

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“EFECTO DEL NIVEL DE FERTILIZACIÓN
NITROGENADA EN LA PRODUCCIÓN DE ARROZ
(*ORYZA SATIVA L.*) VARIEDAD “LA ESPERANZA”
BAJO RIEGO EN UN ENTISOL DEL DISTRITO DE
NUEVA REQUENA-REGIÓN UCAYALI”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

VICTOR MANUEL LA TORRE MARIN

PUCALLPA–PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por **VICTOR MANUEL LA TORRE MARIN**, denominada: **“EFECTO DEL NIVEL DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA PRODUCCIÓN DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) VARIEDAD “LA ESPERANZA” BAJO RIEGO EN UN ENTISOL DEL DISTRITO DE NUEVA REQUENA REGIÓN UCAYALI”** para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO** con el calificativo (*) **UNANIMIDAD**.

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: (Grado Académico.....), (Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**), de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 26 de enero del 2023

Ing. Isaías Gonzales Ramírez
Presidente

Lic. David Ríos Soria
Secretario


Dr. Hector Arbildo Paredes
Miembro

Ing. Glendy Sánchez Sunción, M.Sc.
Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.


Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, integrado por los siguientes docentes:

Ing. Isaías Gonzales Ramírez



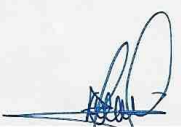
Presidente

Lic. David Ríos Soria



Secretario

Dr. Héctor Arbildo Paredes



Miembro

Ing. Glendy Sánchez Sunción, M. Sc.



Asesor

Bach. Víctor Manuel La Torre Marín



Tesista



CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/0663-2022

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final de Tesis, titulado:

"EFECTO DEL NIVEL DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA PRODUCCIÓN DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) VARIEDAD ESPERANZA BAJO RIEGO EN UN ENTISOL DEL DISTRITO DE NUEVA REQUENA".

Autor(es) : LA TORRE MARIN, VICTOR MANUEL
Facultad : CIENCIAS AGROPECUARIAS
Escuela Profesional : AGRONOMÍA
Asesor (s) : MG. SANCHEZ SUNCIÓN, GLENDY

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 10%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: **SI** Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que **SI** se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia.



FECHA 17/10/2022



Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

ANEXO 01

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, Victor Manuel La Torre Marin

Autor de la TESIS titulada:
"Efecto del nivel de fertilización nitrogenada en la producción de arroz (Oryza sativa L.) variedad "La Esperanza" bajo riego en un entisel del Distrito de Nueva Requena - Región Ucayali"

Sustentada el año: 2023

Con la asesoría de: Ing. Gladys Sanchez Suñon, M.Sc.

En la Facultad de: Ciencias Agropecuarias

Carrera Profesional de: Agronomía

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto, me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas.

Tercero: Autorizo la publicación,

Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio)

Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF será compartido en el repositorio)
De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 08 / 03 / 2023

Email: unicorn212010@hotmail.com

Firma: [Firma manuscrita]

Teléfono: 980055409

DNI: 46059936

DEDICATORIA.

A Dios, nuestro creador, por llenarme de bendiciones, por su infinita bondad y amor.

A mi abuelita Rosa, por formar al niño en su camino y hacer de mi un hombre de bien.

A mis padres, por darme la vida y la fortaleza para luchar por mis sueños.

A mi esposa Paula Lupe, por su apoyo constante para el logro de mis metas y a mi amado hijo Víctor Stefano, inspiración de mi superación.

AGRADECIMIENTO.

A la Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Agropecuarias, por la formación profesional brindada a través de sus docentes, que me ha permitido desarrollarme profesionalmente, mi eterna gratitud y agradecimiento.

A la Ing. M. Sc. Glendy Sánchez Sunci3n, asesora de la tesis, por su apoyo constante en la ejecuci3n y revisi3n desde el inicio hasta el final del trabajo.

A la empresa Agroforestal LA RINCONADA SAC, dedicada a la siembra de arroz bajo riego, por darme la oportunidad de trabajar y desarrollar la presente investigaci3n.

Al personal t3cnico de LA RINCONADA SAC, por contribuir al desarrollo de la fase de campo de mi proyecto de tesis.

A mis compa1eros de aula, por acompa1arme en la aventura de mis estudios universitarios, momentos y recuerdos que ser3n inolvidables.

ÍNDICE.

	Pág.
RESUMEN.....	x
LISTA DE TABLAS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
GLOSARIO DE TERMINOS.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
2.2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.2.1. Origen y descripción del cultivo.....	4
2.1.1. Origen.....	4
2.1.2. Taxonomía y morfología.....	5
2.2.2. Fenología del arroz.....	5
2.2.2.1. Fenología.....	5
2.2.3. Requerimiento edafoclimático	7
2.2.3.1. Clima	7
2.2.3.2. Suelo y Agua	7
2.2.4. Requerimiento nutricional.....	7
2.2.5. Tecnologías de manejo	8
2.2.5.1. Descripción de la variedad INIA 509 “La Esperanza”	8
2.2.5.2. Manejo del riego en el cultivo	9

2.2.5.3. El Nitrógeno en el arroz	9
2.2.5.4. Absorción de N por la planta.....	10
2.2.5.5. Perdida de nitrógeno por la planta.....	10
2.2.5.6. Aprovechamiento del nitrógeno por la planta.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1. Localización del experimento.....	12
3.2. Condiciones edáficas.	12
3.3. Condiciones climáticas.....	12
3.4. Variables en estudio.....	13
3.5. Operacionalización de las variables.....	14
3.6. Metodología de la investigación.....	16
3.6.1. Población y muestra.....	16
3.6.2. Duración del estudio	16
3.6.3. Materiales herramientas y equipos.....	17
3.7. Ejecución del experimento.....	18
3.8. Diseño experimental.....	20
3.9. Distribución experimental.....	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1. Rendimiento de arroz en cascara.....	23
4.2. Altura de planta a la cosecha.....	25
4.3. Número de macollos y panículas por planta.....	27
4.4. Longitud de panícula.....	30
4.5. Números de granos por panícula.....	33

4.6. Peso de mil granos.....	32
V. CONCLUSIONES.....	36
VI. RECOMENDACIONES.....	37
VII. LITERATURA CITADA.....	38
VIII. ANEXO.....	43

RESUMEN.

El trabajo de investigación se ejecutó en una parcela de arroz ubicada en el caserío Los Ángeles, Nueva Requena, con la finalidad de identificar el nivel óptimo de fertilización nitrogenada para mejorar la producción del arroz variedad INIA 509 La Esperanza, bajo siembra directa. Las dosis crecientes de N fueron 160, 200, 240 y 280 kg de N ha⁻¹, con una sola dosis de P (50 kg ha⁻¹) y de K (90 kg ha⁻¹) bajo un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones. El suelo experimental en los primeros 30 cm tuvo una textura arcillosa, con un pH fuertemente ácido (5.31), contenido medio de materia orgánica (3.05 %) escasa saturación de Al (9.83 %), pero alta saturación de bases (90.17 %) contenido intermedio de N (0.14 %), pero bajo tenor de P (11.67 ppm) y medio de K (0.39 meq/100 g suelo). Las variables de producción evaluadas fueron rendimiento, altura de planta, macollos y panículas por planta, longitud de panícula, y número de granos llenos y vanos por panícula, así como el peso de mil granos. La aplicación de las dosis de N fue a la formación de macollos y al inicio de la floración. Se concluye que, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos estudiados con diferentes niveles de N para las variables altura de planta, número de macollos y panículas por planta, longitud de panícula, número de granos llenos y vanos por panícula y peso de mil granos y, aun cuando, no se encontró superioridad estadística entre tratamientos para la variable rendimiento por ha, la dosis de 160 kg N ha⁻¹ en promedio reporta la más alta productividad con 5.00 t ha⁻¹.

Palabras claves: entisols, arroz, niveles de N, crecimiento, rendimiento

ABSTRACT.

The research work was carried in a rice plot located in the Los Ángeles hamlet, Campo Verde, with the purpose of identifying the optimal level of nitrogen fertilization to improve the production of INIA 509 La Esperanza rice variety, under direct sowing. The increasing doses of N were 160, 200, 240 and 280 kg of N ha⁻¹, with a single dose of P (50 kg ha⁻¹) and K (890 kg ha⁻¹) under a complete block design at random with 3 repetitions. The experimental soil in the first 30 cm had a clayey texture, with a strongly acidic pH (5.31), average organic matter content (3.05%), low Al saturation (9.83%), but high base saturation (90.17 %). intermediate N (0.14 %), but low content of P (11.67 ppm) and medium K (0.39 meq/100 g soil). The production variables evaluated were yield, plant height, tillers and panicles per plant, panicle length, and number of full and empty grains per panicle, as well as the weight of a thousand grains. The application of the doses of N was at the formation of tillers and at the beginning of flowering. It is concluded that there were no significant differences between the treatments studied with different levels of N for the variables plant height, number of tillers and panicles per plant, panicle length, number of full and empty grains per panicle and weight of a thousand grains and, even when no statistical superiority was found between treatments for the variable yield per ha, the dose of 160 kg N ha⁻¹ reports the highest productivity with 5.00 t ha⁻¹

Keywords: entisols, rice, N levels, growth, yield

LISTA DE TABLAS.

En el texto:		Pág.
Tabla 1.	Descripción de los tratamientos probados	14
Tabla 2.	Análisis de variancia	20
Tabla 3.	Rendimiento de arroz en cáscara por tratamiento	23
Tabla 4.	Altura de planta por tratamiento	25
Tabla 5.	Número de macollos y panículas por planta y por tratamiento.....	27
Tabla 6.	Longitud de panícula por tratamiento	30
Tabla 7.	Número de granos por panícula por tratamiento.....	31
Tabla 8.	Peso de mil granos por tratamiento.....	33
Tabla 9.	Resultados generales del ensayo.....	35
 En el Anexo:		
Tabla 10A.	ANVA. Para altura de planta.....	47
Tabla 11A.	ANVA Para número de macollos por planta.....	47
Tabla 12A.	ANVA para números de panojas por planta	47
Tabla 13A.	ANVA. Para longitud de panoja	48

Tabla 14A	ANVA. Para número de granos llenos por panoja	48
Tabla 15A	ANVA. Para número de granos vanos por panoja	48
Tabla 16A	ANVA. Para número total de granos por panoja	49
Tabla 17A	ANVA. Para peso de mil granos.....	49
Tabla 18A	ANVA. Para peso fresco de granos por UE.....	49
Tabla 19A	ANAVA. Para peso seco de granos.....	50
Tabla 20A	ANAVA. Para rendimiento de grano por ha.....	50

LISTA DE FIGURAS.

En el texto:

Figura 1.	Temperatura máxima y mínima 2017	12
Figura 2.	Precipitación pluvial 2017	13
Figura 3.	Croquis de campo	22
Figura 4.	Rendimiento de arroz en cáscara por tratamiento	24
Figura 5.	Altura de planta por tratamiento.....	26
Figura 6.	Número de macollos y panículas por planta y por tratamiento	28
Figura 7.	Longitud de panícula por tratamiento	31
Figura 8.	Número de granos por panícula por tratamiento	32
Figura 9.	Peso de mil granos por tratamiento	34

En el Anexo:

Figura 10A.	Análisis de suelo del bloque II.....	44
Figura 11A.	Análisis de suelo del bloque I.....	45
Figura 12A.	Análisis de suelo del bloque III.....	46
Figura 13A.	Preparación de las pozas para instalación del experimento	51
Figura 14A.	Preparación de las pozas para instalación del experimento	51

Figura 15A.	Fertilizantes utilizados para los tratamientos	52
Figura 16A.	Pesado de los fertilizantes para aplicación de los tratamientos	52
Figura 17A.	Mezcla de los fertilizantes para aplicación de los tratamientos	53
Figura 18A.	Bloques instalados para la investigación	53
Figura 19A.	Evaluación de los tratamientos en estudio	54
Figura 20A.	Evaluación de los tratamientos en estudio	54
Figura 21A.	Pesado de 1000 granos en balanza gramera digital	55
Figura 22A.	Toma de datos de la evaluación de la variable peso de 1000 granos	55

I. INTRODUCCIÓN.

El arroz (*Oryza sativa L*), es el cereal más cultivado en el mundo y su importancia aumenta debido al incremento de la densidad de la población y a su industrialización. Así mismo es uno de los cultivos con un amplio rango de adaptación, por lo que crece en diferentes condiciones medio ambientales, siendo los más importantes el clima, el suelo y la disponibilidad de agua. Existen muchas variedades, cada una de las cuales se adapta a una región especial. Además, el arroz es uno de los cultivos que se desarrolla, en forma óptima, en terrenos inundados.

La producción de arroz cáscara en el Perú, totalizó 263 mil 395 toneladas, volumen menor en 14,3% a lo reportado en el 2020. A nivel departamental disminuyó en La Libertad (-80,2%), Cajamarca (-45,6%), San Martín (-24,5%), Amazonas (-23,2%), Junín (-1,9%) y Loreto (-1,1%). Por el contrario, creció en los departamentos de Pasco (123,8%), Ucayali (65,9%), Áncash (18,6%), Madre de Dios (15,1%), Arequipa (11,0%) y Huánuco (8,5%), según datos del INEI (2021).

En el cultivo de arroz se han instalado 360.000 hectáreas en 20 regiones del país, las que producirían 2.700.000 toneladas de arroz cáscara (rendimiento promedio 7.5 toneladas por hectárea) o 2.300.000 toneladas de arroz blanco o pilado, según datos de la APEAR (2021).

Por otro lado, el conocimiento de cómo los nutrimentos contribuyen a aumentar los rendimientos a través de las etapas de desarrollo es importante porque permite un uso eficiente de los fertilizantes. Para desarrollar un patrón tecnológico de las nuevas variedades de arroz, se debe priorizar la respuesta a la fertilización nitrogenada, al ser determinante en el rendimiento.

Al respecto, Gavilán (2019) sostiene que, en las parcelas donde se cultiva arroz bajo condiciones de Selva, el problema para conseguir buenos rendimientos se debe a que, las actuales variedades no logran superar las 8 t ha⁻¹, debido a la aplicación de inadecuados niveles, especialmente con el N, sin conocer el estado de la fertilidad del suelo.

De esta forma, la fertilización nitrogenada para la producción de arroz en suelos de restinga es de uso frecuente, por ser el N uno de los macro nutrientes esenciales de mayor importancia para este cultivo, al estar directamente relacionado con el crecimiento y desarrollo vegetal. La siembra de las variedades de alto rendimiento y el manejo adecuado permiten obtener mayor cantidad de grano por cada kg de fertilizante aplicado, hasta un nivel óptimo de respuesta, luego del cual decae por excesivo abonamiento.

En este sentido, el propósito del proyecto fue, determinar el nivel más adecuado de fertilización nitrogenada para mejorar la producción del arroz variedad INIA 509 - “La Esperanza” bajo condiciones de riego en un suelo entisol de Nueva requena.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Antecedentes de la investigación.

Peralta (2019) ejecutó una investigación en Curimana con el propósito de identificar el efecto de dosis de N en la producción de arroz variedad La Puntilla, en un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. Concluye que, los tratamientos a base de 160 a 240 kg N ha⁻¹ fueron superiores significativamente en las variables número de macollos por planta, número de panojas por planta, longitud de panoja y rendimiento de grano, así como rendimiento de pila y porcentaje de grano entero.

Gavilán (2019) por su parte, desarrolló un ensayo en Jaén-Cajamarca, con el propósito de determinar el efecto simple de dosis de N, la respuesta de la variedad y la respuesta a la interacción dosis de N por variedad, para aumentar el crecimiento y la producción de dos variedades Plazas y El Valor, a las dosis de 140, 170, 200 y 230 kg N ha⁻¹ bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial con cuatro repeticiones. Los resultados indican que, la variedad El Valor, con 10.56 t ha⁻¹ tuvo una mejor producción, mientras que, la mejor respuesta del nivel nitrogenado fue identificada a la dosis de 230 kg N con 10.73 t ha⁻¹.

Por su parte, Matos (2015), evaluó en Chepén-Trujillo, la aplicación fraccionada de las dosis 60, 120, 180 y 230 kg de N aplicado antes de la siembra para evaluar la producción y la calidad molinera de arroz variedad IR-43, concluyendo que, a la dosis de 230 kg de N incorporado al 100 % antes de la siembra se logró identificar los mejores resultados en producción (11.23 t ha⁻¹) y calidad molinera (73.99% de pila).

Isuiza (2015) por su parte, desarrolló una investigación en Tarapoto con el objetivo de determinar el efecto de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en tres variedades La Conquista, La Esperanza, Fortaleza y 02 líneas promisorias de arroz del INIA

(CT18141-6-4-2-4-4-1-M / Ph-06 y CT18141-6-4-2-4-4-1-M I Ph-10), utilizando dosis de 160, 180, 200 y 220 Kg de N ha⁻¹, con urea como fuente nitrogenada. Como resultado, la variedad La Esperanza obtuvo un mejor rendimiento a 180 Kg de N ha⁻¹ con 9266.75 kg ha⁻¹.

Patiño (2015) a su vez, evaluó en el valle de San Lorenzo-Piura, el efecto de diferentes fuentes de NPK en el rendimiento, concluyéndose que, la mejor combinación resultó la aplicación de 200-80-150 kg NPK ha⁻¹, a los 21 días después del trasplante, con una producción de 11. 58 t ha⁻¹ de arroz cáscara.

Igualmente, Zapata (2015) ejecutó una investigación en San Lorenzo-Piura, con la finalidad de encontrar la mejor fuente y dosis de N para la producción de arroz variedad Mallares, estudiándose los factores: variedades, fuentes y dosis de N bajo un diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial de 2 x 2 x 2 con cuatro repeticiones, resultando el mayor rendimiento de arroz (12.55 t ha⁻¹), cuando se empleó Sulfato de amonio, a la dosis de 240 kg N ha⁻¹.

2.2. MARCO TEÓRICO.

2.2.1. Origen y descripción del cultivo.

2.2.1.1. Origen.

Montilla (2011) señala que el arroz es una especie que tuvo su origen en la India y solamente se conocen dos especies cultivadas: *Oryza sativa* L. a la que pertenecen la totalidad de los cultivos sembrados en el mundo y *Oryza glaberrima* Steud, que se siembra sólo en el continente africano.

2.2.1.2. Taxonomía y Morfología.

Según Tapia (2019) la especie pertenece a la siguiente clasificación taxonómica:

División: Embryophita

Clase: Monocotiledónea

Orden: Glumiflorales

Familia: Gramineae

Género: *Oryza*

Especie: *Oryza sativa* L.

El autor menciona que, morfológicamente, la especie presenta raíces delgadas, fibrosas y fasciculadas, las cuales se forman a partir de los nudos inferiores del tallo. Este órgano cilíndrico, nudoso y glabro está conformado por nudos y entrenudos alternados. Las hojas son alternas y envainadoras, con un limbo lineal, agudo y plano. En el punto de intersección de la vaina y el limbo se localiza una lígula membranosa, bífida y erguida. Las flores son de coloración verde, dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panícula grande, que se cuelga después de la floración. La inflorescencia llamada panícula se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemas estériles, la raquilla y el flósculo, mientras que, el grano es el ovario maduro.

2.2.2. Fenología del arroz.

2.2.2.1. Fenología.

Montilla (2011) expresa que, el crecimiento de la especie es un proceso fisiológico continuo que empieza desde la germinación hasta la maduración del grano. Este crecimiento puede variar ligeramente dependiendo de las características genéticas de la planta o la influencia ambiental. El ciclo de vida del arroz oscila entre 100 a 210 días.

El crecimiento del arroz puede ser dividido en tres fases:

- a. Germinación: La germinación de la semilla tiene lugar en diversas fases sucesivas: hinchamiento de la cariósida, rotura de la envoltura externa, aparición de la punta del coleóptilo, emergencia del mesocotilo, desarrollo de la primera hoja y formación de la raíz primaria, de manera simultánea con el crecimiento del coleóptilo y formación de las raíces secundarias.
- b. Plántula: empieza cuando la planta embrionaria vive de forma autónoma, mediante los elementos nutritivos que obtiene de las reservas acumuladas en la propia semilla. Después, la planta se desarrolla alimentándose de los nutrientes del terreno, mediante el aparato radicular secundario, y del aire, a través de la fotosíntesis.
- c. Macollaje: La capacidad para producir tallos es una característica varietal
- d. Elongación del tallo: Formación interior de la inflorescencia
- e. Fase reproductiva: De la iniciación de la panoja a la floración.
- f. Floración: Se observa las inflorescencias visibles (Panícula)
- g. Fase de maduración: De la floración a la maduración total (Montilla, 2011).
- h. Estado lechoso del grano: En esta etapa se inicia la formación y llenado de granos con un líquido lechoso y es fundamental para la determinación del rendimiento.
- i. Estado pastoso del grano: Es la etapa de endurecimiento de los granos, mientras que, la panícula dobla su punta en arco de 180°.

2.2.3. Requerimientos edafoclimáticos.

2.2.3.1. Clima.

El arroz germina con una temperatura mínima entre 10 a 13 °C, considerándose un óptimo entre 30 y 35 °C. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo exigible de 7 °C, considerándose adecuado en los 23 °C. Con temperaturas

superiores a ésta, las plantas de arroz crecen rápidamente, pero los tejidos se hacen más susceptibles a los ataques de enfermedades.

La temperatura mínima durante la floración es de 15 °C, mientras que el óptimo está en 30 °C. Las temperaturas altas de la noche intensifican la respiración de la planta, y por esta razón, las temperaturas bajas durante la noche favorecen la maduración de los granos. (MINAGRI, 2013).

2.2.3.2. Suelo y Agua.

La especie se cultiva mejor en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles por el contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes (MINAGRI, 2013).

2.2.4. Requerimiento nutricional.

Castilla (2012) refiere que, en el desarrollo de variedades de arroz, es necesario tomar en cuenta, un paquete tecnológico que garantice expresar todo el potencial de productividad, y por ello, la nutrición es importante, por lo que se requiere determinar sus necesidades nutricionales. Teniendo en cuenta los requerimientos por t producida y el potencial de producción, se calcula las necesidades de nutrientes en el cultivo.

Por su parte, Castilla y Tirado (2019) señalan que, los requerimientos nutricionales por cada t de arroz producida dependen de muchas variables, en el caso de los macronutrientes NPK, las necesidades de N van en un rango de 20 a 25 kg t⁻¹, en el caso del P, entre 1.5 a 8.5 kg t⁻¹ y para el K, el rango va de 15 a 25 kg t⁻¹.

Con relación al Ca, Mg y S, los autores indican que, para el Ca, el requerimiento oscila entre 5.3 a 8.7 kg t⁻¹, Mg, entre 2.2 a 6.4 kg t⁻¹ y S entre 2.6 a 6.8 kg t⁻¹ de arroz en cáscara.

Igualmente, señalan que, las necesidades de los micronutrientes presentan mayor variabilidad entre las épocas de mayor y menor oferta ambiental, dado a que

mejor oferta ambiental demanda mayor demanda de nutrientes, tomando en cuenta la relación genotipo-ambiente. En este caso, el requerimiento de Zn está entre 24 a 300 g t⁻¹, Cu, entre 14 a 270 g t⁻¹, B, va de 2.9 a 10 g t⁻¹, Fe, entre 90 a 2600 g t⁻¹ y Mn, entre 51 a 2300 g t⁻¹ de arroz en cáscara, mientras que para Si, se tiene que su rango está entre 137 a 315 kg t⁻¹ de arroz en cáscara producido.

Esta información sugiere que existen elementos más sensibles que otros en relación a los cambios ambientales, por lo que supone tener en cuenta en épocas de menor oferta ambiental, ya que la labor de fertilización busca obtener mayor eficiencia fisiológica de la planta, lo cual se traduce en mayor productividad.

2.2.5. Tecnologías de manejo.

2.2.5.1. Descripción de la variedad INIA 509 “La Esperanza”.

El INIA-Vista Florida reporta que la variedad INIA 509 “La Esperanza” se originó a partir del cruce triple de los genotipos CT7948-AM-14-3-1/CT9038-5-5C-8C-3C-1C.M//Selva Alta. Durante varios años fue evaluada en las zonas del Alto Mayo, Bajo Mayo, Huallaga Central, Bagua y Jaén, quedando establecida como: CT15704-9-1-2-EP2-EP1-VC51, con las siguientes características:

Periodo vegetativo: 135 días

Altura de planta: 100 cm

Rendimiento potencial: 11.5 t ha⁻¹

Peso de 1000 granos: 27.0 g

Largo de grano sin cascara: 7.0 mm

Ancho de grano sin cascara: 2.0 mm

Translucencia de grano: 95%

Rendimiento total de pila: 72%

Grano entero: 62%

Grano quebrado: 10%

2.2.5.2. Manejo de riego del cultivo.

El sistema de riego es diverso, desde sistemas estáticos, de recirculación y de recogida de agua (Montero, 2004).

2.2.5.3. El Nitrógeno en el arroz.

El N es el principal factor limitante en el cultivo de arroz, puesto que existen dos épocas críticas de mayor consumo por la planta, la primera, para el macollamiento y la segunda, al inicio de la floración (Palacios, 2003).

Montero (2004) menciona que, la dosis de N depende de la variedad, el tipo de suelo, las condiciones climáticas, manejo de los fertilizantes, etc. En general, la dosis debe ser distribuida dos veces, 75% como abonado de fondo y 25% al inicio de la floración.

2.2.5.4. Absorción de N por la planta.

Patiño (2015) sostiene que, la planta de arroz absorbe el N orgánico, que está asociado con la materia orgánica, la cual al sufrir mineralización se transforma en amonio (NH_4) que es el compuesto utilizable por la planta. Este catión puede ser tomado por las plantas directamente o ser acumulado en el suelo como reserva nutricional, por tanto, los suelos con bajo contenido de materia orgánica no producen amonio suficiente y por ello se deben fertilizar con N.

2.2.5.5. Pérdida de N por la planta.

Los suelos tropicales bien drenados favorecen las pérdidas de N por lixiviación, ya que, durante periodos de lluvia, el volumen de precipitación excede a la evaporación, propiciando la lixiviación de nitratos. La fuente amoniacal es menos susceptible a las pérdidas por lixiviación, ya que el ion amonio NH_4 está retenido más fuertemente por el complejo coloidal que el ion nitrato (Peralta, 2019).

En suelo mal drenados del trópico, una proporción considerable de pérdidas de N, son atribuidas a la desnitrificación, que es la conversión de nitratos (NO_3) en N_2 elemental y las pérdidas por volatilización del N ocurren mediante la conversión de amonio (NH_4) en amoniaco (NH_3) mediante hidrólisis alcalina (Patiño, 2015).

En consecuencia, si la volatilización es más intensa en suelos alcalinos y calcáreos, así como en suelos livianos cultivados con arroz, puede ocurrir pérdidas de hasta el 50 % del N aplicado (Matos, 2015).

2.2.5.6. Aprovechamiento del N por la planta.

Las raíces de la planta de arroz toman el N del suelo en forma de nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+). En la mayoría de los suelos la acción de bacterias nitrificantes hace que la planta de arroz lo absorba como nitrato y en condiciones anaeróbicas (bajo riego), la planta puede absorber más como amonio NH_4^+ que como nitrato NO_3^- (Isuiza, 2015).

La preferencia de las plantas por NH_4^+ o NO_3^- , cuando ambas formas están presentes, depende fundamentalmente de la especie cultivada. Los cereales absorben indistintamente cualquier forma de N, mientras que las solanáceas como el tomate, se ven favorecidas por una relación $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ más alta (Intagri, sf).

El arroz es un caso típico de adaptación por el NH_4^+ . Otras especies adaptadas a la nutrición con NH_4^+ son aquellas que crecen en suelos ácidos de regiones tropicales y subtropicales, donde el proceso de nitrificación es limitado (Peralta, 2019).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.

La investigación se desarrolló en una parcela de arroz ubicada en el caserío “Los Ángeles”, en el distrito de Nueva Requena (km 30, interior 22 km de la carretera Campo Verde – Nueva Requena), Provincia de coronel Portillo, Región Ucayali.

3.2. CONDICIONES EDÁFICAS.

El suelo en los primeros 30 cm de profundidad tiene una textura arcillosa, con un pH fuertemente ácido (5.31), menor materia orgánica (3.05 %) escasa saturación de Al (9.83 %), pero alta saturación de bases (90.17 %) contenido intermedio de N (0.14 %), pero bajo tenor de P (11.67 ppm) y medio de K (0.39 meq/100 g suelo).

3.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS.

El estudio se desarrolló entre febrero y julio del 2017 y los valores de temperatura mínima y máxima para Nueva requena, oscilan entre 20.9 y 30.5°C en febrero y entre 19.1 y 32.2°C en julio del 2017, conforme se aprecia en la Figura 1.

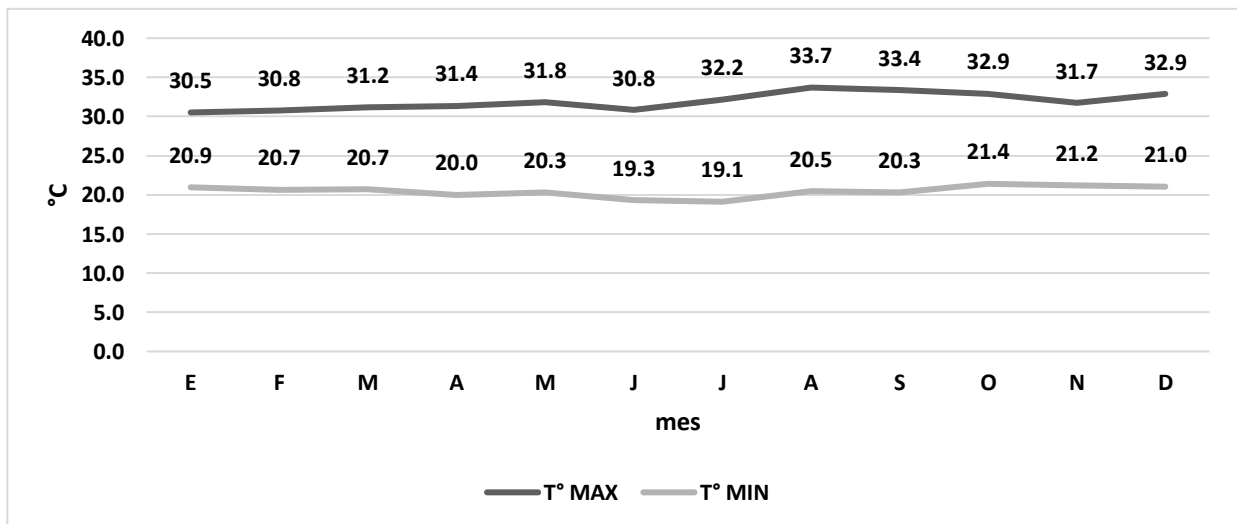


Figura 1. Temperatura máxima y mínima 2017. Nueva Requena, PE. 2020.

La precipitación pluvial fue de 1202 mm (entre febrero a julio del 2017), destacando los valores entre enero a marzo que, ocasionalmente tiene la mayor exigencia del cultivo por el recurso hídrico, como se observa en la Figura 2

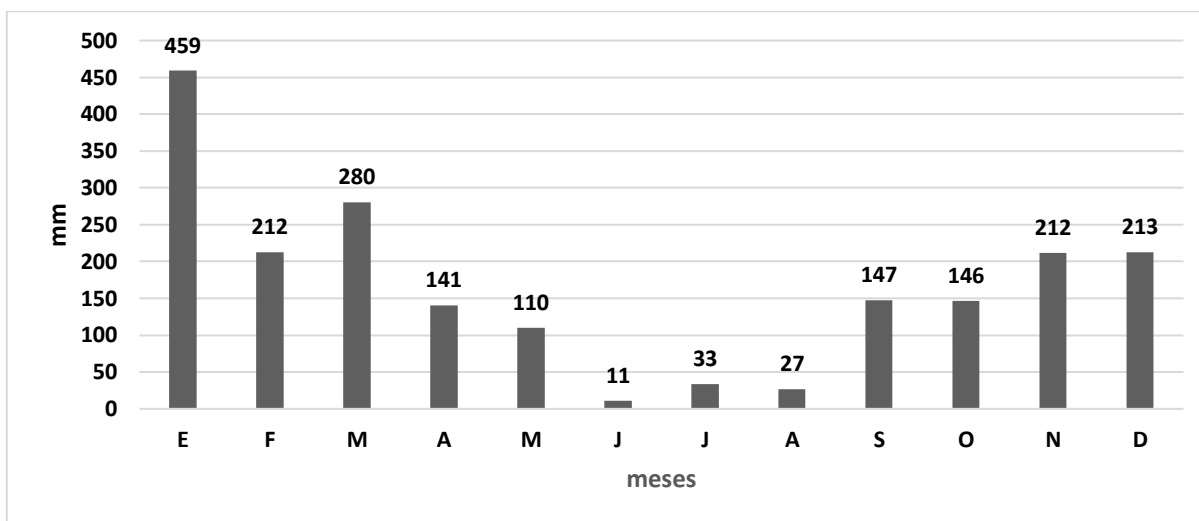


Figura 2. Precipitación pluvial 2017. Nueva Requena, PE. 2020.

Los datos climáticos que se reportan en este trabajo, concuerdan con los reportes de Hernández (1984) y De Datta (1987), quienes sostienen que, la temperatura adecuada del arroz está entre 25 a 30 °C. Asimismo, señalan que el arroz requiere de alta radiación solar y escasa humedad relativa para lograr un buen crecimiento y producción, exenta de plagas y enfermedades particularmente del tipo fungoso.

3.4. VARIABLES EN ESTUDIO.

Las dosis de N fueron determinadas en base al análisis de suelo previo al ensayo y al requerimiento nutricional del arroz, mientras que, para el P y el K, las dosis se mantuvieron constantes, conforme son señaladas en el Cuadro 1.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos probados. Nueva Requena. PE. 2020

N°	Tratamiento N (kg)
T1	160
T2	200
T3	240
T4	280

Los indicadores de las variables dependientes que fueron evaluadas fueron:

Altura de la planta a la cosecha/10 plantas al azar.

Número de macollos por planta a la cosecha/m².

Número de espigas por panoja/m².

Longitud de panoja/m².

Número de granos llenos y vanos por panoja/10 plantas al azar.

Peso de 1000 granos/UE.

Rendimiento de grano tm/ha.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

En el caso del N, las diferentes dosis se aplicaron con el fertilizante NITRO-S (32-0-0 y 11 S), las cuales se aplicaron al voleo y con lámina de agua, en dos momentos, la primera fracción, a los 20 días después de la siembra directa, o sea al inicio del macollamiento y la segunda fracción a los 60 días que corresponde al inicio de floración.

Las aplicaciones de P y K en todas las dosis de N fueron realizadas al voleo y con lámina de agua, de modo que, para el caso de P se hizo en una sola aplicación, a los 20 días después de la siembra directa, mientras que el K fue aplicado de forma similar cuando se aplicó el N. En este caso se utilizó como fuentes comerciales de P y K, a los fertilizantes superfosfato triple de calcio (0-46-0) y sulfato de potasio (0-0-50 y 18 S),

Las variables dependientes por cada tratamiento fueron evaluadas de la siguiente manera:

Altura de la planta: las evaluaciones se efectuaron a la cosecha, donde se seleccionaron 10 plantas al azar por cada unidad experimental. La medida de esta variable fue tomada desde la base de la planta hasta la punta de la hoja bandera.

Número de macollos: se realizó a la cosecha tomando al azar 1 metro cuadrado dentro de cada unidad experimental y, luego se procedió a contar todos los macollos, por cada tratamiento y repetición.

Número de granos por panícula: se realizó a los 130 días, tomando al azar 1 metro cuadrado dentro de cada unidad experimental y se procedió a contar todos los macollos que tenían espigas, por cada tratamiento y repetición.

Longitud de panícula: Se utilizó un cuadrante de madera de 1m² para tomar muestras al azar por cada unidad experimental, posteriormente se cosechó las panojas conteniendo las espiguillas y se procedió a medirlas con una regla desde el nudo ciliar hasta el ápice.

Número de granos llenos y vanos por panícula: se seleccionó al azar 10 panículas por unidad experimental y luego se procedió a desprender los granos de la cada espiga, separando y contando los granos llenos y los vanos por cada panícula.

Peso de 1000 granos: en esta variable se tomó 1000 granos por cada unidad experimental, ajustado al 14 % de humedad de grano y se procedió a efectuar el peso por cada tratamiento y repetición, con ayuda de una balanza analítica.

Rendimiento de grano a la cosecha: se pesó toda la producción de cada unidad experimental, excepto la hilera externa de los bordes de cada unidad experimental y se

determinó su correspondiente porcentaje de humedad, mediante el uso de la estufa. Los datos de producción por unidad experimental fueron llevados a $t\ ha^{-1}$, ajustado al 14 % de humedad de grano.

Para calcular el rendimiento ha^{-1} se usó la fórmula mediante la regla de tres simples.

Rendimiento ha^{-1} = peso de granos de la UE x 10000 metros cuadrados entre el área neta de la UE.

3.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.6.1. Población y muestra.

Población: Se tomó en cuenta al número total de plantas de cada unidad experimental, de las cuales se evaluaron las plantas de un área de 20 m².

Muestra: Para la evaluación de rendimiento por parcela y por ha, se tomó en cuenta el peso de grano de toda el área de cada unidad experimental, excepto el área de borde.

3.6.2. Duración del estudio.

Este trabajo tuvo una duración de 6 meses. La fase experimental comenzó en febrero y culminó en julio del 2017, tomando en cuenta desde la preparación del terreno hasta la redacción y entrega del informe final.

3.6.3. Materiales, herramientas y equipos:

Material de estudio:

Terreno agrícola

Variedad INIA 509 La Esperanza

Fertilizantes a base de NPK

Materiales de campo:

Tractor agrícola.

Tractor Kubota.

Herbicida

Balanza

Letrero

Pala.

Rafia

Machetes

Wincha de 30 m

Bomba de mochila de 20 litros

Hoces

Pesticidas.

Fungicidas

Materiales de escritorio:

Libreta de campo

Lapicero

USB

Calculadora

Papel bond A4

Lápices.

Regla.

Tijera

Equipos

Cámara fotográfica

Laptop

Impresora

3.7. EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO.

El experimento se desarrolló en un suelo entisol y de topografía plana, haciendo un área total de 500 ha.

Identificación del terreno: para ello se escogió un área de 750 m², la que fue ubicada cerca de una acequia de agua, para facilitar las labores de riego y control fitosanitario.

Limpieza del terreno: Se realizó de forma manual, utilizando herramientas comunes de la zona, como machete, cultivadora y pala, dejando al descubierto todo el área y listo para iniciar las labores de campo.

Análisis de suelo: Se extrajo un total de 10 sub muestras (0-30 cm respectivamente) las cuales fueron homogenizadas y secadas bajo sombra. Se tomó una muestra de 1 kg de peso, colocándola en una bolsa plástica y fue enviada a un laboratorio especializado para el análisis respectivo.

Preparación del terreno: Se realizó con ayuda de un tractor agrícola utilizando rastra pesada para remover el suelo húmedo. En seguida, se procedió a realizar el llenado de agua por gravedad, hasta cubrir un 90 % del suelo, quedando así listo para realizar el batido con ayuda de un tractor Kubota de 15 HP con llantas filipinas y rotovalor para pulverizar los terrones.

Alineación del terreno: Una vez terminada la preparación del terreno, se procedió al alineamiento del terreno, de acuerdo a las dimensiones y el diseño experimental del croquis del campo.

Preparación de la semilla: una vez obtenida la semilla de semilleros certificados se procedió a su remojo por 24 horas, posteriormente se procedió a “abrigarlo” para inducir a la germinación por 24 horas más, transcurrido este tiempo la semilla ya se encuentra germinada y luego se procedió a la siembra respectiva.

Siembra: la siembra se realizó de manera directa y manual al voleo con semilla pregerminada sobre una lámina de agua de 10 cm de profundidad a una densidad de siembra de 60 kg ha⁻¹ según lo recomienda el INIA.

Control de malezas: El control de malezas se realizó en forma química, con un herbicida selectivo *Pirasulfuron methyl* en una dosis de 250 ml ha⁻¹ a los 10 días después de la siembra, el control posterior se realizó de forma manual, con ayuda de herramienta como la hoz, tratando de eliminar las malas hierbas que en el campo estaban compitiendo con el cultivo.

Control de plagas: se realizó al momento del ataque de plagas, especialmente mosquilla (*Hidrellia sp*) y barrenador (*Spodoptera sp*). Para ello se aplicó un insecticida combinado (Methamidophos + Cypermetrina) a la dosis recomendada de 400 y 250 ml ha¹, cada uno.

Sistema de riego: se utilizó el sistema de riego por gravedad, con agua proveniente del río Aguaytía y llevado a la parcela mediante acequias, manteniendo casi durante todo el cultivo una película de 10 cm. El agua de las pozas fue eliminada cuando el arroz presentó granos a 30 % de madurez comercial.

Fertilización: En el caso del N, las diferentes dosis se aplicaron en base al fertilizante NITRO-S como fuente comercial (32-0-0-11 S), la que se aplicó al voleo y con lámina de agua, en dos momentos, la primera aplicación, al inicio del macollamiento y la segunda aplicación, a la fase de punto de algodón o inicio de floración. Las dosis de P y K en todos los tratamientos se aplicaron a los 15 días después del trasplante, al voleo y con lámina de agua en cada unidad experimental, en el caso del P fue en una sola aplicación, mientras que para el K se realizó de manera fraccionada. cuando se aplicó la fuente comercial de N. En este caso se usaron como fuentes de P y K a los fertilizantes Fosfato triple de calcio (0-46-0) y sulfato de potasio (0-0-50-11 S) cada uno.

Cosecha: Se realizó a los 132 días y de forma manual, por cada unidad experimental, observando las características de maduración y los resultados fueron ajustados al 14 % de humedad de grano, para la evaluación de producción.

3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se usó el Diseño de Bloques completos al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones, que hacen 12 unidades experimentales. Para la comparación entre tratamientos, se usó la prueba de medias de Duncan al 0.05 nivel de significación.

Tabla 2. Análisis de Variancia

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Repeticiones	$3 - 1 = 2$
Tratamientos	$4 - 1 = 3$
Error experimental	$(3 - 1) (4 - 1) = 6$
Total	$(3 \times 4) - 1 = 11$

Modelo matemático:

$$Y_{ijk} = U + T_i + B_j + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = cualquier observación de las variables

U = media general

T_i = efecto de i -ésimo tratamiento

B_j = efecto de la j -ésima repetición

E_{ijk} = efecto del error experimental

3.9. DISTRIBUCIÓN EXPERIMENTAL.**Campo experimental**

Largo : 23 m

Ancho : 15 m

Área total : 345 m²

Características de las repeticiones

Largo : 23 m

Ancho : 5 m

Área total : 115 m²

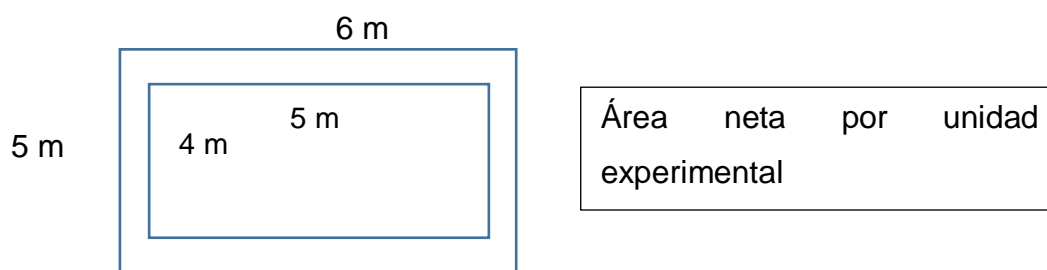
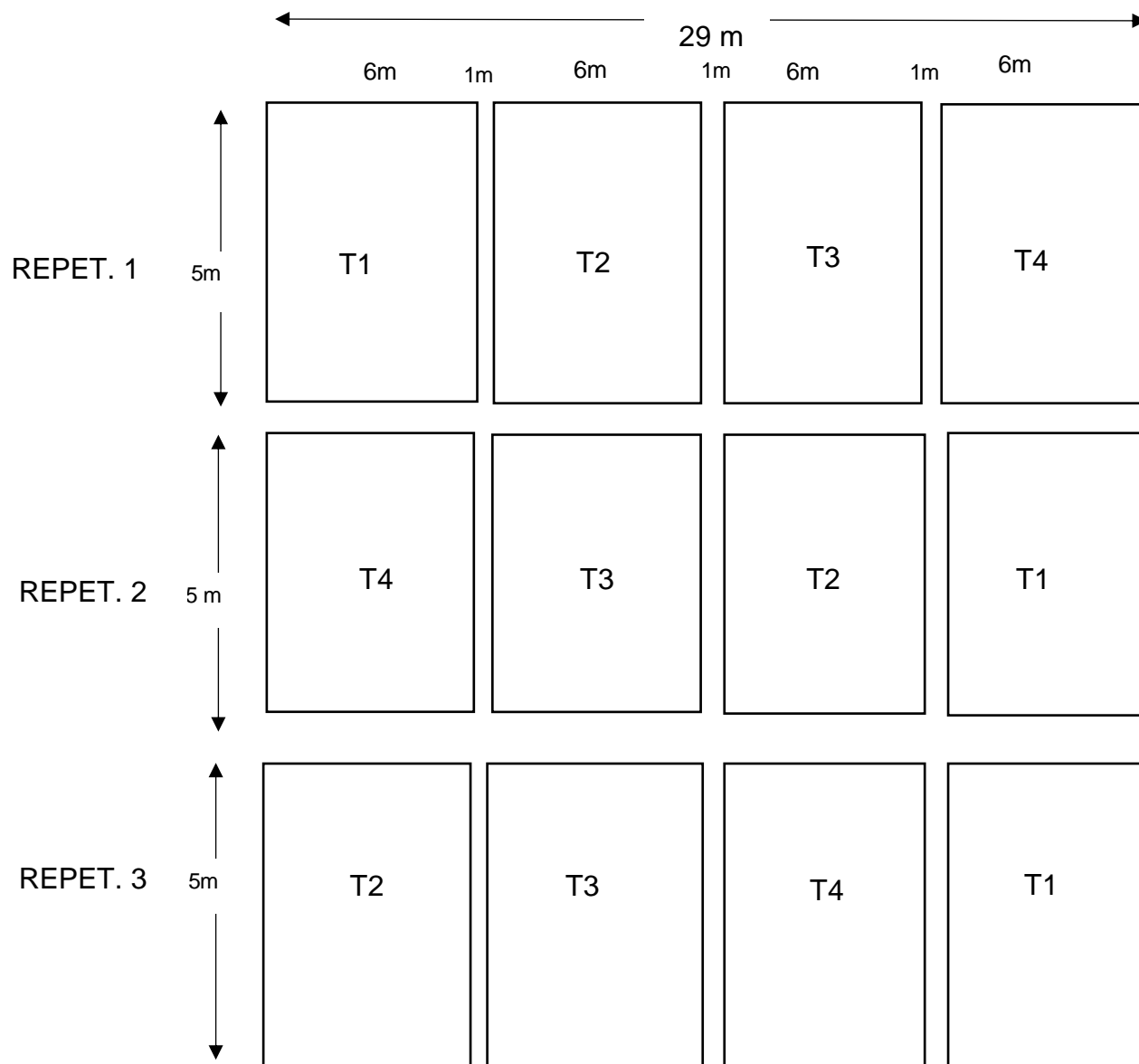
Características de la unidad experimental

Largo : 6 m

Ancho : 5 m

Área total : 30 m²

Figura 3. Croquis de campo.



Área neta : 20 m²

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. RENDIMIENTO DE ARROZ EN CÁSCARA.

Los valores de rendimiento de grano por ha al 14 % de humedad para los tratamientos estudiados no presentan diferencias significativas estadísticamente ($\alpha=0.05$), sin embargo, en términos numéricos, se llegó a demostrar que, el T1 (testigo) y T3 (N-40), fueron superiores en esta variable con respecto a los otros tratamientos, con promedios de 5.00 y 4.63 t ha⁻¹ de arroz en cáscara cada uno. Tabla 3 y Figura 4.

Tabla 3. Rendimiento de arroz en cáscara por tratamiento.

Tratamiento	Dosis N (Kg)	Rendimiento por ha (t)	Peso fresco por UE (kg)	Peso seco por UE (kg)
T1	160	5.00 a	11.0 a	10.0 a
T2	200	4.46 a	9.6 a	8.93 a
T3	240	4.63 a	10.0 a	9.26 a
T4	280	4.33 a	9.3 a	8.66 a

***letras iguales no expresan diferencias significativas entre tratamientos.**

Se ha comprobado en nuestra investigación que, la fertilización con N favorece el crecimiento de las plantas. El N promueve el aumento de la altura y la formación de macollos productivos que favorecen al incremento del rendimiento de grano. Los resultados encontrados en el ensayo para esta característica, podrían ser debidos mayormente a factores genéticos que, al efecto de las dosis empleadas, según refiere Peralta (2019).

Esta respuesta también puede ser atribuida a que, la planta de arroz solo ha absorbido la cantidad de N que le ha permitido completar su crecimiento y desarrollo, más que al factor fertilización nitrogenada, conforme lo sostiene Gavilán (2019). A esto,

debe añadirse que, las condiciones climáticas, especialmente las fuertes lluvias que han precipitado durante el crecimiento del cultivo, han limitado la absorción del N por las raíces de la planta y, además han provocado la pérdida del nutriente por precipitación y lixiviación en el suelo.

Es preciso agregar que, el rendimiento promedio de grano ha^{-1} , respecto a campañas anteriores en el mismo terreno, no han dado similares resultados, debido probablemente a la presencia del añublo bacterial de la panoja, que es una enfermedad causada por la *Burkholderia glumae* que habita en el suelo y que puede vivir en varias malezas asociadas al cultivo de arroz, como lo sostiene Gañan (2011).

Los resultados obtenidos podrían también explicarse a una pérdida del N, tal como lo señala Bastidas (2017) en un estudio para establecer el balance de N en el cultivo de arroz, estimó que las mayores pérdidas de N se dan por procesos de lixiviación concluyentes al aumentar las dosis de N establecidas. Es decir, empleando dosis entre 160 y 240 kg ha^{-1} de N se obtendrían rendimientos similares a los reportados por Peralta (2019) en arroz cultivar “La Esperanza” en un sistema bajo riego, con dosis de 160-70-100 y 240-70-100, obtuvo rendimientos de 5.73 y 5.95 t ha^{-1} .

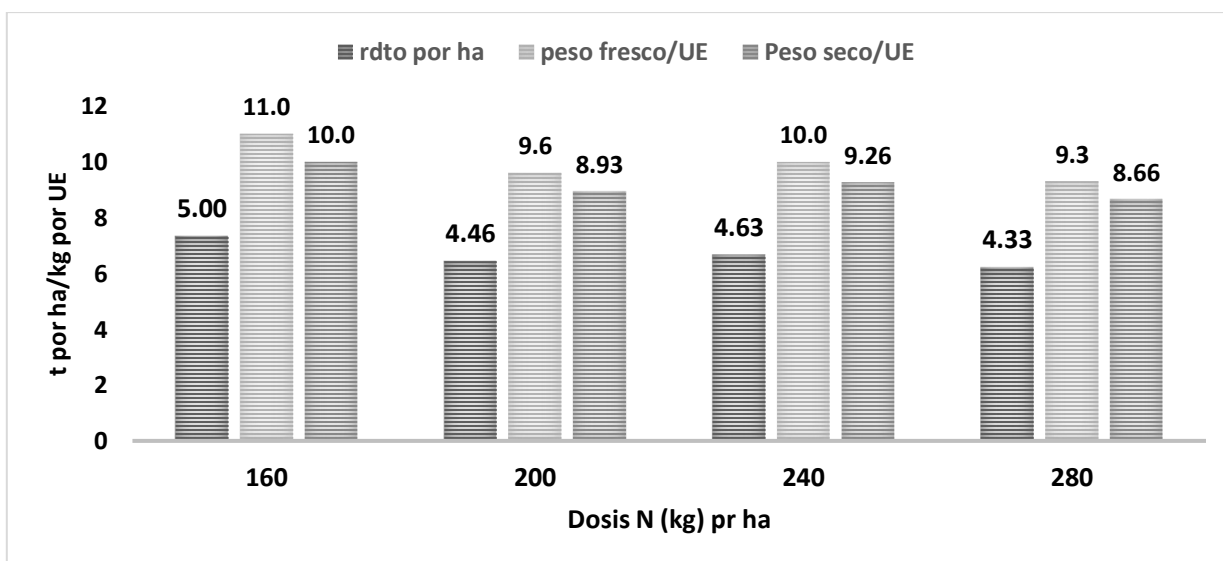


Figura 4. Rendimiento de arroz en cáscara por tratamiento.

A nivel comparativo, Gavilán (2019) llegó a obtener en Jaén Cajamarca, un promedio de 10.56 t ha⁻¹ con la variedad “El Valor” a un nivel de 230 kg de N ha⁻¹, sin diferencias con la variedad “Plazas”, la cual a la misma dosis obtuvo 10.73 t ha.

Asimismo, Palacios (2015), señala que, para condiciones de selva, los niveles de 160 y 180 kg N ha⁻¹ son superiores a las 8 t ha⁻¹ cuando se siembran variedades adaptadas a dichas condiciones.

Por otro lado, Isuiza (2015) encontró en Tarapoto San Martín que, el mejor rendimiento de grano fue obtenido por las variedades “La Esperanza” y “Fortaleza” a la dosis de 180 kg N ha⁻¹ con 9.26 y 8.81 t ha⁻¹, respectivamente, siendo mayores a los obtenidos en este experimento.

4.2. ALTURA DE PLANTA A LA COSECHA.

La variable altura de planta no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, siendo el tratamiento T3 (N-240) el que registró la mayor altura de planta con 102.9 cm, seguido de los tratamientos 1 (N-160), 4 (N-280) y 2 (N-200) con 99.5, 99.1 y 98.9 cm, respectivamente, conforme se observa en la Tabla 4 y Figura 5.

Tabla 4. Altura de planta por tratamiento.

Tratamiento	Dosis N (kg)	Altura de planta (cm)
T1	160	99.5 a
T2	200	98.9 a
T3	240	102.8 a
T4	280	99.1 a

*letras iguales no expresan diferencias significativas entre tratamientos.

La fertilización con N promueve el aumento de la altura y la formación de macollos que favorecen al incremento del rendimiento de grano Matos (2015). Así mismo el mejor tratamiento fue el que se mantuvo en condiciones de saturación permanente durante todo el desarrollo del cultivo, ya que fue el que menor volumen de agua de riego consumió (29% menos que en el tratamiento con lámina permanente de 5.0 cm), presentando, además, alto rendimiento y bajas pérdidas de N en el suelo.

En este sentido, el volumen de agua en las pozas, sumado a los volúmenes de agua producto de la precipitación pluvial, cuyo volumen no fue controlado, podrían haber causado la pérdida del N asimilable, lo que explicaría los resultados obtenidos.

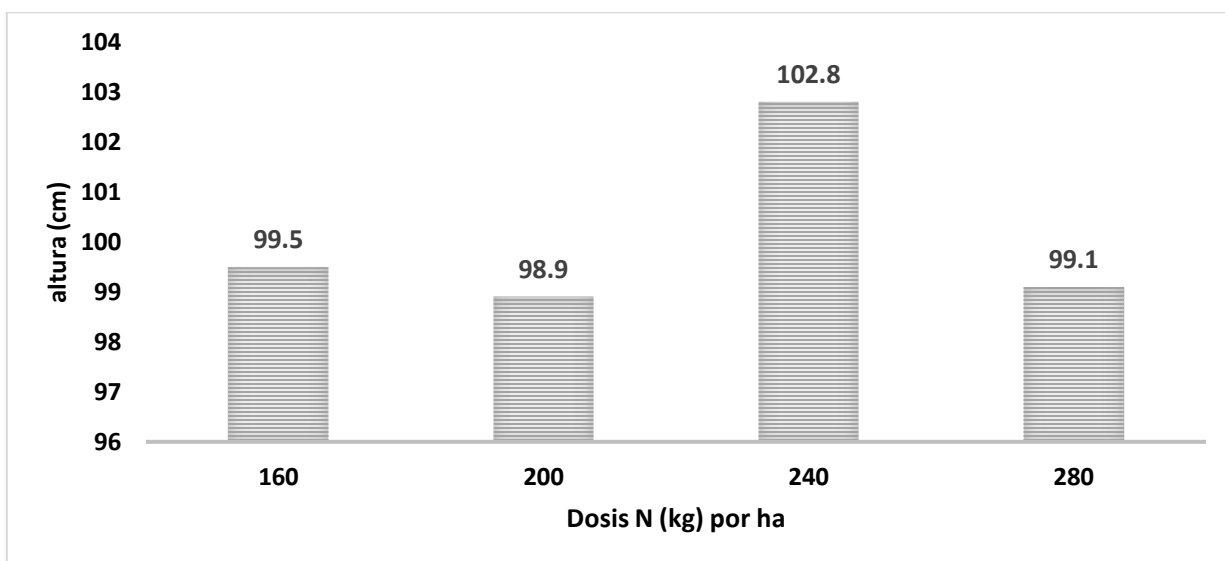


Figura 5. Altura de planta por tratamiento.

Al comparar los valores obtenidos para la variable altura de planta se encontró similitud a los reportados por Matos (2015) quien probó el efecto de la incorporación fraccionada de urea sobre el rendimiento y calidad molinera de arroz variedad "IR43" en Chepén, encontrando que, la mayor altura de planta fue de 91.4 cm.

De similar forma, Peralta (2019) probando el efecto de cinco dosis de N sobre el rendimiento del cultivar “La Puntilla” en Curimana, encontró que la mejor dosis de N reporta en promedio hasta 148 cm de altura.

4.3. NÚMERO DE MACOLLOS Y PANÍCULAS POR PLANTA.

Los resultados obtenidos para el número de macollos por planta a la cosecha señalan que hubo diferencias estadísticas significativas ($\alpha=0.05$) entre los tratamientos, tal como se observa en la Tabla 1 y Figura 1, siendo el tratamiento T4 (N-280) el que registró mayor número de macollos con 15.2., seguido de los tratamientos T3 (N-240) T2 (N-200) y T1 (N-160) con 14.6, 14.2 y 13.1 macollos por planta, sucesivamente. Tabla 5 y Figura 6.

Tabla 5. Número de macollos y panículas por planta y por tratamiento.

Tratamiento	Dosis N (kg)	Número de macollos por planta	Número de panojas por planta
T1	160	13.1 b	10.9 a
T2	200	14.2 ab	12.2 a
T3	240	14.6 ab	12.5 a
T4	280	15.2 a	12.7 a

***letras iguales no expresan diferencias significativas entre tratamientos.**

Al respecto, el CIAT (1985) señala que, la aplicación de N aumenta el número de macollos por planta, teniendo así efecto en la densidad. Chandler (1984) por su parte menciona que, cuando se utilizan altos niveles de N, las variedades de arroz producen macollos más abundantes, más granos por área y tienen mayor resistencia al acame.

Al aplicar altas dosis de N, las variedades de poca capacidad de macollamiento se deben sembrar en densidades altas y las de alta habilidad, en densidades más bajas.

En nuestro caso, la habilidad de producir macollos en las plantas que recibieron las dosis más altas de N, no fue significativa, demostrando que, el factor genético tuvo una mayor influencia en esta variable.

Resultados superiores fueron reportados en ensayos similares ejecutados por Peralta (2019) en Curimaná, y por Gavilán (2019) en Jaén, quienes obtuvieron 21.7 y 18.4 macollos por planta, respectivamente.

De igual forma, resultados similares fueron encontrados por Gutiérrez (2011), quien probó niveles de fertilización con N, encontrando que los niveles mayores de N presentaron el mayor índice de macollamiento, así mismo estos resultados coinciden con lo expuesto por CIAT (1985) y Chandler (1984). Gutiérrez (2011) manifiesta en este sentido, que no existe diferencias probablemente por el alto coeficiente de variación que presentaron sus resultados y por ende no existe efecto de tratamiento.

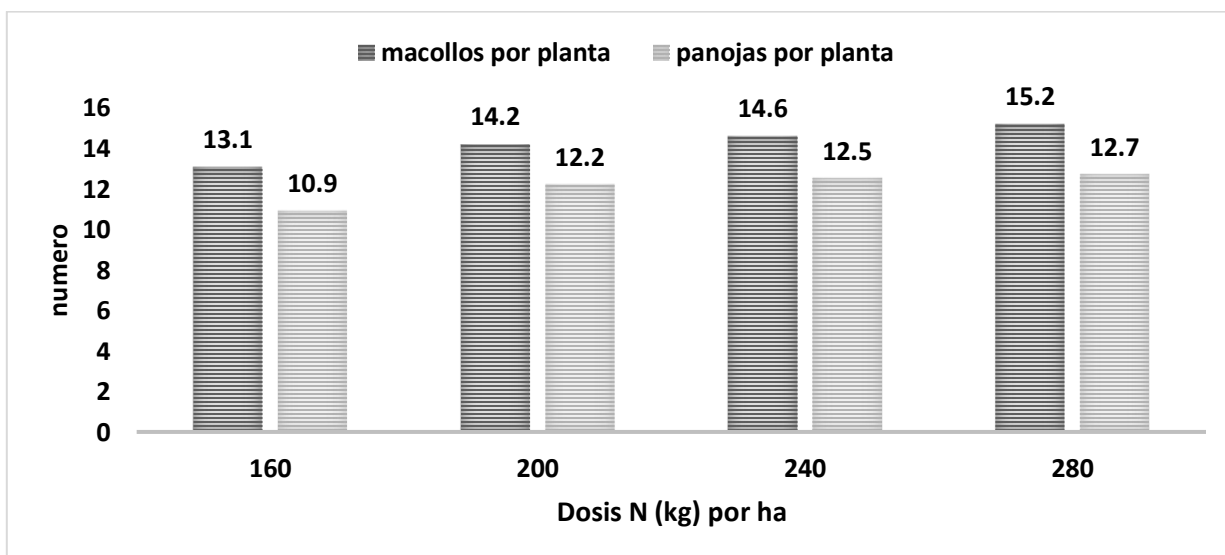


Figura 6. Numero de macollos y panículas por planta y por tratamiento.

Para la variable número de panículas por planta, los resultados obtenidos señalan que no existen diferencias estadísticas significativas ($\alpha=0.05$) en el número de panículas por planta entre los tratamientos, tal como se observa en la Tabla 3 y Figura 6, pero los mayores resultados se obtuvieron en el T4 (N-280), con 12.7 panículas por planta, seguido de los tratamientos T3 (N-240), T2 (N-200) y T1 (N-160) con 12.5, 12.2 y 10.9 panículas por planta, respectivamente.

De igual forma que en la variable anterior, la habilidad de la planta por producir panículas cuando recibieron las dosis más altas de N, no influyó significativamente, demostrando que, el factor genético tuvo una mayor influencia que el factor ambiental.

Sobre el particular, Yoshida 1981; De Datta 1981; Tinarelli 1989, citado en Quiroz R. y Ramiro C (2006) sostienen que el adecuado abastecimiento de N en el estado inicial de formación de la panícula asegura la mayor cantidad de espigas, el mayor tamaño de la panícula, y la máxima cantidad de granos llenos por espiga, debido a que, en esta fase, gran parte de la energía metabólica es usada para formar espigas y granos.

Los resultados se sustentan con lo señalado por Dobermann y Fairhurst (2005), quienes indican que el N al ser un constituyente principal en los aminoácidos, ácidos nucleicos y de la clorofila, promueve el rápido crecimiento de la planta, aumenta el tamaño de las hojas, el número de granos por panoja, el porcentaje de granos llenos y el contenido de proteínas en el grano de arroz.

Al compararse los resultados en este trabajo, podemos indicar que fueron muy inferiores a los obtenidos por Patiño (2015) y Matos (2015) con 20.3 y 25.3 panículas por planta, indicando que, sembrando al sistema por trasplante también pudo haber influenciado la cantidad de macollos y panículas en nuestro ensayo, que fue manejado bajo siembra directa.

4.4. LONGITUD DE PANÍCULA.

La longitud de panícula no presentó diferencias significativas ($\alpha=0.05$) entre los tratamientos, sin embargo, la mayor longitud de espiga fue reflejada al utilizar los tratamientos T4 (N-280) y T3 (N-240) con 25.7 y 25.7 cm de longitud de panícula, seguido de cerca por el T1 (N-160) con 25.4 cm, tal y como puede apreciarse en la Tabla 6 y Figura 7.

Tabla 6. Longitud de panícula por tratamiento.

Tratamiento	Dosis N (kg)	Longitud de panícula (cm)
T1	160	25 a
T2	200-	27 a
T3	240	26 a
T4	280	26 a

***letras iguales no expresan diferencias significativas entre tratamientos.**

Al respecto, Soto (1991), afirma que la longitud de la panícula varía entre 10 y 40 cm, aunque la mayoría de las variedades comerciales están entre 22 a 26 cm de largo; los resultados obtenidos en este estudio, coinciden con lo indicado por el autor mencionado anteriormente, puesto que el promedio de la longitud de panículas de todos los tratamientos, se encuentran dentro de este rango.

Según De Datta (1986), la respuesta de la planta a las altas concentraciones de N se ve reflejada normalmente en el aumento del número de panículas más que en su longitud, siendo esto la responsable de un aumento en la producción, de esta forma, los resultados expuestos concuerdan con lo que afirma este autor.

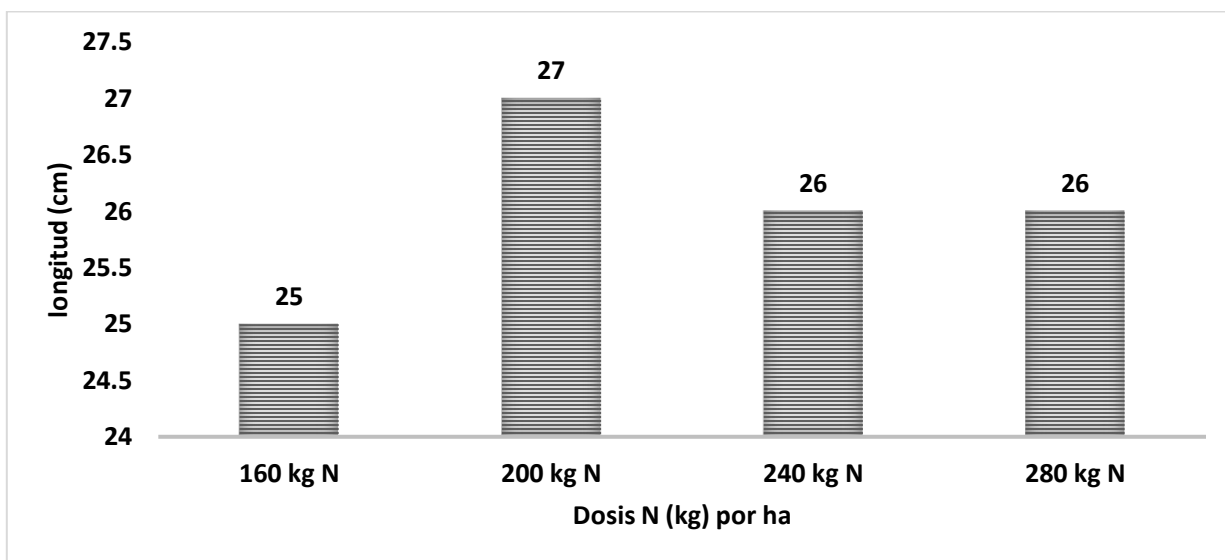


Figura 7. Longitud de panícula por tratamiento.

4.5. NÚMERO DE GRANOS POR PANÍCULA.

Los resultados obtenidos para la variable número de granos llenos y granos vanos por espiga indican que no existe diferencias significativas entre los tratamientos, pero si puede apreciarse que el número de granos llenos y granos vanos tiende a variar conforme la dosis de N es mayor, tal como puede apreciarse en la Tabla 7 y Figura 8.

Tabla 7. Número de granos por panícula por tratamiento.

Tratamiento	Dosis N	Número de granos llenos por panícula	Número de granos vanos por panícula	Número de granos total por panícula
T1	160	118.4 a	12.1 a	130.5 a
T2	200	117.2 a	14.3 a	131.6 a
T3	240	109.1 a	11.2 a	115.9 a
T4	280	119.3 a	11.3 a	130.3 a

*letras iguales no expresan diferencias significativas entre tratamientos.

Los promedios del número de granos llenos por panícula variaron entre 109.1 y 119.3 para los tratamientos T3 (N-240) y T4 (N-280), mientras que, para el caso del número de granos vanos por panícula, éstos variaron entre 11.2 y 14.3 para los tratamientos T4 (N-280) y T2 (N-200) cada uno.

Cortegana (2017) logró resultados similares en cuanto a la significancia de los valores de granos llenos y la respuesta al aumento de la dosis de N en arroz, encontrando que los granos llenos variaron de 126 en el testigo a 140 en la dosis más alta de N y en las dosis medias de N promedian los 120. La diferencia entre los valores encontrados por Cortegana (2017) y el presente trabajo puede deberse a la variedad usada en la experimentación, que fue la variedad Tinajones para Cortegana, y La Esperanza en nuestro caso.

Otros ensayos reportan promedios mayores al nuestro, como los que indica Peralta (2019) con 253 granos llenos y 31 granos vanos por panícula, así como por Gavilán (2019) quien señala 204 y 27 granos llenos y vanos por panícula, respectivamente.

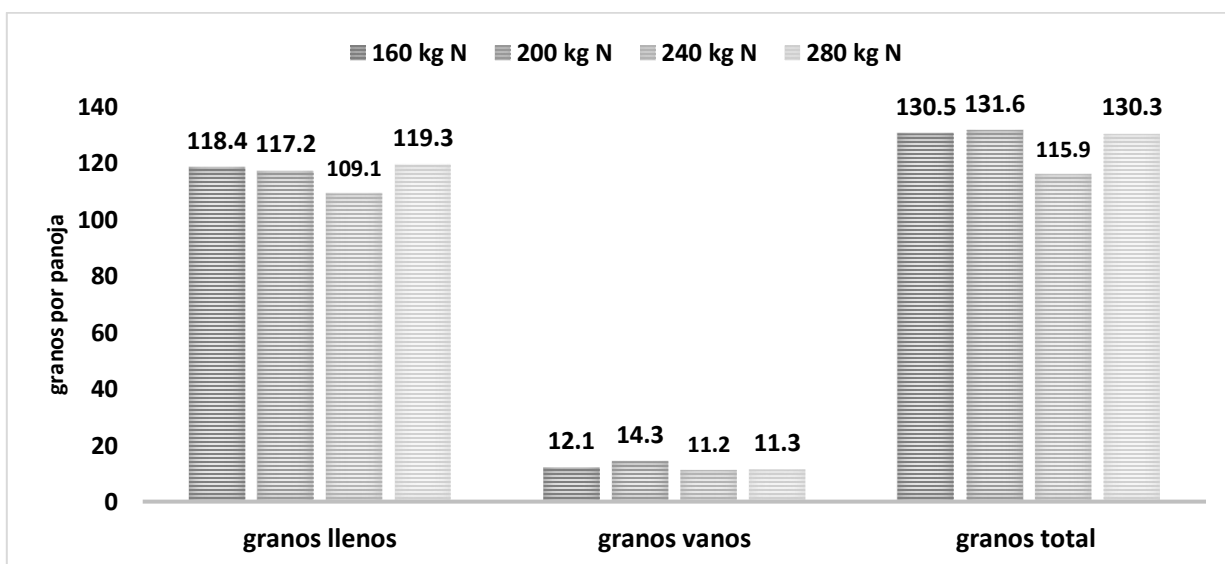


Figura 8. Número de granos llenos, vanos y total por panícula por tratamiento.

Gutiérrez (2011) señala que, al igual que nuestros resultados, no encontró diferencias significativas en los niveles de N evaluadas, probablemente a que el coeficiente de variabilidad que el autor en mención maneja es alto y produce un sesgo en la información que presenta.

4.6. PESO DE MIL GRANOS.

Esta variable no muestra divergencias entre los tratamientos evaluados, debido a las escasas diferencias en los valores encontrados, pero en términos absolutos la dosis del tratamiento 3 (N-40) logró el más alto peso con 28.9 g por cada mil granos, conforme se aprecia en la Tabla 8 y Figura 9.

Por otro lado, el tratamiento T1 (N-160) le siguió en orden de mérito, con 28.1 g, mientras que, los tratamientos a base de las dosis 200) y 280 obtuvieron los menores promedios con 28.0 y 27.8 g, sin mostrar diferencias con los demás tratamientos.

Tabla 8. Peso de mil granos por tratamiento.

Tratamiento	Dosis N (kg)	Peso de mil granos (g)
T1	160	28.1 a
T2	200	28.0 a
T3	240	28.9 a
T4	280	27.8 a

***letras iguales no expresan diferencias significativas entre tratamientos.**

Promedios similares a nuestro trabajo fueron encontrados por Gavilán (2019) en Jaén y Peralta (2019) en Curimaná, con peso de mil granos de 30 y 27 g cada uno, con las variedades “La esperanza” y “El Valor”, mientras que Patiño (2015) evaluando dos

fórmulas de N y cinco momentos de aplicación con la variedad "IR 43" en Piura, obtuvo un peso de mil granos de 28 g.

De igual manera, los resultados obtenidos por Rodríguez (2002) concuerdan con los resultados de la presente tesis, donde comprobó que no existen diferencias significativas para la variable peso de 1000 granos, afirmando que ésta es más que nada determinada por la variedad que se utiliza.

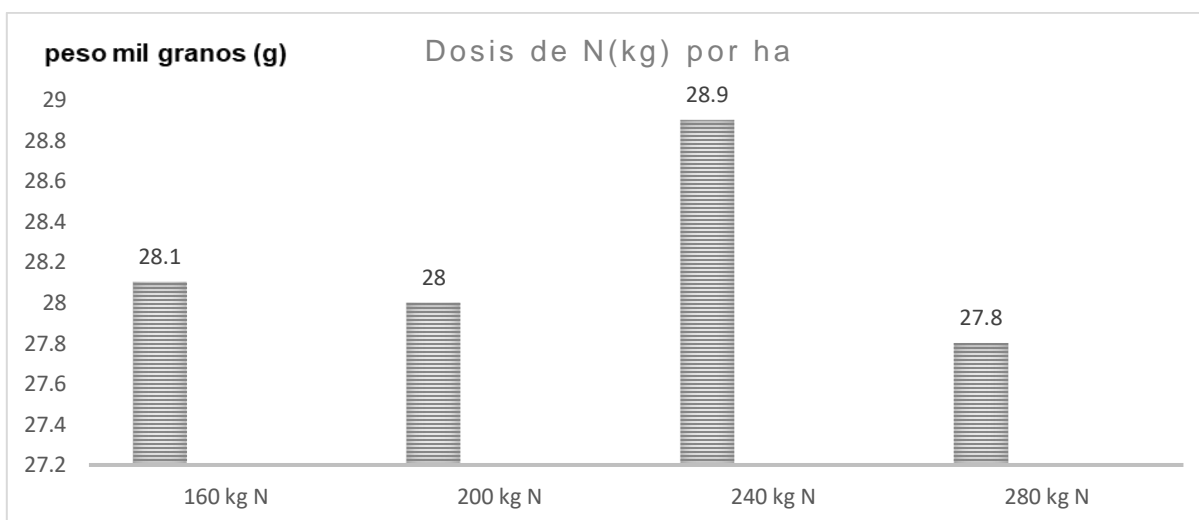


Figura 9. Peso de mil granos por tratamiento.

Tabla 9. Resultados generales del ensayo sobre niveles de N en arroz variedad “La Esperanza”.

Dosis N	Rdto por ha (t)	Peso fresco por UE (kg)	Peso seco por UE (kg)	Altura planta (cm)	Macollos por planta	Panículas por planta	Longitud de panícula (cm)	Granos llenos por panícula	Granos vanos por panícula	Granos totales por panícula	Peso de mil granos (g)
160	5.00 a	11.0 a	10.0 a	99.5 a	13.1 b	10.9 a	25 a	118.4 a	12.1 a	130.5 a	28.1 a
200	4.46 a	9.6 a	8.93 a	98.9 a	14.2 ab	12.2 a	27 a	117.2 a	14.3 a	131.6 a	28.0 a
240	4.63 a	10.0 a	9.26 a	102.8 a	14.6 ab	12.5 a	26 a	109.1 a	11.2 a	115.9 a	28.9 a
280	4.33 a	9.3 a	8.66 a	99.1 a	15.2 a	12.7 a	26 a	119.3 a	11.3 a	130.3 a	27.8 a

*Letras iguales no expresan diferencias significativas entre tratamient

V. CONCLUSIONES.

En las condiciones que se llevó a cabo el presente trabajo de investigación y el análisis de los resultados, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- a. No existe diferencias significativas en rendimiento de grano y las características agronómicas como altura de planta, número de macollos y panículas por planta, longitud de panícula, número de granos llenos y vanos por panícula y peso de mil granos entre los tratamientos estudiados con diferentes niveles de N.

- b. Haciendo un análisis en los promedios de rendimiento por ha se encontró que el tratamiento con la dosis de 160 kg N ha^{-1} reporta la más alta productividad con 5.00 t ha^{-1} .

VI. RECOMENDACIONES.

De acuerdo a los resultados y conclusiones obtenidas, se recomienda lo siguiente:

- a. Continuar con la investigación dando otras condiciones de manejo al cultivo como siembra por trasplante, suelo con un sistema de riego adecuado, estudiar otros niveles de fertilización entre otros elementos.

- b. Considerar otras variables a estudiar como plagas y enfermedades.

- c. Antes de formular los niveles de fertilización es importante interpretar los resultados del análisis de suelo.

VII. LITERATURA CITADA

- Angladette A. 1969. El arroz. Editorial Blume. Barcelona. 254 pp.
- Alfonso, H. R. (2007). Aplicación de dosis crecientes de nitrógeno a base de urea y sulfato de amonio en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) variedad NIR-1, en el valle del Chira. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional de Piura. 100 p
- Andrade, F. (2009). Manual del Cultivo del Arroz. INIAP (EEB). Manual N° 66 Guayas, Ecuador.
- Asociación Peruana de Productores de Arroz APEAR (2021). Producción Nacional de arroz de este año y el stock del 2020 garantizan satisfacer la demanda del 2022. Agraria.pe.
- Bayona, G. R. (2007). Estudio de fórmulas de NPK, empleando dos fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento y calidad molinera de dos cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) en el Valle del Bajo Piura. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. 170 p.
- Castilla, L. (2012). Manejo productivo de la cosecha de arroz. In Revista Arroz. Vol 60 N° 500 (10-16) Bogotá Colombia
- Castilla, L. & Y. Tirado. (2019). Fundamentos técnicos para la nutrición del cultivo de arroz. In revista Fondo Nacional del Arroz Fedearroz. Bogotá-Colombia. Pag 48-60.
- Carrera, G. L. (2008). Estudio de diferentes momentos de aplicación del segundo abonamiento nitrogenado en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el valle del Chira. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional de Piura. 90 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT (2015). Estrategias para el manejo integrado del cultivo de arroz, In Revista Foro Arroceros Latinoamericano FLAR CIAT. Vol 10 N° 02. Cali Colombia. 40 p

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), 1982. Fertilización Nitrogenada del Arroz. Cali. Colombia. 40p.
- CIAT, 1985. Arroz: Investigación y Producción. Cali, Colombia. 224 p.
- Cortegana M. (2017). Respuesta de fuentes y niveles de nitrógeno en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en condiciones del valle Chancay, Lambayeque. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 100 p.
- Data, S. 1986. Producción de arroz: Fundamentos y prácticas. Traducido por Guzmán M y Fuentes Z. Primera Edición. México. Editorial LIMUSA S.A. 690 p.
- Dobermann A., Fairhurst T. (2005). Manejo del nitrógeno en Arroz. Informaciones Agronómicas N°58. Instituto de la Potasa y el Fosforo. Quito, Ecuador. 6 p.
- Escobar, S. (2013). Comportamiento agronómico y de calidad de grano de cuatro variedades tradicionales de arroz (*Oryza sativa* L.), a bajas dosis de nitrógeno en la zona de Boliche provincia del Guayas. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo Universidad de Guayaquil Ecuador. 75 p.
- Gañan, L. 2011. Manejo integrado del añublo bacterial de la panícula del arroz (*Oryza sativa* L.) causado por *Burkholderia glumae* Kurita & Tabei: una revisión. https://www.researchgate.net/publication/233992592_manejo_integrado_del_añublo_bacterial_de_la_panícula_del_arroz_Oryza_sativa_L_causado_por_Burkholderia_glumae_KURITA_TABEI_Una_revisión
- García, G. J. A. (2011). Ensayo de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), variedad IR-43, en el valle de San Lorenzo. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional de Piura. 90 p.
- Gavilán, P (2019) Efecto de niveles de N en dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego en la zona de Jaén. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. 83 p

Gutiérrez V. (2011). Evaluación de cinco niveles de nitrógeno en tres densidades de siembra, sobre el comportamiento agronómico, productivo e industrial del cultivo de arroz (*Oriza sativa*, L) material promisorio "LP-5". Tesis para optar el grado de licenciatura en ingeniería en agronomía. Tecnológico de Costa Rica. 89 p.

Instituto nacional de estadística e informática INEI. (2021). Informe técnico: Panorama económico departamental 28 p.

Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA. (2015). Memoria Anual 2015 Programa Nacional de Innovación en Arroz. EE. Vista Florida 107 p.

Intagri. s.f. Absorción y asimilación del N. Consultado en línea. 12 de enero 2023. Disponible: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/formas-quimicas-de-absorcion-del-nitrogeno>

Isuiza, M. (2015). Estudio comparativo de cuatro niveles de fertilización química nitrogenada y su efecto en el rendimiento de 03 variedades y 02 líneas promisorias de arroz, en la EEA El Porvenir San Martín. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto 105 p.

Loeb, A.; Bonilla, C.; Gallardo, C. y Tafur, H. 1987. Revista Acta Agronómica. 37(4): 40-49. 1987. ISSN electrónico 2323-0118. ISS.

Manual para Educación Agropecuaria, (2000), "Adiestramiento en Producción de Arroz" Segunda Edición INIPA Lima- Perú. 545 Págs

Matos, J. (2015). Efecto de la incorporación fraccionada de urea sobre el rendimiento y calidad molinera de arroz (*Oryza sativa* L) en Pacanguilla, Chepén. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Trujillo. 46 p.

- MINAGRI (2013) Dirección General De Competitividad Agraria, Informe de seguimiento y acompañamiento a organizaciones de productores agrarios ubicados en la Macro región Norte del Perú: Cajamarca, Amazonas, San Martín, Tumbes, Piura y Lambayeque – Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.
<http://www.minag.gob.pe/portal/download/pdf/pnapes/glosario250814.pdf> ,
<http://www.minag.gob.pe/portal/especiales/programa-de-compensacionespara-lacompetitividad/glosario-de-terminos>
- Montero, F. (2004). Resúmenes Curso Internacional de Arroz. Universidad Nacional Agraria la Molina- Lima- Perú.
- Montilla, L. (2011) Control químico de *Pyricularia Grisea sacc.* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) desarrollado en la Estación Experimental Agraria El Porvenir INIA San Martín. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín Tarapoto 79 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2002) Cultivos potenciales en el mundo. Roma, Italia. 50 p
- Palacios, A. (2003). “Manejo del cultivo de arroz en el Bajo Mayo” Boletín informativo N°4. INIA. “E.E. El Porvenir Tarapoto Peru.20 p.
- Patiño, W. (2015). Influencia de dos fórmulas de abonamiento NPK y cinco momentos de aplicación, sobre el rendimiento y otras características, en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) variedad IR-4 en el valle de San Lorenzo. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. 119 p.
- Peralta J. (2019) Efecto de cinco dosis de N en el rendimiento y calidad molinera del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) variedad INIA 509 La Puntilla en la zona de Curimana. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa 71 p
- Pezo, U. (2009). Efecto del trasplante temprano en el rendimiento de 4 variedades y 1 línea de arroz con 4 densidades de siembra en el Bajo Mayo – San Martín

- Puicón, A. C. A. (2011). Efecto del abonamiento nitrofosfopotásico en la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) variedad IR-43 en el Valle de San Lorenzo. Trabajo de Investigación. Universidad Nacional de Piura. 54 p.
- Quiroz R., Ramírez M. (2006). Evaluación de fertilización nitrogenada en arroz inundado. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 17, num. 2. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 179-188 pp.
- Solórzano, A. (1993). "El Cultivo de Arroz". Universidad Nacional de San Martín Tarapoto.
- Tapia J. 2019. Efectos del silicio en la resistencia a plagas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L). Trabajo de titulación para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 30 p
- Torres, V. (2006). Oportunidad de Aplicación de Nitrógeno en cinco variedades de Arroz (*Oryza sativa* L.) bajo las condiciones del Valle de Camaná. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Santa María Arequipa. 89 p.
- Vargas, S. M. (2002). Fertilización con cuatro niveles de nitrógeno, fósforo y potasio y curvas de absorción de la variedad FEDEARROZ 50 en condiciones de secano favorecido. Corporación Arroceras Nacional. Colombia. 36 p.
- Zapata, R (2015). Influencia de la variedad, fuente y dosis de nitrógeno en la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en siembra por trasplante. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. 93 p.

VIII. ANEXOS



PERÚ

Ministerio de
Agricultura y RiegoInstituto Nacional
de Innovación AgrariaEstación Experimental
Agraria Pucallpa

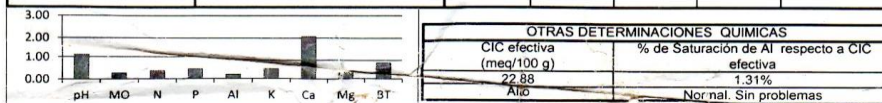
ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS

Solicitante:	Victor Manuel La Torre Marin	Fecha muestreo:	02/11/2016
Procedencia:	Nuevo Piura	Fecha Recepción:	07/11/2016
Dirección Legal:	Nuevo Piura	Fecha Resultado:	18/11/2016
Solicitud Ingreso:	SU00032EEAP-2016	Tipo Muestra:	Suelo
Ensayo Solicitado:	Caracterización	Cultivo Anterior:	Arroz
Código:	M-R2	Cultivo a Instalar:	Arroz
Muestreado por:	El Solicitante	Edad del cultivo:	N/D

ANÁLISIS TEXTURAL						
Profundidad Suelo (m.)	Profundidad (cm.)	Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	Densidad Aparente (gr/cm ³)
0.20	0-20	30.08%	35.92%	34.00%	Franco Arcilloso	1.30

ANÁLISIS DE FERTILIDAD									
	pH	M.O (%)	N (%)	Fósforo (p.p.m.)	Aluminio (Cmol ⁺ /Lt.)	Potasio (Cmol ⁺ /Lt.)	Calcio (Cmol ⁺ /Lt.)	Magnesio (Cmol ⁺ /Lt.)	Bases Totales (Cmol ⁺ /Lt.)
VALORES	7.78	2.07	0.09	15.86	0.30	0.23	20.81	1.55	22.58
Interpretación	Medianamente básico	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Muy alto	Medio	Alto

PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE BASES							
Valor Calculado	Conductividad Eléctrica milimhos/cm a 25°C		1.31%	0.01	0.91	0.07	98.69%
Interpretación	No salino. Efecto de salinidad casi nulo		Normal. Sin problemas	Muy bajo	Bajo	Muy bajo	Muy alto



RELACIONES ENTRE CATIONES						
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	(Ca + Mg) / K	(Ca+Mg+K) / Al	Volumen de Suelo (t/ha)
VALORES	13.45	6.87	92.46	99.33	75.27	2,600
Interpretación	Deficiencia de Mg	Aceptable	Deficiencia de K	Deficiencia de K	No hay problemas con aluminio	

OTRAS DETERMINACIONES FISICAS					
	Punto marchitez (gr agua/cm ³ suelo)	Capacidad de campo (gr agua/cm ³ suelo)	Saturación (gr agua/cm ³ suelo)	Conductividad hidráulica (cm/hr)	Agua disponible (lt Agua/dm ³ suelo)
VALORES	0.20	0.34	0.51	0.27	0.14

L. Yampel
METODOLOGIA: Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el tropico húmedo: Autores, Q.F. Olinda Ayre V. y Q.F. Rafael Román Lima - Perú 1992

pH : Suelo/agua : 1:2.5
 CC: Nelson & Sommers
 P : Olsen Modificado

Ca, Mg : Extrac. KCL
 K, P : Extrac. NaHCO₃-EDTA-SUPERFLOC
 K, Ca, Mg : Absorción Atómica
 D. Apr. : Soil texture triangle hydraulic properties calculator

LAYO

Instituto Nacional de Innovación Agraria
 Estación Experimental Agraria Pucallpa

Ing. Igneo Díaz-Bardales

Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abonos (e)

Figura 10. análisis de suelo del bloque II. Nueva Requena, PE. 2020.

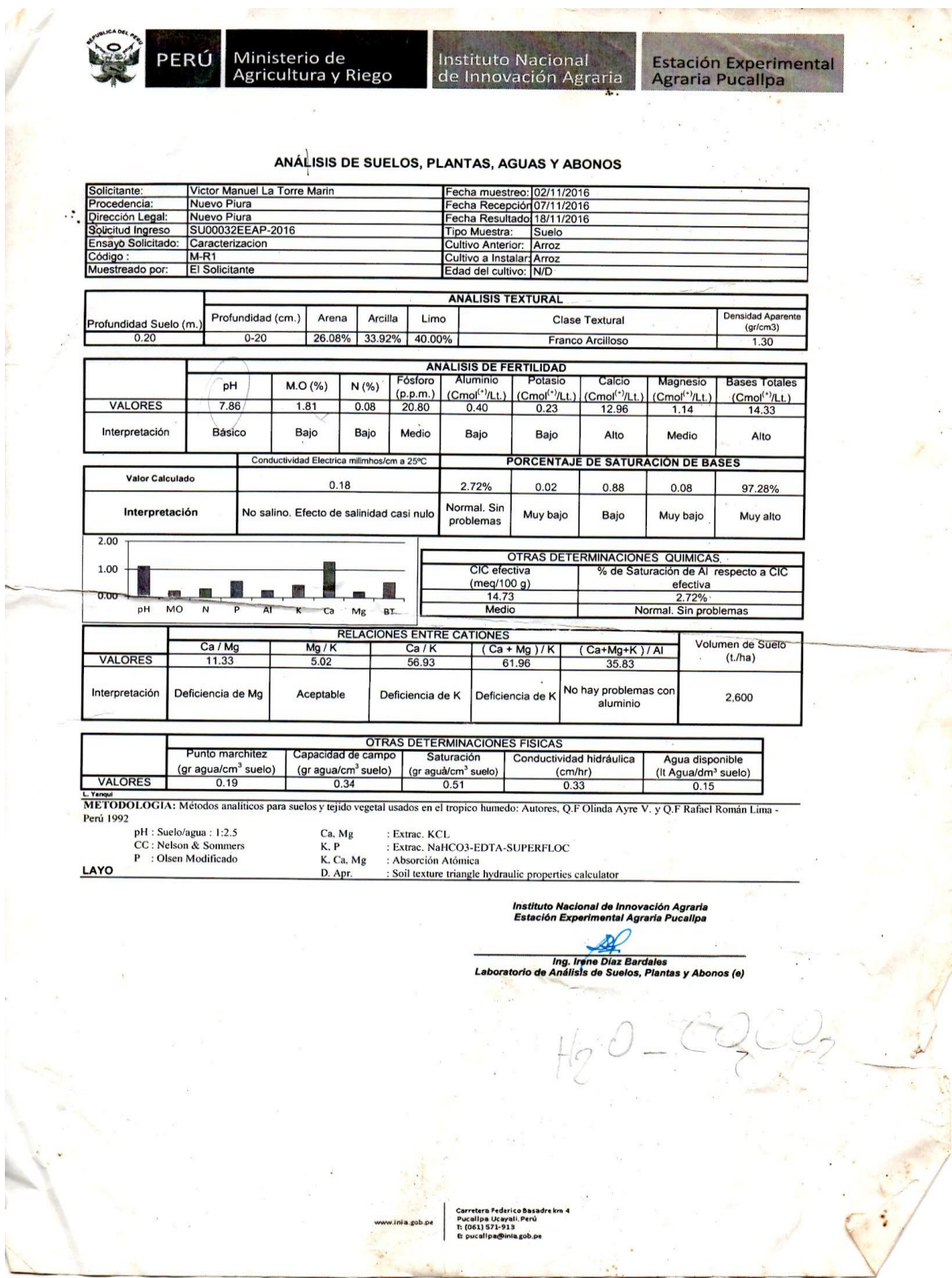


Figura 11. análisis de suelo del bloque I. Nueva Requena, PE. 2020.

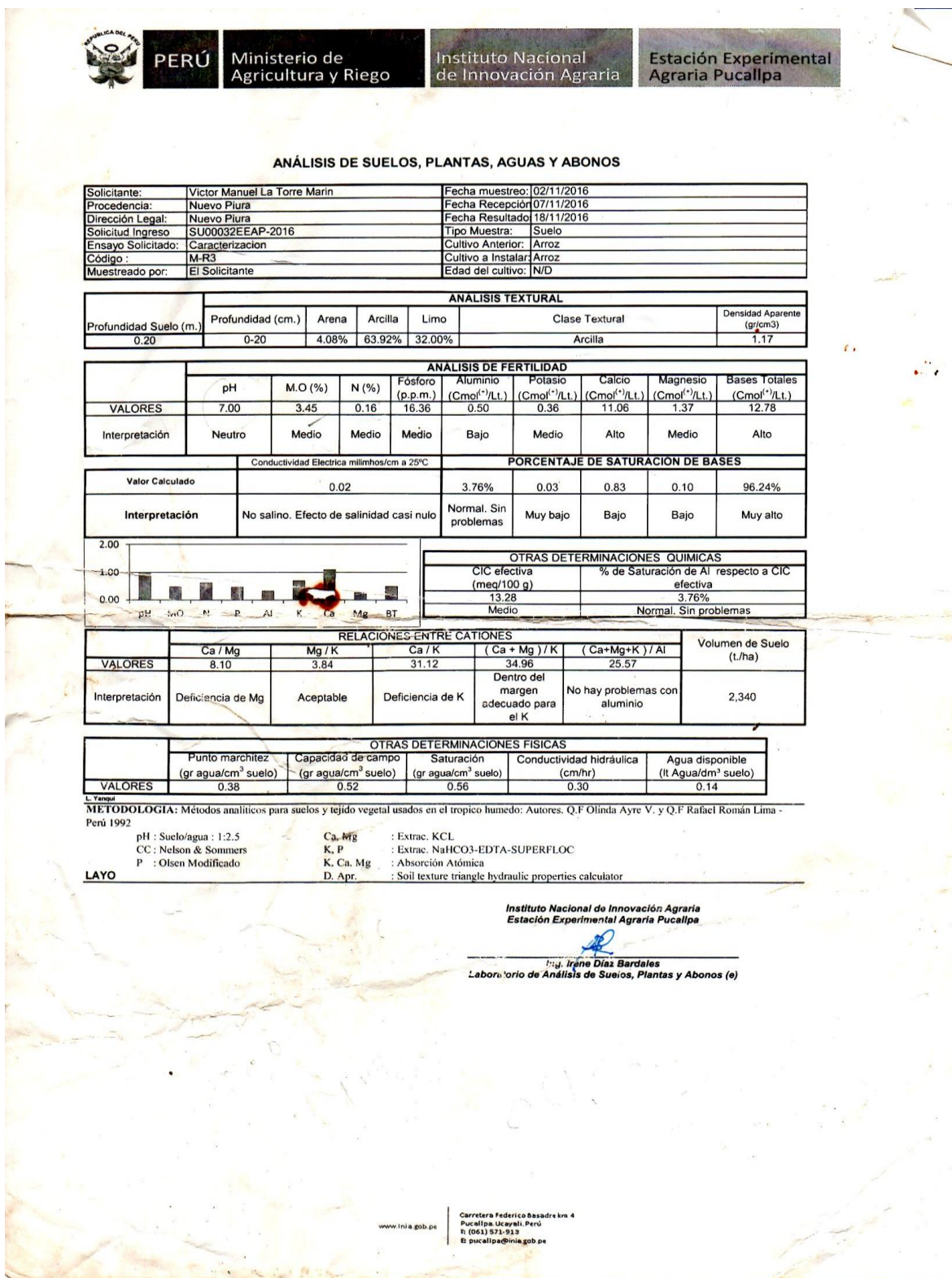


Figura 12A. análisis de suelo del bloque III. Nueva Requena, PE. 2020.

Tabla 10. ANVA para altura de planta

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob>F
Repeticiones	2	512.88	256.44	18.10	0.002
Tratamientos	3	30.46	10.15	0.72	0.57 ^{ns}
Error	6	85.01	14.16		
Total	11	628.36			
CV (%) =		3.76	R ² =		0.86

Tabla 11. ANVA para número de macollos por planta

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob>F
Repeticiones	2	20.81	10.40	10.68	0.01
Tratamientos	3	7.31	2.43	2.50	0.15 ^{ns}
Error	6	5.84	0.97		
Total	11	33.97			
CV (%) =		6.89	R ² =		0.82

Tabla 12. ANVA para número de panojas por planta

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob>F
Repeticiones	2	38.28	19.14	22.70	0.001
Tratamientos	3	5.96	1.98	2.36	0.17 ^{ns}
Error	6	5.05	0.84		
Total	11	49.30			
CV (%) =		7.58	R ² =		0.89

Tabla 13A. ANVA para longitud de panoja

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob>F
Repeticiones	2	25.12	12.56	20.67	0.002
Tratamientos	3	2.20	0.73	1.21	0.38 ^{ns}
Error	6	3.64	0.60		
Total	11	30.97			
CV (%) =		3.01	R ² =		0.88

Tabla 14. ANVA para número de granos llenos por panoja

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob>F
Repeticiones	2	4853.40	2426.70	46.18	0.0002
Tratamientos	3	196.86	65.62	1.25	0.37 ^{ns}
Error	6	315.27	52.54		
Total	11	5356.54			
CV (%) =		6.24	R ² =		0.94

Tabla 15. ANVA para número de granos vanos por panoja

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob>F
Repeticiones	2	77.31	38.65	7.61	0.022
Tratamientos	3	18.45	6.15	1.21	0.38 ^{ns}
Error	6	30.49	5.08		
Total	11	126.26			
CV (%) =		18.36	R ² =		0.75

Tabla 16. ANVA para número total de granos por panoja

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob>F
Repeticiones	2	5415.67	2707.83	30.57	0.0007
Tratamientos	3	502.24	167.41	1.89	0.23 ^{ns}
Error	6	531.44	88.57		
Total	11	6449.36			
CV (%) =	7.40		R ² =	0.91	

Tabla 17. ANVA para peso de mil granos por unidad experimental

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob>F
Repeticiones	2	4.96	2.48	2.03	0.21
Tratamientos	3	1.98	0.66	0.54	0.67 ^{ns}
Error	6	7.32	1.22		
Total	11	14.28			
CV (%) =	3.91		R ² =	0.48	

Tabla 18. ANVA para peso fresco de granos por unidad experimental

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob>F
Repeticiones	2	78.00	39.00	31.91	0.0006
Tratamientos	3	4.66	1.55	1.27	0.36 ^{ns}
Error	6	7.33	1.22		
Total	11	90.00			
CV (%) =	11.05		R ² =	0.91	

Tabla 19A. ANVA para peso seco de granos por unidad experimental

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob>F
Repeticiones	2	70.50	35.25	20.90	0.002
Tratamientos	3	2.99	0.99	0.59	0.64 ^{ns}
Error	6	10.11	1.68		
Total	11	83.61			
CV (%) =	14.08			R ² = 0.87	

Tabla 20A. ANVA para rendimiento de grano por ha

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob>F
Repeticiones	2	34668000.17	17334000.08	31.92	0.0006
Tratamientos	3	2073926.00	691308.67	1.27	0.36 ^{ns}
Error	6	3258074	543012.42		
Total	11	40000000.67			
CV (%) =	11.05			R ² = 0.91	



Foto 13. Preparación de las pozas para instalación del experimento. Nueva Requena, PE. 2020.



Foto 14. Preparación de las pozas para instalación del experimento.
Nueva Requena, PE. 2020.



Foto 15. Fertilizantes usados para los tratamientos en el experimento.
Nueva Requena, PE. 2020.



Foto 16. Pesado de los fertilizantes para aplicación de los tratamientos.
Nueva Requena, PE. 2020.



Foto 17. Mezcla de los fertilizantes para aplicación de los tratamientos.
Nueva Requena, PE. 2020.



Foto 18. Bloque los tratamientos para su evaluación. Nueva Requena, PE. 2020.



Foto 19. Evaluación de los tratamientos en estudio. Nueva Requena, PE. 2020.



Foto 20. Evaluación de los tratamientos en estudio. Nueva Requena, PE. 2020.



Foto 21. Peso de 1000 granos en una balanza gramera digital. Nueva Requena, PE. 2020.



Foto 22. Toma de datos de la evaluación de la variable peso de 1000 granos. Nueva Requena, PE. 2020.

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

Añublo bacteriano.

Termino usado para referirse al ataque de ciertas Bacterias parásito que ataca las cañas, hojas y espigas de los cereales, formando glóbulos pequeños a manera de postillas de color oscuro, que luego se hacen negras, sin dar mal olor. En el arroz causa pudrición de granos y plántulas y es causada por la *Burkholderia glumae*.

Espiga.

Conjunto de granos agrupados a lo largo de un eje de las plantas gramíneas.

Siembra directa.

Es un sistema de producción agrícola en el cual la semilla es depositada directamente en un suelo no labrado donde se han mantenido los residuos del cultivo anterior en superficie.

Fertilizante.

Es una sustancia, que puede ser orgánica o inorgánica la cual contiene diversos nutrientes que son accesibles para las plantas.

Fertilización.

Es aportar los nutrientes que la planta necesita para que sea plenamente productiva en cantidad y en calidad, es decir, es mejorar las carencias de nutrientes para aumentar la rentabilidad de los cultivos.

Nitrógeno.

Es un elemento químico cuyo símbolo es la N considerado un nutriente esencial que todas las plantas requieren para un crecimiento adecuado.

Potasio.

Es un elemento químico cuyo símbolo químico es **K**, además es un nutriente esencial para las plantas, mejora los rendimientos y la calidad de los cultivos de diferentes maneras, desde la regulación del agua hasta la producción de energía.

Fosforo.

Es un elemento químico cuyo símbolo es **P**, constituye uno de los nutrientes esenciales para las plantas. Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente, es muy necesario para que la planta crezca y se reproduzca en forma óptima.

Panoja.

Conjunto de espigas, simples o compuestas, que nacen de un eje o pedúnculo común, como en el arroz y en la avena.

Macollo.

Se refiere a cada uno de los brotes que nacen del pie de un vegetal.

NO₃.

Es la fórmula química del nitrato, los cuales son componentes comunes de fertilizantes los cuales aportan N, el cual es esencial para las plantas.

NH₄.

Es la fórmula química del amonio el cual aporta N que es importante para el desarrollo de las plantas.

