Ruiz et al. (2012) concluyeron que las plantas de arroz micorrizadas en condiciones aeróbicas durante su fase vegetativa a partir de los 30 DDS permitió a las mismas tolerar el déficit hídrico y mejorar su respuesta en las variables de rendimiento, crecimiento, eficiencia fotosintética y el contenido de prolina con respecto a las plantas no micorrizadas.

3.3. Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades son una de las principales limitantes de la producción del arroz (Ordóñez, 2007). Entre las primeras sobresalen el barrenador del arroz (*Chilo sppressalis*) y la rosquilla negra (*Spodoptera littoralis*), la chinche del arroz (*Eusarcoris ventralis* (West.)), los gusanos de los planteles (englobados en varias familias) y, de forma menos frecuente los pulgones (*Schizaphis graminum*). Con relación a las enfermedades, Ordoñez señala que éstas se presentan según la zona donde se cultive el arroz sobresaliendo aquellas causadas por los

hongos *rizhoctonia* y *helminthosporium*, aunque la más importante sigue siendo el mal del cuello (*Pericularia oryzae*), enfermedad que afecta a la panículas y hojas del arroz.

3.4. Sistemas de producción

De acuerdo con Vera (2014), el arroz se cultiva bajo tres sistemas: riego, secano favorecido y secano tradicional. El primero es de alta tecnología demanda de terrenos planos, bien nivelados, fértiles, pH óptimo y con una fuente segura de agua, previa confección de represas o embalses. Se utiliza maquinaria agrícola (segadoras, trilladoras o maquinas combinadas), variedades de arroz mejoradas y semillas certificadas, el terreno es preparado en pozas o melgas, con infraestructura de riego, sistema de drenaje y caminos. Emplea fertilizantes inorgánicos, orgánicos, insecticidas, fungicidas, fitoreguladores de crecimiento, bioestimulantes, tendales o eras, y los molinos para el pilado.

Vera añade que bajo el sistema de secano favorecido se emplean en pequeñas extensiones de terreno, variedades altas de largo periodo vegetativo, siembra directa al voleo y trasplante. Su principal limitación es la falta de control de agua. Actualmente se utilizan las variedades de arroz semi-enanas de ciclo corto y mayor potencial productivo. También se puede mecanizar el terreno, emplear insumos, semillas mejoradas, manejar el agua de lluvia y la producción por hectárea fluctúa de 1800-3000 kilos.

Por último, se tiene el arroz de secano tradicional que utiliza tecnología tradicional, las siembras se realizan en suelos de bosques, en zonas remotas de frontera agrícola, con pendientes pronunciadas alejadas de las fuentes de agua y en extensiones promedio de una hectárea; se emplean variedades tradicionales, sin tecnología e insumos químicos. Este sistema esta favorecido por la aireación de los estratos del suelo, por la dinámica de la materia orgánica y de los microorganismos que permiten una pérdida menor a la que ocurre en el sistema bajo riego. (p. 25)

3.5. Agricultura orgánica

La agricultura orgánica promueve la protección de los suelos y los cultivos a través de prácticas tales como el reciclado de nutrientes y de materia orgánica (usando compost y coberturas de suelo), las rotaciones de cultivo y el no uso de plaguicidas y fertilizantes sintéticos. Aunque existen algunas diferencias conceptuales con otros enfoques alternativos, conceptos relacionados con el de agricultura orgánica son los de agroecología (Altieri, 1987;

Altieri y Nicholls 2000), agricultura biodinámica (Koepf, 1976), o agricultura de bajos insumos externos Reijntjes et al., (1992).

3.5.1. Objetivos de la Agricultura Orgánica

Los objetivos de la agricultura orgánica como señala Santos Ordóñez (2007) son:

Producir alimentos sanos, libres de venenos, sin contaminar el medio ambiente, eliminando todos los insumos y prácticas que los perjudiquen. Producir alimentos económicos, accesibles a la población. Disminuir la dependencia de insumos externos de los agricultores, además de desarrollar y apropiarse de una tecnología adecuada a su propiedad. Promover la estabilidad de la producción de una forma energéticamente sostenible y económicamente viable. (p. 26)

3.5.2. Estrategias de la agricultura orgánica

Las estrategias de la agricultura orgánica con base en Santos Ordóñez (2007), estipula:

Control de microorganismos, insectos, y plantas (nativas o exóticas) por medio de métodos naturales y del mantenimiento del equilibrio ecológico por intermedio de la diversificación e integración de manejos y prácticas agrícolas pecuarias y forestales. Mejoramiento y mantenimiento de las características del suelo por medio de la diversificación de cultivos y la asociación, rotación y manejo permanente de la cobertura del mismo. Conservación del suelo por la planificación de su uso, de acuerdo con su capacidad de soporte y aplicación de técnicas vegetativas y mecánicas. (p. 27)

3.5.3. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos, un papel fundamental en la productividad del suelo pues provee de nutrientes a la planta y a los microorganismos que habitan en él, lo que viene a formar un ciclo de producción-transformación-aprovechamiento e intercambio entre la planta, los microorganismos y el medio ambiente. (Santos Ordoñez, 2007, p. 22)

Santos Ordoñez, además, menciona que éstos sirven como medio de almacenamiento de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas como es el caso de nitratos, fosfatos, sulfatos, etc., y, adicionalmente, proporcionan alimento a los organismos benéficos

como la lombriz de tierra y las bacterias fijadoras de nitrógeno mejorando las condiciones físicas del suelo mediante la formación de agregados. (p. 22)

3.6. Cultivo de arroz con productos orgánicos

El cultivo de arroz con productos orgánicos, es un sistema muy antiguo en el que se combinan prácticas ancestrales, tecnología y el manejo de recursos naturales, involucrando elementos técnicos, sociales, económicos y agroecológicos (Moran Villafuente, 2016). Este mismo autor señala que la preparación de los productos orgánicos involucra abonos, insecticidas, fungicidas, repelentes etc., lo cual es todo un reto para los agricultores, debiendo considerar su experiencia para modificar y crear sus propios productos de acuerdo con sus requerimientos. (p. 22)

3.7 Microorganismos utilizados en la agricultura para control de plagas y enfermedades

Las especies de *Trichoderma* han sido estudiadas durante más de 70 años como antagonistas de hongos fitopatógenos. *Trichoderma* se considera como uno de los antagonistas de hongos fitopatógenos más utilizado en la agricultura moderna sustentable. Su gran adaptabilidad les permite sobrevivir de forma natural en diferentes ambientes. Estos hongos compiten en la rizosfera de la planta como endófitos y a su vez colonizan el sistema radicular, actúan de forma indirecta sobre los patógenos, dado que su acción consiste en provocar los mecanismos de defensa fisiológicos y bioquímicos en la planta (Companioni et., al 2019)

El hongo *Beauveria bassiana* es considerado como un controlador biológico manifestándose más en el campo agrícola, ayudando así que no hallan pérdidas masivas por daños de insectos. *Beauveria bassiana* puede interferir en la alimentación del insecto por la generación de esporas en su estructura y suelen ser llamados entomopatógenos. Logra multiplicarse y se dispersa dentro de los cultivos favoreciendo la acción reguladora de la población de insectos-plaga (Chiriboga et al., 2015)

Metarhizium anisopliae es uno de los hongos entomopatógenos para la regulación de poblaciones de insectos plagas (Valles Ramírez et., al 2021). Los hongos entomopatógenos tienen un gran potencial como agentes de control, ya que constituyen un grupo con más de 750 especies que al dispersarse en el ambiente provocan infecciones fúngicas en las poblaciones de insectos (Pucheta et al., 2006)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del área de estudio

El ensayo de campo se estableció en tres localidades del municipio de San Lorenzo, departamento de Boaco (Figura 1) en el período de junio a octubre del 2018. La ubicación geográfica de las mismas, así como el nombre de los agricultores colaboradores se brinda en el cuadro siguiente:

Cuadro 1: Ubicación geográfica de las localidades y nombre de los protagonistas que participaron en los ensayos de campo.

Localidad	Protagonista	Coordenadas
La Palma	Germán Enrique Pineda	X640751 Y1339031
Masapa	José Ramón Rocha	X638588 Y1347066
Boca del Congo	Roger Martínez Cordonero	X638174 Y1347398

Según el informe realizado por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE 2013) el municipio de San Lorenzo se localiza a los 12 grados 22 latitud norte y 85 grados 40 de longitud oeste. Limita al norte con los municipios de Boaco y Tuestepe; al sur con el Lago de Nicaragua, al este con Camoapa y Comalapa, y al oeste con Tipitapa y Granada. San Lorenzo tiene una población de 23,666 ciudadanos, de los cuales 5,147 se encuentran en el área urbana y 18,519 en el área rural, abarca una superficie de 559.61 Km². (p. 37).

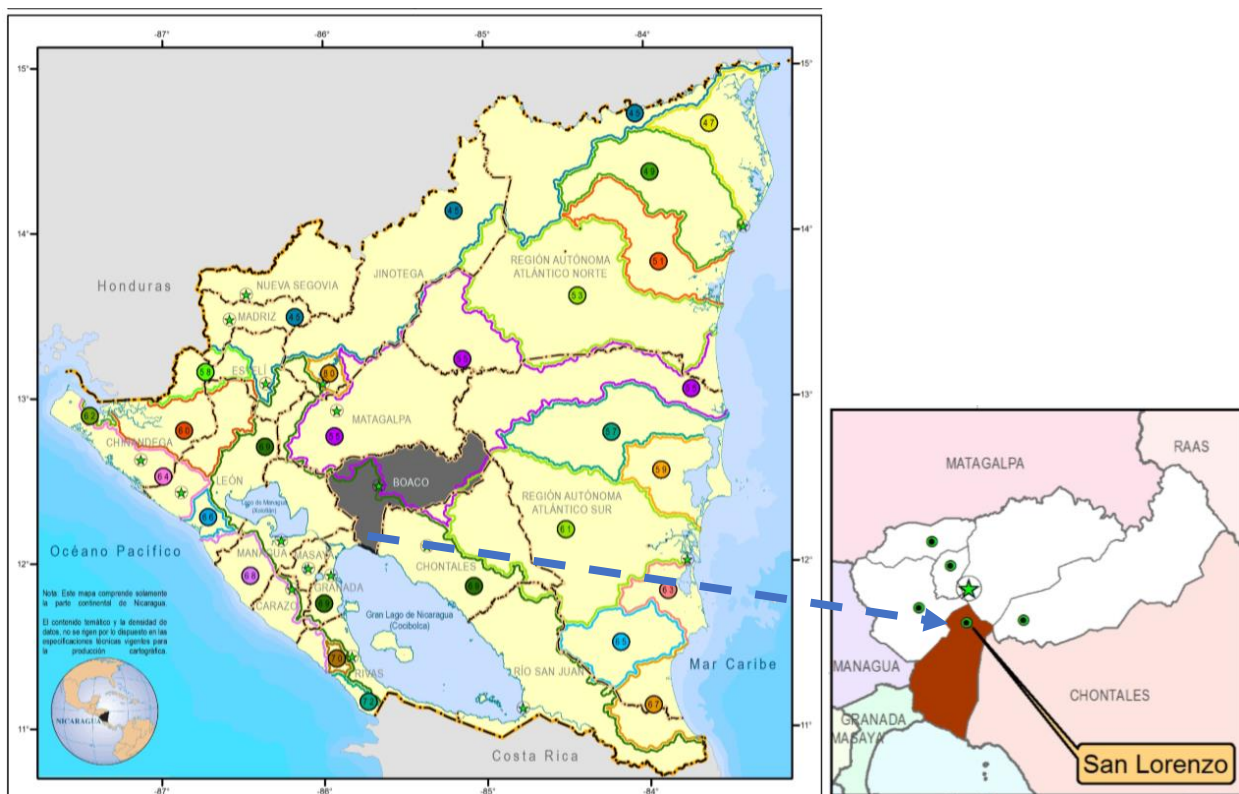


Figura 1. Ubicación del ensayo de campo en el municipio de San Lorenzo, Boaco (Fuente INIDE, 2013).

El clima es de sabana tropical con una precipitación anual entre 1,000 a 1,400 mm, una temperatura media de 24.5°C a 25°C. En el territorio Municipal el clima es húmedo durante el invierno y fresco entre noviembre y enero. Su altura aproximada es de 340 m.s.n.m. (ENACAL, 2004); siendo los suelos principales los arcillosos, limosos y rocosos.

4.2 Manejo del experimento

La preparación del suelo se hizo de forma mecanizada, se hicieron dos pases de rastra, el terreno se niveló con láser dividiendo las parcelas mediante un camellón de dos metros, y un

banqueo antes de inundar el terreno para eliminar todo tipo de malezas. Para la siembra se pre germinó la semilla mediante el remojo de estas durante 24 horas y la incubación de las mismas por otras 24 horas. El manejo agronómico en lo que respecta a fertilización, control de plagas, enfermedades y malezas de realizó de acuerdo a los tratamientos.

4.3 Material genético

El material genético objeto de estudio fue la variedad de arroz INTA San Juan derivada de la línea POBL 1-11 introducida del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en el año 2006 (INTA, 2013). Las características de esta variedad se describen en el cuadro siguiente;

Cuadro 2. Características agromorfológicas de la variedad INTA San Juan

Ítems	Estado
Origen	CIAT, Colombia
Vigor	Bueno
Altura de planta (cm)	122
Días a flor	86
Días a cosecha	115
Color de grano	Blanco
Color de lámina foliar	Verde oscuro
Capacidad de macollamiento	Muy bueno
Excursión de la panoja	Muy buena
Reacción al acame	Resistente
Desgrane en campo	Resistente
Reacción a Pyricularia	Tolerante
Reacción al manchado de grano	Tolerante
Longitud de panícula (cm)	29
Peso de mil granos (g)	32
Tipo de grano	Largo
Rendimiento potencial	5480 kg/ha
Recomendada	Secano favorecido y No favorecido

4.4 Tratamientos en estudio

La variedad INTA San Juan se cultivó bajo dos formas de manejo agronómico: orgánico y convencional. Estas constituyeron los tratamientos en estudio y que se describen a continuación.

Tratamiento 1 (Manejo con productos orgánicos y biológicos; T-MO):

Este tratamiento consistió en el uso de insumos de origen orgánico o biológico en el momento de realizar una práctica agronómica o manejar una determinada situación biótica o abiótica que surgió durante el crecimiento y desarrollo del cultivo. A continuación, se describen las prácticas agronómicas realizadas y los insumos utilizados en cada una de ellas.

Preparación de la semilla: La semilla se protegió con el producto *Glomus intraradices* 4.000 esporas/g, Polvo a razón de 1 kg por cada 45 kg de semilla. Esta práctica fue común en ambos tratamientos en estudio

Fertilización: Se aplicaron 8 t ha⁻¹ de estiércol bovino no compostado antes de la preparación de suelo. Cabe mencionar que esta cantidad fue fraccionada en dos momentos. El primero fue la aplicación de 4 t ha⁻¹ un año antes de la siembra y las restantes se incorporó un mes antes de la siembra. Además, se utilizaron dos tipos de biofertilizantes foliares el primero preparado a base de Microorganismos de Montaña Líquidos (MML) en dosis de 20 L ha⁻¹ y el segundo de estiércol a razón de 10 L ha⁻¹ 2.5 litros. Los dos biofertilizantes descritos se aplicaron cada 10 días hasta la etapa de floración.

Manejo de plagas y enfermedades: Para el manejo de plagas y enfermedades se utilizaron los productos siguientes: *Trichoderma harzianum* (0.8 kg ha⁻¹) a los 40 y 70 días después de la siembra (dds), *Beauveria bassiana* (0.8 kg ha⁻¹) a los 25 y 50 dds, y Caldo Bordeles (0.5 L ha⁻¹) a los 75 dds.

Control de malezas: El control de malezas se realizó de forma manual a los 25, 45 y 70 dds.

Tratamiento 2 (Manejo con productos químicos; T-MQ): a diferencia del tratamiento antes descritos, en las distintas prácticas agronómicas y para el manejo de limitantes bióticas o abióticas se emplearon productos convencionales

Fertilización: La fertilización del cultivo se realizó de la manera a como se describe en el cuadro siguiente:

Cuadro 3. Momento de aplicación y dosis de los fertilizantes utilizados en la parcela de arroz de la variedad INTA San Juan, manejada con productos químicos (T-MQ)

Fertilizante	Momento (dds)	Dosis (kg ha ⁻¹)
18-46-0	4	181
Urea	20, 45 y 60	120
0-0-60	70	181
Sulfato de amonio (21% N: 24%S)	80	136

dds: Días después de la siembra

Control de plagas y enfermedades: En el Cuadro 4 se describen los productos, momentos y dosis utilizadas en las plagas y enfermedades que se presentaron en el cultivo de arroz

Cuadro 4. Productos químicos utilizados y dosis de los mismos para el manejo de plagas y enfermedades del arroz durante la ejecución del ensayo de campo

Producto	Momento (dds*)	Dosis
Manejo de plagas		
Engeo 24,7SC (Tiametoxam, Lambda-cihalotrina)	35 y 75	0,5 L/ha
Acaratox 40EC (Triazofos)	45	2 L/ha
Tiametoxan	-	0,5 L/ha
Manejo de enfermedades		
Agry-Gent Plus 8WP (Sulfato de Gentamicina + Clorhidrato de Oxitetraciclina)	65, 75	1 kg ha ⁻¹
Phyton 24 SA (Sulfato de Cobre Pentahidratado)	40	0,5 L/ha
Amistar 50WG (Azoxystrobin)	45, 75	150 g/ha
Manejo de malezas		
Bispiribac De Sodio 40WP	25, 40	0,5 L/ha
2-4D 60SL (ácido -2-4 dicloro fenoxi acético)	25, 40	1.5 L/ha

*dds: días después de la siembra

4.5 Diseño Experimental

El ensayo de campo se estableció en tres localidades (Cuadro 1). En cada localidad se prepararon dos parcelas apareadas de 10 x 20 (200 m²) asignándose al azar a cada una de ellas los tratamientos descritos previamente. Entre parcela y parcela se dejó una distancia de

dos metros. Cada localidad se consideró como una repetición. La información de las variables evaluadas se obtuvo de 10 sitios de muestreo dentro de cada parcela

4.6 Variables Evaluadas

Rendimiento en granza (o paddy kg/ha): Se calculó de un área de 10 x 10m (100 m²) para esto se cosecharon todas las plantas del área antes mencionada. El total cosechado se ajustó a un 14% de humedad el grano en base húmeda. Posteriormente se extrapoló la cantidad cosechada de la parcela a hectárea.

Número de tallos fértiles: El recuento de tallos productivos se realizó en las etapas vegetativa y reproductiva en 10 sitios seleccionados de forma aleatoria en la parte central de cada parcela. Es esta variable se midió a los 35 y 70 dds

Numero de granos por panícula: Esta variable se evaluó al momento de la cosecha, para esto se tomaron al azar 10 panículas y se contó el número de granos de cada una de ellas. Por último, se calculó el valor promedio de granos por panícula.

Rendimiento industrial: El rendimiento industrial se determinó en una muestra de 200 gramos libre de materias extrañas y al 11% de contenido de humedad del grano. La muestra se trilló con un molino tipo Universal Guidetti y Artioli. Posteriormente se analizó la muestra ya trillada separando los granos enteros de los quebrados. Los resultados se expresaron en porcentajes.

4.7 Variables económicas

Se realizó el análisis económico del rendimiento de grano en granza aplicando la metodología del presupuesto parcial propuesto por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1988). En base a esta metodología se determinó el análisis de dominancia.

4.8 Procesamiento y análisis de datos

La significancia estadística de la diferencia de las medias obtenidas de los dos tratamientos en estudio se determinó mediante la Prueba “t” de Student para observaciones apareadas utilizando el programa estadístico InfoStat (2020).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Rendimiento de grano en granza y algunos componentes de este

Las diferencias entre los valores promedios de los tratamientos T-MO y T-PQ para el rendimiento de grano y algunos de sus componentes resultaron no significativas a un nivel de significancia del 0.05. Lo anterior se aprecia en el cuadro siguiente:

Cuadro 5. Valores promedios de rendimiento de grano en granza de la variedad de arroz INTA San Juan bajo dos sistemas de manejo agronómico en condiciones de riego

Variables	Tratamiento		Valor p
	T-MQ	T-MO	
Rendimiento de grano (kg ha ⁻¹)	6252.0	6055.0	0.13
Número de granos por panícula	81.0	78.0	0.75
Número de tallos fértiles	9.0	9.0	0.90

Los valores promedios de rendimiento de grano obtenidos con los tratamientos T-MO y T-MQ resultaron cercanos al promedio nacional de arroz de riego que es de 6,454 kg ha⁻¹ (Unión de Productores Agropecuarios de Nicaragua, [UPANIC, 2018]). En el proceso de transición del manejo con productos químicos a otro basados en productos orgánicos y biológicos normalmente se reporta una reducción del rendimiento de grano (Ulloa, 2019), aunque con el tiempo los sistemas orgánicos paulatinamente incrementan sus rendimientos. Si esta es la tendencia, los resultados obtenidos en este estudio con el T-MO son alentadores ya que no se observó una reducción significativa del rendimiento de grano y, además, la calidad industrial también fue similar.

Triana (2019) igualmente no encontró diferencias significativas en el rendimiento de grano al fertilizar el arroz con productos orgánicos y convencionales. Otros autores (Reyes et al., 2019; Zambrana Ochoa, 2019) por el contrario han reportado rendimientos superiores en arroz de riego al usar fertilizantes orgánicos en vez de convencionales. En base a los resultados obtenidos en este estudio y los reportados en la literatura se puede decir que es posible, a través del manejo del arroz con productos orgánicos, obtener rendimientos de grano similares o superiores a los alcanzados bajo el manejo convencional. A como se mencionó

antes, el rendimiento promedio de arroz fue cercano a la media nacional de arroz. Es posible que los datos de rendimiento de grano indicadas en el Cuadro 5 estén asociados al tipo de suelo (arcilloso) y a la aplicación de estiércol ya que según la clasificación sobre la fertilidad de suelo que hace el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2018) estos presentan buena disponibilidad de fósforo y potasio, aunque baja disponibilidad de materia orgánica, sin embargo, lo anterior se compensa con las aplicaciones de estiércol de bovino. Es conocido que la aplicación de estiércol al suelo mejora los niveles de materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico permitiendo al cultivo obtener los nutrientes necesarios para una buena producción.

5.2 Número de granos por panícula

En lo relacionado al número de granos por panícula y el número de tallos fértiles, los resultados fueron similares al del rendimiento de grano ya que las diferencias entre los valores promedios obtenidos con los tratamientos T-MO y T-MQ, resultaron no significativas a un nivel de confianza del 5% (Cuadro 5). De acuerdo con el INTA (2014), la producción de granos por panícula de la variedad INTA San Juan bajo sistema de secano con densidades poblacionales bajas (32 kg/ha) es de 120 granos. En el sistema de siembra arroz de riego la cantidad de semilla que se utiliza es 129 kg/ha . En este ensayo esta fue la densidad de siembra utilizada lo que puede afectar negativamente la cantidad de granos por panícula. En este sentido, Gutiérrez Román, (2011) plantea que la densidad de siembra se relaciona negativamente con el en el número de granos por panícula, es decir que, al aumentar la densidad de siembra, se reduce la cantidad de granos llenos.

Según Tascón (1985) las variedades modernas de arroz con una población adecuada, para obtener rendimientos aceptables deben tener en promedio de 60 o más granos por panícula. Bajo este concepto, con las dos formas de manejo del arroz se obtuvieron resultados aceptables ya que el número de granos por panícula registrados fue de 81 y 78 (Cuadro 5). En esta investigación, si bien el número de granos por panícula fue ligeramente inferior en las plantas bajo el Tratamiento T-MO en comparación con las manejadas con el tratamiento T-MQ, sin embargo, varios autores (Alexander et al., 2020; Reyes et al., 2019; Zambrano Ochoa, 2019) han reportado resultados alentadores en cuanto a mejorar este componente del rendimiento de grano del arroz cuando las parcelas son manejadas con productos orgánicos.

En síntesis, los resultados de las investigaciones antes mencionadas sugieren que las aplicaciones de fertilizantes orgánicos y biofertilizantes pueden sustituir la aplicación de fertilizantes sintéticos en el cultivo de arroz.

5.3 Número de tallos fértiles por planta

Para la variable número de tallos fértiles, el análisis de varianza mostró que no existen diferencias significativas entre los valores promedios obtenidos con los tratamientos T-MO y T-MQ (Cuadro 5).

Según Cardoza y González (2004), Gutiérrez (2011) y Varón y Medina (2018), la habilidad de producir tallos fértiles es un carácter cuantitativo que está ligado a características genéticas y depende al mismo tiempo de las condiciones en las cuales el cultivo se desarrolle, por ejemplo: densidad de siembra (a mayor densidad menor número de tallos por planta madre), fertilidad del suelo y temperaturas bajas que no permiten la formación de macollas. La emisión de tallos comienza cuando la plántula está establecida y generalmente termina cuando se inicia el desarrollo del primordio floral. El número de macollos depende de la densidad de plantas, puede variar de tres en alta densidad hasta 15 macollos en bajas densidades (Olmos, 2006). De acuerdo con lo anterior ambos sistemas presentan un número de tallo adecuado según lo planteado por Olmos (2006). Para el sistema convencional fueron 8.9 el promedio de tallos fértiles y para el sistema orgánico fue de 9.

Por otro lado, Alexander et al., (2020) demostró que la aplicación de biopreparados a base de microorganismos eficientes incrementa el número de tallos fértiles ya que estos contienen nitrógeno y calcio los que favorecen la división celular.

5.4 Rendimiento Industrial

La calidad molinera de los granos cosechados en general fue alta. El porcentaje de granos enteros obtenidos fue de 90 y 93, respectivamente, para T-MQ y T-MO y, al igual que el resto de las variables, la diferencia entre ambos valores resultó estadísticamente pequeña a un nivel de significancia de 5%

El porcentaje de granos enteros en arroz y que en parte determina su calidad molinera, depende de factores ambientales y de las propiedades fisicoquímicas del grano. Así, Puig (2016), al estudiar la calidad y ambiente en genotipos de arroz tipo comercial largo ancho

encontró que el ambiente no influyó en el rendimiento industrial, pero si los genotipos. Estos presentaron diferencias significativas en el rendimiento en grano entero. Por otro lado, Hernaiz y Alvarado (2008) plantean que la calidad industrial del arroz depende de la época de siembra, momento de cosecha, clima, secado, almacenamiento y finalmente de la variedad. La interacción de estos factores determina el mayor porcentaje de granos enteros. Por último, Sánchez y Meneses (2010) al estudiar los parámetros que influyen en la calidad industrial del arroz encontraron que aplicaciones de nitrógeno menor a 180 kg ha^{-1} aumentan la calidad industrial.

En este estudio, a como se mencionó antes, el porcentaje de granos enteros fue ligeramente superior en los granos de arroz sometidos al tratamiento T-MO. Es posible que lo anterior esté relacionado con la menor cantidad de nitrógeno aplicado vía estiércol (128 kg ha^{-1}) en comparación con la cantidad de nitrógeno aplicado en la parcela manejada convencionalmente (195 kg ha^{-1}). Cabe mencionar que el incremento de grano entero T-MO no estuvo afectado por humedad del grano, almacenamiento, momento de cosecha o factor varietal, ya que las parcelas se manejaron de forma similar y se utilizó la misma variedad INTA San Juan.

5.5 Análisis Económico

5.5.1 Estimación de los Costos que varían

Para esto se llevó un registro del costo de los insumos utilizados y que eran diferentes para cada tratamiento. Los costos variables estuvieron relacionados con el manejo de las plagas, malezas y enfermedades y la fertilización del cultivo.

5.5.2. Presupuesto Parcial

El presupuesto parcial de los tratamientos T-MQ Y T-MO se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 6. Presupuesto Parcial de dos sistemas de producción de cultivo de arroz de riego.

Descripción	Tratamiento	
	Manejo agronómico con producto químico (T-MQ)	Manejo agronómico con productos orgánicos (T-MO)
Rendimiento medio (kg ha ⁻¹)	6,252.00	6,055.00
Rendimiento medio ajustado (kg ha ⁻¹)	5,626.00	5,449.00
Beneficio Bruto (C\$/ha)	55,697.00	53,945.00
Costo de fertilización (C\$/ha)	18,500.00	11,560.00
Costo de manejo de maleza (C\$/ha)	2,825.00	4,800.00
Costo de manejo de enfermedades (C\$/ha)	6,284.00	4,920.00
Costo de manejo de plagas (C\$/ha)	6,880.00	4,000.00
Total de Costos que Varían (C\$/ha)	34,489.00	25,280.00
Beneficio bruto de campo (C\$/ha)	55,697.40	53,945.10
Beneficio Neto (C\$/ha)	21,208.40	28,665.10

Precio de Venta: C\$ 9.90 el kg de arroz en granza

El análisis del presupuesto parcial refleja que con el tratamiento T-MO en comparación con T-MQ, se obtuvo un beneficio neto parcial por hectárea del 35%, lo cual corresponde a C\$ 7,456.7

5.5.3.- análisis de Dominancia

cuadro 7. Análisis de Dominancia

Alternativa (Tratamiento)			Total de costos variables (C\$/ha)	Beneficio neto (C\$/ha)	Dominancia
Manejo productos orgánicos (T-MO)	agronómico	con	25280.0	28,665.0	
Manejo productos químico (T-MQ)	Agronómico	con	34429.0	21,208.0	Dominado

El sistema de manejo con productos químicos presentó los mayores costos y los menores beneficios netos, por lo tanto, este sistema de siembra comparado con el sistema orgánico resulta ser dominado según la metodología propuesta por CIMMYT, (1988) ya que económicamente presenta menores beneficios.

VI CONCLUSIONES

La diferencia entre los rendimientos promedios de arroz en granza obtenido bajo dos formas de manejo de las plagas, enfermedades y de la fertilidad del suelo resultó estadísticamente no significativa (T-MO = 6,252.0 kg ha⁻¹ y T-MQ = 6,055.0 kg ha⁻¹)

La calidad industrial de la variedad de arroz INTA San Juan fue buena en ambos tratamientos (90 y 93 %, respectivamente, para T-MQ y T-MO).

Desde el punto de vista económico el tratamiento T-MO en comparación con el T-MQ, resultó más rentable, en otras palabras, el productor debe invertir menos para alcanzar el rendimiento de grano antes indicado (6055.0 kg ha⁻¹)

VII RECOMENDACIONES

Aplicar entre los productores de arroz de riego la incorporación de prácticas agronómicas amigables con el medio ambiente tales como incorporación de estiércol, aplicación de biofertilizantes, bioplaguicida y el uso eficiente del agua, con el fin de que manejen sistemas de producción económica y ecológicamente sostenibles.

Capacitar a productores sobre la elaboración, uso y manejo de fertilizantes orgánicos, biofertilizantes , bioplaguicida artesanales para que gradualmente sustituyan los insumos de origen sintéticos.

VIII LITERATURA CITADA

- Altieri, M.A., Nicholls, C.L. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teorías, estrategias y evaluación. *Ecosistema*, 16. (1.), 3-12.
- Altieri, M.A; Nicholls, C.L. (2000). *Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Programa de las naciones unidas para el medio ambiente; Red de formación ambiental para América Latina y el Caribe; Boulevard de los Virreyes 155, Colonia Lomas de Virreyes-México.
- Altieri, M.A. (1987). *Bases científicas para una agricultura sustentable*. Nordan-Comunidad.
- Alexander, C., Olivera, D., Pérez, Y., González, H., Yáñez, L., & Peña, K. (2020). Manejo de diferentes densidades de plantación y aplicación de microorganismos eficientes incrementan la productividad del arroz. *Idesia*, 38. (2.)
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ME (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT.
- Companioni Gonzales B; Domínguez Arizmendi G; García Velasco R. (2019). Trichoderma: su potencial en el desarrollo sostenible de la agricultura. *Biotecnología Vegetal*. 19(4), 237-248. <http://scielo.sld.cu/pdf/bvg/v19n4/2074-8647-bvg-19-04-237.pdf>
- Chiriboga H; Gómez G; Garcés K. (2015). Protocolos para formulación y aplicación del Bio-Insumo: *Beauveria bassiana*, *Hongo Entomopatógenos para el control biológico de hormigas cortadoras (Ysau)*. IICA. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2646/BVE17038724e.pdf;jsessionid=53BFA9256F13656042F1979585F6C19B?sequence=1>
- Clavijo-Ponce, N. (2013). Entre la agricultura convencional y la agroecología. El caso de las prácticas de manejo en los sistemas de producción campesina en el municipio de Silvania (Tesis inédita de Ecólogo). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Cardoza, I., & González E. (2004). Evaluación y pruebas de rendimientos de catorce líneas promisorias y dos variedades comerciales de arroz (*Oryza sativa* L) bajo condiciones de riego en el Valle de Sébaco, Matagalpa. Primera 2003. (Tesis Inédita para optar el título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.
- Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (2004). Caracterización Municipal De San Lorenzo: Ficha Municipal. Recuperado de http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/enacal/Caracterizaciones/Boaco/San_Lorenzo.pdf

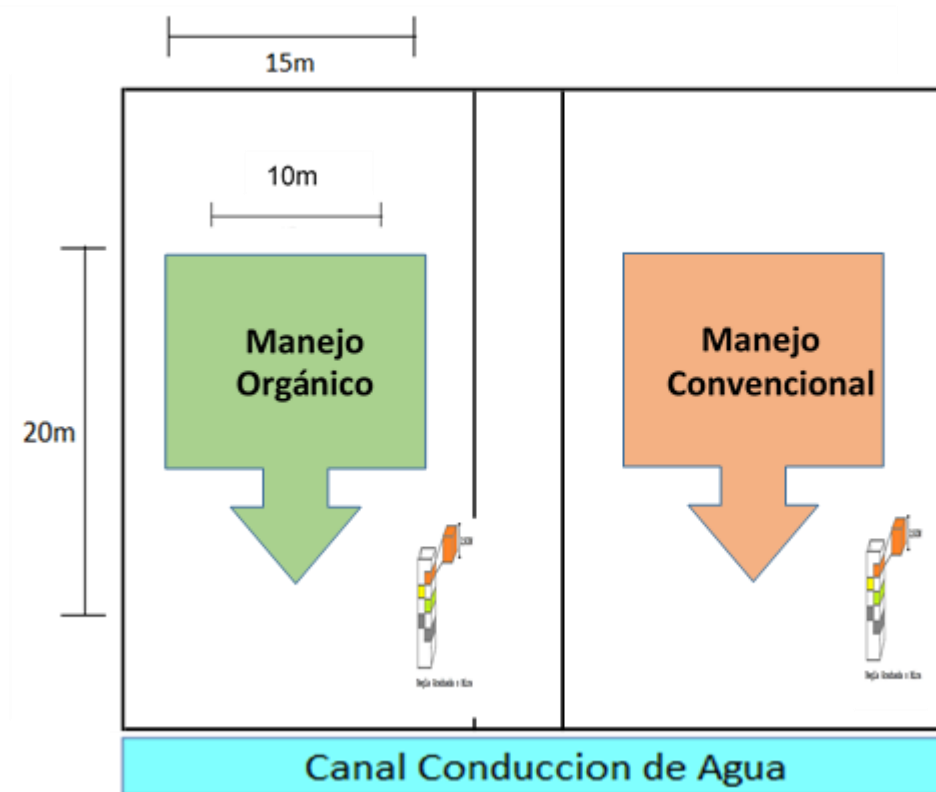
- Fukaguawa, N., Ziska, L. (2019) Rice: Importance for Global Nutrition. *JNutrSci*, 65 52-52.
- Gutiérrez-Román, V.M. (2011). *Evaluación de cinco niveles de nitrógeno en tres densidades de siembra, sobre el comportamiento agronómico e industrial del cultivo de arroz (Oryza sativa L) Material promisorio "LP-5"*. (Tesis inédita para optar al grado de ingeniería agronómica) Tecnológico de Costa Rica Sede Regional San Carlos.
- Hernaiz, S; & Alvarado, J. (2008). Calidad Industrial del Arroz: Un factor importante en la modernización del cultivo. Recuperado de: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/41404>
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo. (2013). IV Censo Nacional Agropecuario CENAGRO: Departamento de Chontales y sus Municipios. Managua, Nicaragua. Autor
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (2013). Variedad de arroz (*Oryza sativa* L.) INTA SAN JUAN, Managua, Nicaragua. Autor
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2018). Guía Tecnológica Del Cultivo De Arroz De Secano. Managua Nicaragua. Autor.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, (2018). Mapa de factores de fertilidad de los suelos de Nicaragua. Recuperado de: <https://mapoteca.ineter.gob.ni/Produccion/factoresdefertilidad/factoresdefertilidad.pdf>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (2014). Informe Técnico Anual el cultivo de arroz. Juigalpa Chontales. Autor.
- Koepf, H.H. (1976). *Biodynamic Agriculture: An Introduction*. Steinerbooks, Inc; 1st edition
- Moran-Villafuente, J. (2016). Evaluación de la producción de arroz con abono orgánico, producido en el sector de las maravillas, del cantón Daule, provincia del Guayas como aporte al cambio de la matriz productiva (Tesis inédita de Ingeniería en Comercio Exterior). Universidad De Guayaquil, Ecuador.
- Nawas, A., Rehman, U., Rehman, A., Ahmad, S., Kadambot, H., Siddique, M., Farooq, M. (2022). Increasing sustainability for rice production systems. *Journal of Cereal Science*, (103) 103400 1-8. <https://www.elsevier.com/locate/jcs>
- Olmos, S. (2006) Apunte de morfología, fenología, eco fisiología, y mejoramiento genético del arroz. Recuperado de: <https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura (2022) FAOSTAT: Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QV>

- Puig, M.L. (2016) Ambiente y Calidad de Grano en Genotipos de Arroz (*Oryza sativa*) Tipo comercial Largo Ancho. (Tesis inédita para optar al grado de ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Plataforma de Arroz Sostenible (SRP sin fecha)
<https://preferredbynature.org/es/node/1556091>
- Pucheta-Díaz, M; Flores Macías, A; Rodríguez Navarro, S; De La Torre M. (Diciembre,2006). Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. *Interciencia*, 31(12), http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006001200006#:~:text=Metarhizium%20anisopliae%20presenta%20un%20alto,sobre%20la%20cut%C3%ADcula%20del%20insectos
- Quito-Valarezo, C. (2017). Manejo orgánico del cultivo de arroz en laderas en el cantón Macara provincia de Loja (Tesis inédita de Ingeniería en Administración Y Producción Agropecuaria). Universidad Nacional De Loja, Ecuador.
- Reijntjes, C; Minderhoud-Jones, M; Laban, P. (1992). Centro de información de la agricultura sostenible de bajo insumo externo. *LEISA*, 14(2-3), <https://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-14-numero-3-2/2485-historia>.
- Reyes Pérez, J.J; Pérez S.M, Sariol- Sánchez, D.M; Enrique Acosta, E.A; Toledo, B; Ramiro, C; Ramos, Ll; Tarquino, L. (Julio, 2019). Respuesta agro productiva del arroz var. INCA LP-7 a la aplicación de estiércol vacuno. *Centro Agrícola*, 46. (3.).
- Ruiz , M; Polon , R; Vásquez , B; Muñoz , Y; Cuellar , N; Ruiz , J. (2012).La simbiosis micorrízica arbuscular en plantas de arroz (*Oriza sativa* L.) sometida a estrés hídrico. *Cultivos tropicales*, vol.33 (4).
- Sánchez, J., & Meneses, O. (2010) Parámetros Que Influyen En La Calidad Industrial Del Arroz Cosechado En El Municipio La Sierpe. Recuperado de: <https://ideas.repec.org/a/erv/observ/y2012i16310.html>
- Shahbandeh, M. (2022) Rice-Statistics & Facts. <https://www.statista.com/topics/1443/rice/>.
- Santos-Ordóñez, A. (2007). Evaluación de biofertilizantes foliares en el cultivo de arroz orgánico variedad F-50 en la zona de Daule, Provincia del Guayas (Tesis Inédita de Ingeniera Agronómica). Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Tascon, E. (1985) Arroz: Investigación y producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Cali. Colombia.
- Pérez-Triana, E.Y. (2019). *Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos comparados con fertilización convencional, en el cultivo de arroz (Oryza sativa L) variedad victoria 1039 en el municipio de Villaviciencia, departamento del Meta* [Trabajo de grado]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD.

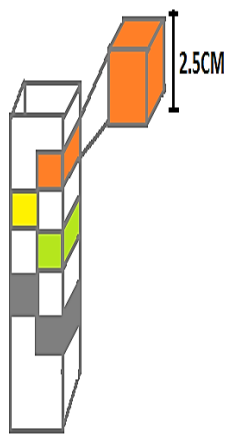
- Unión de Productores Agropecuarios. (2018) Liberación de nueva variedad de arroz “ANA 2018 FL. Recuperado de: <https://upanicblog.wordpress.com/2018/03/05/liberacion-de-nueva-variedad-de-arroz-anar-2018-fl/>
- Ulloa, E. (2019). Don José y sus cultivos de arroz que se convirtieron en un santuario para las aves. Recuperado: <https://www.birdlife.org/worldwide/news/don-jos%C3%A9-y-sus-cultivos-de-arroz-que-se-convirtieron-en-un-santuario-para-las-aves>.
- Vera, E. (2014). Efecto del abonado orgánico en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) en sistema de secano favorecido en Tingo María (Tesis Inédita de Ingeniera Agronómica). Universidad Nacional Agraria De La Selva, Tingo María, Perú.
- Valle-Ramírez B. S; Torres-Gutiérrez, R; Caicedo-Quinche; Abril-Saltos R.V; Sucoshañay-Villalba, D.J. (2021). *Aislamiento y caracterización de Metarhizium spp. de cultivos de caña de azúcar y su patogenicidad contra Mahanarva andigena (Hemiptera: Cercopidae)*.
- Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 23(1), 1-18.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num1_art:2361
- Varón, G., & Medina, J. (2018) La fisiología del cultivo del arroz en el programa AMTEC. Recuperado de: http://www.fedearroz.com.co/docs/cartilla_fisiologia.pdf
- Zambrano-Ochoa, D. Y. (2019) “Efectos de la aplicación de tres abonos orgánicos comerciales en las características agronómicas y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* l)” (Tesis inédita de ingeniería agronómica) Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador

IX ANEXOS

Anexo 1. Plano de campo



Regleta graduada para visual de lámina de agua.



Regla Graduada o Mira

Anexo 2. Fertilización química ha⁻¹

insumo	unidad de medida	cantidad	costo unitario	costo total
urea	qq	8	1100	8800
completo 18-46-0	qq	4	860	3440
0-0-60	qq	4	850	3400
sulfato de amonio	qq	3	620	1860
Mano de obra aplicación urea	D/H	2	200	400
Mano de obra aplicación 18-46-0	D/H	1	200	200
Mano de obra aplicación 0-0-60	D/H	1	200	200
Mano de obra aplicación sulfato de amonio	D/H	1	200	200
Costo de la fertilización				18500

Anexo 3. Fertilización con productos orgánicos ha⁻¹

Insumo	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Te de estiércol	Litro	10	50	500
Estiércol	T	8	330	2640
Micorriza	Kg	2	360	720
Microorganismo de montaña	litro	20	200	4000
Traslado de estiércol	Viaje	1	500	500
Mano de obra en distribución del estiércol en el campo	DH	4	200	800
Mano de obra aplicar te de estiércol	DH	2	200	400
Mano de obra en aplicar microorganismo de montaña	DH	10	200	2000
Costo de fertilización orgánico (C\$)				11,560

Anexo 4. Manejo de maleza con químicos ha⁻¹

Insumo	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
2-4-D	Litro	1.5	150	225
Bispiribac	Litro	0.5	4000	2000
Mano de obra para aplicar 2,4 D	D/H	1	200	200
Mano de obra para aplicar Bispiribac	D/H	2	200	400
Costo de control de maleza (C\$)				2,825

Anexo 5. Manejo de maleza sin uso de químicos ha-1

Insumo	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Control de maleza manual	DH	24	200	4800
Costo de manejo de maleza orgánico (C\$)				4,800

Anexo 6. Manejo de enfermedades con químicos ha⁻¹

Insumo	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Agrigen	Kg	1	900	900
Phyton	litro	0.25	2400	600
amistar	sobre de 100 g	3	1100	3300
regulador de PH	litro	0.5	968	484
mano de obra aplicación agrigen	DH	2	200	400
mano de obra aplicación Phyton	DH	1	200	200
mano de obra aplicación Amistar	DH	2	200	400
Costo manejo de enfermedades (C\$)				6,284

Anexo 7. Manejo de enfermedades con biológicos ha⁻¹

insumo	unidad de medida	cantidad	costo	
			unitario	total
Trichoderma	gr	1600	2.2	3520
Caldo bordelés	litro	0.5	800	400
Mano de obra aplicación De Trichoderma	DH	4	200	800
Mano de obra aplicación de caldo bordelés	DH	1	200	200
Costo de manejo enfermedades orgánico (C\$)				4,920

Anexo 8. Manejo de plagas con químicos ha⁻¹

insumo	unidad de medida	cantidad	costo	
			unitario	costo total
Triazofos	litro	2	800	1600
Engeo	litro	0.5	3800	1900
Tiametoxam	litro	0.5	800	400
Coprie	litro	1	980	980
				0
Mano de obra aplicación Triazofos	DH	2	200	400
Mano de obra aplicación Engeo	DH	3	200	600
Mano de obra aplicación Tiametoxam	DH	1	200	200
Mano de obra aplicación Coprie	DH	4	200	800
Costo total del manejo de plagas (C\$)				6,880

Anexo 9. Manejo de plagas con biológicos ha⁻¹

Insumo	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Beauveria bassiana	gr	1600	2	3200
Mano de obra aplicación de Beauveria	DH	4	200	800
Costo manejo de plagas orgánico (C\$)				4,000

Anexo 10. Libro de campo

A. Características generales del lugar

Departamento: _____

Municipio _____

Comunidad: _____

Ubicación coordenada: _____

Suelo: _____

Textura suelo: _____

Pendiente: _____ (%)

Profundidad: _____ cm.

Clima:

Zona Seca: _____

Zona Intermedia: _____

Trópico Húmedo: _____

Canícula:

Acentuada: _____

Moderada: _____

Benéfica: _____

Precipitación: _____

Precipitación media _____ mm

Precipitación durante el Ciclo del Cultivo: _____ mm

Altitud: _____ msnm.

Anexo 11. Datos de variables de Riego

Registro del Suministro lamina riego (frecuencia y tiempo de riego) cultivo de arroz variedad INTA San Juan

Nombre del Productor _____

Nombre del Investigador _____

Lamina o Tratamiento	Fecha	Tiempo (minutos)		Altura Vertedero (cm)	Observación
		Tiempo Inicio	Tiempo Finalizac		
Dos pulgadas (testigo)					
Dos pulgadas (propuesta)					

C. Datos para consumo de energía

Área total bajo riego (MZ) _____

Cultivo: _____

Variedad: _____

Método de siembra _____

Descripción del Sistema de Bombeo (bomba o motor).

Potencia (hp): _____

Amperaje: _____

Diámetro de entrada (Pulgadas) _____

Diámetro de la salida (Pulgadas) _____

Nota: Favor solicitar factura del mes al productor

Anexo 12. Registro de actividades

Actividades	Fecha	Equipo / Insumos	Dosis