

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



TESIS

**RESPUESTA DEL CULTIVO DE *Oryza sativa* L. VARIEDAD HP 101 –
PLAZAS A LAS APLICACIONES DE DIFERENTES DOSIS DE
FERTILIZANTES NITROGENADOS BAJO UN SISTEMA DE RIEGO EN
RIOJA**

**Para obtener el título profesional de
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Elaborado por
LUCAS ROJAS ADAN**

TINGO MARÍA – PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Av. Universitaria Km 1.5 Telf. (062) 562341 (062) 561136 Fax. (062) 561156 E.mail: fagro@unas.edu.pe

"Año de la Universalización de la Salud"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
2021-FA-UNAS

BACHILLER : ADAN LUCAS ROJAS

TÍTULO : RESPUESTA DEL CULTIVO DE *Oryza sativa* L. (ARROZ) VARIEDAD HP 101 – PLAZAS A LAS APLICACIONES DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZANTES NITROGENADOS BAJO UN SISTEMA DE RIEGO EN RIOJA

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO

VOCAL : Ing. M.Sc. FERNANDO GONZALES HUIMAN

VOCAL : Ing. LUIS MANSILLA MINAYA

ASESOR : Ing. CARLOS MIRANDA ARMAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 28 de octubre de 2021

HORA DE SUSTENTACIÓN : 04:00 p.m.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Plataforma Microsoft Teams

CALIFICATIVO : APROBADO

RESULTADO : BUENO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 28 DE OCTUBRE DE 2021

.....
Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO.
PRESIDENTE

.....
MSc. FERNANDO GONZALES HUIMAN
VOCAL

.....
Ing. LUIS MANSILLA MINAYA
VOCAL

.....
Ing. CARLOS MIRANDA ARMAS
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios sobre todas las cosas, por guiarme,
bendecirme e iluminarme en el camino de la
vida.

A mi madre; Edita Adán Mestanza y a mi
menor hija; Crysthel Samantha Rojas Pintado,
por forjarme en valores y siempre apoyándome
con sus sabios consejos y darme fuerzas para
seguir adelante en mis metas emprendidas.

A mis hermanos; Moisés, Abrahán, Juan Pablo,
David, por sus incontables apoyos
incondicionales, y a mis demás familiares que
de alguna forma u otra me apoyaron.

AGRACEDIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), mi alma mater y Facultad de Agronomía por haberme permitido formarme como profesional.
- A los miembros del jurado de tesis, Dr. José W Zavala Solórzano, Ing. M. Sc. Fernando González Huiman y al Ing. Luis German Mansilla Minaya por su apoyo en el fortalecimiento del trabajo de investigación.
- Al Ing. Carlos Miguel Miranda Armas, por ser patrocinador y brindarme su apoyo incondicional, dedicación, consejos en la ejecución del presente trabajo de investigación.
- A los docentes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por sus conocimientos compartidos y todas las personas que contribuyeron para que el presente trabajo se realice.
- Al Ing. Ricardo Vialva (Hacienda el Potrero) y equipo de trabajo del Ing. Carlos Egóvil De La Cruz (Proyecto Especial Alto Mayo), por contribuir y colaborar con el presente trabajo se realice.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Particularidades del cultivar de <i>Oryza sativa</i> L. (arroz).....	3
2.1.1. Cultivar del arroz en el Perú	3
2.1.2. Distribución taxonómica.....	3
2.1.3. Aspectos botánicos	4
2.1.4. Etapas de evolución fisiológica	4
2.1.5. Requerimientos edafoclimáticos.....	6
2.1.6. Variedad HP 101-Plazas	6
2.2. Nutrición del cultivo de <i>Oryza sativa</i> L. (arroz).....	8
2.2.1. Fertilización	8
2.2.2. Significación de la fertilización	9
2.2.3. Fertilizantes nitrogenados a investigar	11
2.3. Antecedentes sobre fertilización y rendimiento en arroz	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Lugar del campo experimental	13
3.1.1. Ubicación del campo experimental.....	13
3.1.2. Condiciones edafoclimáticas	13
3.2. Materiales y metodología	15
3.2.1. Metodología.....	15
3.2.2. Características a evaluar	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1. Rendimiento de <i>Oryza sativa</i> L. (arroz)	24
4.1.1. Componentes del rendimiento	24
4.1.2. Rendimiento.....	37
4.2. Altura de planta.....	42
4.2.1. Análisis de variancia	42
4.2.2. Factorial vs Testigos	43
4.2.3. Tratamientos en estudio	44
4.3. Calidad del grano.....	45

4.3.1. Fertilizantes nitrogenados y dosis de nitrógeno.....	45
4.3.2. Factorial vs Testigos	47
4.3.3. Tratamientos en estudio	48
4.4. Análisis de rentabilidad	49
V. CONCLUSIONES	52
VI. RECOMENDACIONES	53
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	54
VIII. ANEXO.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
1. Comparación de la producción de la variedad HP 101-Plazas y otras variedades en diferentes zonas productoras del Perú.....	7
2. HP 101-Plazas comparadas con las variedades La Esperanza y Fortaleza.	7
3. Niveles comparativos de fertilización nitrogenada (kg N/ha).....	8
4. Análisis físico y químico del suelo del campo experimental.	14
5. Datos meteorológicos registrados durante el experimento entre los meses de agosto a diciembre del año 2015.	15
6. Descripción de los tratamientos en estudio.	16
7. Modelo del análisis de variancia.	17
8. Análisis de variancia para los componentes del rendimiento: número de panojas por m ² , número de espiguillas por panoja, porcentaje de espiguillas fértiles por panoja y peso de 1000 granos de arroz.	25
9. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número de panoja por m ² entre la media de todas las combinaciones (factorial) y testigos.	26
10. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número de panoja por m ² de los tratamientos en estudio.	27
11. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el total de espiguillas por panoja por efecto de las dosis de nitrógeno.	29
12. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el total de espiguillas/panoja y espiguillas fértiles e infértiles por panoja entre la media de los tratamientos (factorial) y testigos.....	32
13. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el total de espiguillas por panoja, espiguillas fértiles por panoja y porcentaje de fertilidad de espiguillas por panoja de los tratamientos en estudio.....	33
14. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el peso de 1000 granos de semilla por efecto de las dosis de nitrógeno.	34
15. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el peso de 1000 granos de arroz entre la media de todas las combinaciones (factorial) y testigos.....	35
16. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el peso de 1000 granos de arroz de los tratamientos en estudio.	36
17. Análisis de variancia para el rendimiento del grano de arroz.	37

18.	Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el rendimiento del grano de arroz entre la media de todas las combinaciones (factorial) y testigos.	39
19.	Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el rendimiento de arroz (t/ha) de los tratamientos en estudio.	42
20.	Análisis de variancia para la altura de la planta de arroz.	43
21.	Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la altura de planta de arroz entre la media de todas las combinaciones (factorial) y testigos.	44
22.	Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la altura de planta del arroz de los tratamientos en estudio.	45
23.	Calidad del grano de arroz por efecto de las diferentes fuentes nitrogenadas y dosis de nitrógeno.	46
24.	Calidad del grano de arroz del promedio de todas las combinaciones (factorial) y testigos.	48
25.	Calidad del grano de arroz los tratamientos en estudio.	49
26.	Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Imagen satelital del campo experimental (Google Earth).....	13
2. Fertilizantes nitrogenados: a) Total de espiguillas por panoja, total de espiguillas fértiles e infértiles por panoja. b) porcentaje de espiguillas fértiles e infértiles por panoja.	28
3. a) Total de espiguillas y espiguillas fértiles e infértiles por panoja. b y c) Correlación del total espiguillas y espiguillas fértiles por panoja con dosis de nitrógeno. d) Correlación de espiguillas fértiles/panoja con el total de espiguillas por panoja.	30
4. Porcentaje de espiguillas fértiles por panoja de arroz por efecto de las cuatro dosis de nitrógeno.....	31
5. Factorial vs Testigos: a) Total de espiguillas/panoja, espiguillas fértiles e infértiles por panoja. b) porcentaje de espiguillas fértiles e infértiles por panoja.....	32
6. Peso de 1000 granos de arroz de las dosis de nitrógeno: a) Total. b) Correlación entre las dosis y peso.....	35
7. Rendimiento de arroz en cáscara (t/ha) de los efectos principales: a) Fertilizantes nitrogenados. b) Dosis de nitrógeno (kg/ha).....	38
8. Correlación del rendimiento: a) panojas por m ² . b) espiguillas/panoja. c) peso 1000 granos. d) Porcentaje de espiguillas fértiles por panoja.	40
9. Humedad del grano de arroz por efecto de las fuentes dosis de nitrógeno.	47

RESUMEN

En Rioja, entre los meses de agosto a diciembre del año 2015; se evaluó la respuesta del cultivo de *Oryza sativa* L. variedad HP-101 Plazas a la aplicación de tres fertilizantes nitrogenados y cuatro dosis de nitrógeno bajo condiciones de riego, los cuales fueron analizados en un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de 3Ax4B. Comprobándose que significativamente no hubo diferencias entre las dosis de los tres fertilizantes nitrogenados respecto a sus rendimientos, los cuales oscilaron de 7.80 a 8.30 t/ha; pero, significativamente obtuvieron mayores rendimientos que el rendimiento del tratamiento T₁₃ (Sin fertilización). Asimismo, estos tratamientos aritméticamente obtuvieron granos con mayor porcentaje quebrado (33.47 %) que los testigos T₁₃ (Sin fertilización) y T₁₄ (Fosfato diamónico + cloruro de potasio). Finalmente, Los tratamientos T₁₄, T₁ (Urea (120 kg/ha N)) y T₉ (Compomaster (120 kg/ha N)), obtuvieron mayores utilidades que los demás tratamientos en estudio y con mayores rentabilidades en beneficio/costo.

ABSTRACT

In Rioja, between the months of August to December 2015; the response of the *Oryza sativa* L. variety HP-101 Plazas crop was evaluated to the application of three nitrogen fertilizers and four doses of nitrogen under irrigation conditions, which were analyzed in a completely randomized design (DCA) with factorial arrangement of 3Ax4B. Verifying that there were significantly no differences between the doses of the three nitrogen fertilizers with respect to their yields, which ranged from 7.80 to 8.30 t/ha; but, they obtained significantly higher yields than the yield of the T₁₃ treatment (Without fertilization). Likewise, these treatments arithmetically obtained grains with a higher broken percentage (33.47 %) than the controls T₁₃ (Without fertilization) and T₁₄ (diammonium phosphate + potassium chloride). Finally, the treatments T₁₄, T₁ (Urea (120 kg/ha N)) and T₉ (Compomaster (120 kg/ha N)), obtained higher profits than the other treatments under study and with higher profitability / cost returns.

I. INTRODUCCIÓN

En el año 2017; inició de nuestra investigación; San Martín se convertía la región con mayor producción de *Oryza sativa* L. (arroz) del Perú con 27 % en participación, donde las provincias de Rioja, Bellavista y Moyobamba tenían una participación regional de 21.00, 31.50 y 20.70 %, respectivamente (Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), 2019), porque es una región privilegiada su topografía, fácil acceso a abundante agua e implementación de nuevas tecnologías por lo que ha permitido aumentar la producción.

Actualmente, los productores de arroz de esta región buscan alcanzar altos rendimientos optimizando recursos y reduciendo costos, porque el rendimiento promedio de arroz esta región es de 6.00 t/ha (León, 2020), a pesar de que se hace uso de variedades mejoradas que podrían rendir entre 11 a 12 t/ha. Asimismo, buscan optimizar las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados al cultivo de arroz, porque en campos inundados hay factores que generan pérdidas del nitrógeno aplicado y por ende, el cultivo tiene baja respuesta al nitrógeno que se aplicó (Quiroz y Ramírez, 2006) y como resultado se tiene bajos rendimientos.

Al respecto, se puede decir que es un problema generalizado, porque 1/3 del nitrógeno aplicado a campos inundados se va a la atmósfera como gas a las dos semanas de su aplicación y se pierde entre 60 a 70 % bajo mal manejo (Heros *et al.*, 2018); además, si se aplica dosis inapropiadas, ocurren pérdidas por desnitrificación y volatilización (Quiroz y Ramírez, 2006). Por eso, este cultivo demanda altos niveles de nitrógeno y por lo que hace necesario optimizar la aplicación de nitrógeno, buscando alternativas en el mercado a través de fuentes nitrogenadas y las dosis correctas de estos fertilizantes para obtener altos rendimientos a través de la optimización del nitrógeno aplicado. Razón por el cual y para tratar de resolver estos problemas; es necesario investigar varias dosis o niveles óptimos de los fertilizantes nitrogenados Urea, Molimax Nitro y Compomaster 20-20-20 en la producción de arroz variedad HP-101 Plazas bajo riego y encontrar el fertilizante y la dosis óptima y correcta para obtener alta productividad y buena calidad en molino, para recomendar a los arroceros de Rioja y demás zonas arroceras del país.

Por eso se proponemos la siguiente hipótesis: que por lo menos una dosis de un fertilizante nitrogenado debe favorecer los mejores resultados en la producción de arroz de la variedad HP-101 Plazas. Por lo indicado anteriormente planteo mis siguientes objetivos:

Objetivo general:

1. Determinar la respuesta del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) variedad HP 101-Plazas a diferentes dosis de fertilizantes nitrogenados bajo un sistema de riego en Rioja.

Objetivos específicos:

1. Determinar el mejor fertilizante nitrogenado en el rendimiento y calidad de *O. sativa* L. variedad HP-101 Plazas.
2. Evaluar la mejor dosis de nitrógeno en la producción y calidad de *O. sativa* L. de la variedad HP-101 Plazas.
3. Realizar el análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Particularidades del cultivar de *Oryza sativa* L. (arroz)

2.1.1. Cultivar del arroz en el Perú

El cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) en el Perú es uno de los cultivares con mayor importancia y cuenta con una importante superficie sembrada y cosechada, superando incluso a cultivos como la papa y el maíz amarillo, debido a que es un elemento esencial de la canasta básica en nuestro país. La siembra del arroz se realiza todo el año, sin embargo, la siembra se concentra más entre los meses agosto a marzo. Por otra parte, la cosecha se da entre abril a julio. Las principales regiones productoras de este cultivo son: Piura, Ancash, Lambayeque, La Libertad, Arequipa y Tumbes; entre las regiones amazónicas se tiene a San Martín, Cajamarca, Loreto, Amazonas, Huánuco y Ucayali. San Martín es la región con mayor producción y áreas sembradas de arroz en el país, ocupando el primer lugar en producción, llegando a alcanzar en esta zona un rendimiento promedio de 6.90 t/ha y teniendo como ventaja, en comparación con la costa, la disponibilidad de agua en todo el año. Además, las regiones con mejores rendimientos se encuentran en las siguientes: Arequipa (14.00 t/ha), Ancash (11.80 t/ha), La Libertad (10.60 t/ha), Piura (8.70 t/ha) y Tumbes (8.30 t/ha) encontrándose por sobre el promedio nacional (8.00 t/ha). Se tiene que la estructura productiva del arroz muestra una atomización, con mayor cantidad de pequeños productores (60.30 %), que es visible en la dispersión de la oferta y a la inhabilidad de los agricultores para llegar a tener economías de escala y ser muy competitivos, además, para fortalecer su capacidad de negociación frente a los molineros (Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), 2019).

2.1.2. Distribución taxonómica

Según el Integrated Taxonomic Information System of North América (2019), el arroz se distribuye taxonómicamente:

Reino : Plantae.
Superdivisión : Embryophyta.
División : Tracheophyta.
Clase : Magnoliopsida.
Orden : Poales.
Familia : Poaceae.
Género : *Oryza* L.
Especie : *Oryza sativa* L.
Nombre común : Arroz.

2.1.3. Aspectos botánicos

Según Álvarez (2018), el cultivar de arroz es una gramínea temporal, con tallos huecos y redondos compuestos de entrenudos y nudos, con hojas de láminas planas adheridos al tallo por la una vaina y su inflorescencia es una panícula. La altura de la planta es variable teniéndose valores desde los 0.4 m (enanás) hasta 7.0 m (flotantes). En su crecimiento, el cultivar de arroz tiene 2 tipos de raíces: temporales o seminales, y permanentes o adventicias. El tallo del arroz se conforma por la alternancia entre nudos y entrenudos, siendo el septo la parte interna del nudo que divide 2 entrenudos consecutivos. El entrenudo maduro es vacío, finamente estriado con superficie glabra, su tonalidad y color es condicionante de la variedad; variando la longitud del entrenudo, los entrenudos de la parte superior son largos y los entrenudos en la base del tallo son cortos, engrosando hasta formar una sección sólida.

El mismo autor menciona que la planta de arroz tiene las hojas distribuidas alternadamente en todo el recorrido de su tallo; denominándose prófalo en su hoja que nace en su base del tallo primordial, careciendo de lámina, pero con un par de brácteas aquilladas, el prófalo se sostienen hacia el dorso a los retoños recientes al tallo; de cada nodulación, excepto del nódulo de la panícula que manifiesta una hoja superior que está ubicada debajo de la panícula conocida como una hoja bandera. Se denomina panícula o panoja a la inflorescencia de la planta de arroz que está compuesta por la agrupación de las flores; situándose la panícula encima del nudo apical del tallo denominado base de la panícula o nudo ciliar.

Además, menciona que las semillas de arroz sin latencia llegan a germinar prontamente terminada su maduración y las semillas latentes están en reposo naturalmente por un período más prolongado; que se puede romper artificialmente con el descascarado o sometiénolo a procesos especiales para lograr su germinación; muchos de los elementos de la semilla en germinación son provisionales, como la coleoriza y coleóptilo, que protegen a otros elementos o ayudan a establecer a la plántula mientras se generan otras estructuras invariables.

2.1.4. Etapas de evolución fisiológica

Según González (2010), el cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) muestra diez etapas de evolución y con peculiaridades distintas entre ellas:

a. Germinación a emergencia (etapa 0): Esta etapa corresponde al proceso de germinación, que inicia con la absorción del agua y cambio gaseoso. Después de la pre germinación del grano, la radícula y plúmula sobrepasarán la cáscara (palea y lema). En el segundo o tercer día de haberla sembrado, la primera hoja emerge a través del coleóptilo. Al final de la etapa 0 la hoja primaria aún se encuentra encrespada y la radícula alongada.

b. Plántula (etapa 1): Esta etapa se da inicia a partir de la emergencia hasta antes de la aparición del primer macollo (quinta hoja), esto se da entre los 14-20 días. En la parte del tallo de la plántula se observa cinco hojas. La planta es nutrida hasta la tercera hoja de las reservas del endospermo e inicia desaparecer la radícula y raíces seminales, y paralelo se van formando raíces adventicias secundarias que acompañaran a la planta hasta su senescencia.

c. Macollamiento (etapa 2): Esta etapa comienza con la aparición del 1^{er} macollo hasta el momento en que la planta llega a tener el máximo número de ellos, que se logra entre 25 a 55 días, los macollos salen de las yemas auxiliares que están en los nudos.

d. Elongación del tallo (etapa 3): Esta etapa va desde el cuarto entrenudo del tallo primordial haciéndose notable en toda su longitud, hasta cuándo esté totalmente alargado; es posible que durante esta etapa la planta pueda seguir generando macollos.

e. Iniciación de panícula o panoja (etapa 4): se define con la diferenciación del meristemo en el punto de crecimiento del tallo, dando inicio al primordio floral, marcándose de esta manera de la fase vegetal y dando inicio a la fase reproductiva. El primordio floral es evidente a simple vista en diez días después de su iniciación.

f. “Embuche” crecimiento a emergencia de la panícula (etapa 5): Este periodo se enfoca en los 12 a 16 días después de la diferenciación. En esta etapa la planta tiene demasiada sensibilidad a temperaturas bajas. En el embuchamiento, es fácil de notar el declive y muerte de las hojas primarias. La aparición de la panícula determina el fin de esta etapa.

g. Floración (etapa 6): La floración comienza con la apertura de las espiguillas, posteriormente por la antesis o emergencia de las anteras, dehiscencia o apertura de las anteras, el polen cae, y se deposita en el estigma y que al llegar al ovario lo fertiliza. Esta etapa dura de tres a cinco días después de la emergencia de la panícula.

h. Grano lechoso (etapa 7): En esta etapa, el grano de arroz inicia con el llenado de un líquido blanco y consistencia lechosa, la cual es evidente cuando es presionado con los dedos. Esta etapa dura aproximada diez días.

i. Grano pastoso (etapa 8): Esta etapa se demora aproximadamente diez días, transformándose la parte lechosa en una masa suave a pastosa. Los granos de la panícula o panoja, cambian de color verde a amarillo.

j. Grano maduro o duro (etapa 9): En esta etapa se da por finalizada el ciclo de vida de las plantas de arroz, alcanzando su madurez fisiológica entre 35 a 45 días luego de ser polinizada. La maduración de la panícula se da de arriba hacia abajo (tiene granos duros, pastosos y lechosos). En esta etapa, todos los granos han llegado a la madurez, notándose por el color amarillo, completamente desarrollado y dureza del grano.

2.1.5. Requerimientos edafoclimáticos

2.1.5.1. Clima

Es un cultivo tropical y subtropical, a nivel mundial tiene la mayor producción en los climas húmedos tropicales, cultivándose desde el nivel del mar hasta los 2,500 msnm; dependiendo de la precipitación, el sistema y las técnicas de cultivo. Se cultivan en zonas con mayor altitud, donde son más influenciadas por la variabilidad de las mismas. Para la germinación se necesita un mínimo de 10 a 13 °C, con un óptimo entre 30 y 35 °C; existe una relación directa entre el crecimiento de las plantas y el nivel de temperatura, pero los tejidos se hacen muy blandos, haciéndose más receptivo a algunas enfermedades. Durante la floración se requieren temperaturas que superen los 32 °C, durante la mañana el polen de las flores no germina, lo cual genera el vaneamiento de la panícula. Su producción en una zona con una humedad que supera el 80 % contribuye a la incidencia de enfermedades foliares en ciertas variedades, las más susceptibles. El cultivo de arroz se da favorablemente en climas secos con una humedad relativa baja y altos niveles de radiación solar (Moquete, 2010).

2.1.5.2. Suelo

El cultivo no se desarrolla eficientemente en suelos con textura fina debido a que no se facilitan las labores; sin embargo, debido a sus niveles de arcilla, materia orgánica se puede cultivar considerando la adición de nutrientes, por ello, la textura del suelo es muy importante para el riego y fertilización. El pH para el arroz es 6.60, con este valor se libera la actividad microbiana del nitrógeno, y la materia orgánica y disponibilidad del fósforo son altas; pero los niveles bajos de aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos. Asimismo, el nivel de pH define condiciones de acidez o alcalinidad del suelo y esto sirve para lograr deficiencias y excesos nutricionales; en líneas generales se puede decir que el cultivo de arroz puede cultivarse bien en suelos ácidos como en los alcalinos; debido a que el pH es neutralizado durante el riego inundando el suelo (Moquete, 2010).

2.1.6. Variedad HP 101-Plazas

2.1.6.1. Características

La hacienda El Potrero S.A.C. presenta la variedad HP 101 - Plazas, una de mediana estatura (99 - 113 cm), mayor a la variedad IR - 43 y siendo igual a La Conquista. Su ciclo de cultivo dura 130 días presentando similitudes con las variedades IR - 43 y Fortaleza (línea mejorada). Sus altos rendimientos se deben a sus granos densos de sus largas panojas y su alta capacidad de macollamiento. Además, presenta tolerancia a las temperaturas bajas en la floración comparado con las variedades Fortaleza y La Esperanza. El grano tiene buen aspecto y, después de ser cocido, queda suave cuando se enfría (MOLICOM, 2019).

Tabla 1. Comparación de la producción de la variedad HP 101-Plazas y otras variedades en diferentes zonas productoras del Perú.

Variedades	Producción (t/ha) en:			Promedio (t/ha)
	Oyotún	Altomayo	Jaén	
HP 101-Plazas	12.20	7.20	11.90	10.43
Mallares	10.40	6.40	11.70	9.50
IR-43	11.10	5.30	11.30	9.23
IDAL 186	10.70	5.60	11.30	9.20
Fedearroz 60	-	5.40	11.40	8.40
La Esperanza	-	4.70	11.80	8.25
Tinajones	9.90	4.70	10.30	8.30

(-) = No se evaluó.

2.1.6.2. Recomendaciones generales

Las zonas de cultivo de HP 101-Plazas se evaluaron en las zonas de Lambayeque, Jaén, Bagua y San Martín, dando muy buenos resultados. A partir de ello, no es recomendable sembrar en suelos salinos y se debe utilizar semilla certificada, adquiridas en distribuidores autorizados de la Hacienda El Potrero S.A.C. Y es muy importante, la densidad de trasplante: se debe considerar entre 16 a 20 golpes por metro cuadrado (MOLICOM, 2019).

Tabla 2. HP 101-Plazas comparadas con las variedades La Esperanza y Fortaleza.

Comparación con la variedad HP 101-Plazas	Variedades de arroz	
	La Esperanza	Fortaleza (Idal 186)
Resistencia a la hoja blanca	Similar	Más resistente
Resistencia a <i>Pellicularia</i> sp.	Similar	Más resistente
Tolerancia al frío	Más tolerante	Más tolerante
Altura de la planta	9 cm más alta	4 cm más alta
Maduración	15 a 20 días antes	5 días antes
Tamaño de panoja	Más larga	Similar
Dimensión de grano	Similar	Similar
Peso de grano	Similar	Más pesado
Calidad molinera	Similar	Similar
Calidad culinaria	Similar	Similar
Rendimiento de grano	Similar	Similar

2.1.6.3. Fertilización

El requerimiento de fertilización nitrogenada para esta variedad es de aproximadamente 10 % menos que las variedades donde son de prioridad o necesarios como IR-43 e INIA 509 - La Esperanza. Asimismo, comparando el largo de los granos de arroz, la variedad HP - 101-Plazas presenta granos de mayor longitud que el de la variedad IDAL - 186 Fortaleza (conocido como *línea mejorada*) incluso al de la variedad IR - 43. Por otro lado, es importante señalar que la fertilización óptima será beneficioso para esta variedad porque tiene una buena calidad molinera, bajo porcentaje de panza blanca y la calidad culinaria es comparable al de IR - 43 y La Esperanza (MOLICOM, 2019).

Tabla 3. Niveles comparativos de fertilización nitrogenada (kg N/ha).

Zona productora	Variedad de arroz	Campaña (meses)	
		Enero - Junio	Julio - Diciembre
Jaén-Bagua	Plazas	180	200
	La Esperanza	200	220
Alto Mayo	Plazas	130	150
	La Esperanza	140	160
Costa	Plazas	270	-
	IR-43	300	-

(-) = No se evaluó.

2.2. Nutrición del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz)

2.2.1. Fertilización

El fertilizante es cualquier compuesto orgánico o inorgánico que llegue a administrar a las plantas uno o más elementos químicos que las plantas necesitan para su normal crecimiento. Además, este material es considerado como fertilizante si contiene uno o más de los nutrientes esenciales para el desarrollo vegetal y en cantidad suficiente aprovechable. Los fertilizantes sintéticos como abonos manufacturados mediante un proceso industrial, tal es el caso de los fertilizantes complejos como urea, superfosfatos, nitrato de amonio y otros. Durante la producción del arroz se requiere fertilizar a través de la aplicación de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y zinc; tomando en consideración las fuentes y épocas, así como las condiciones edafoclimáticas (Guerrero, 2001).

Algunos elementos como el nitrógeno son usados y la respuesta a su aplicación es generalizada (Quintero y Figueroa, 2008). El fósforo es otro de los elementos frecuentemente usados dadas la deficiencia generalizada y respuesta en otros cultivos, aunque su respuesta en el cultivo de arroz es dudosa (De Battista y Arias, 2005). La fertilización es uno de los factores más importantes para obtener altos rendimientos. Variables como la disponibilidad de nutrientes en el suelo, manejo del agua, clima y el control de enfermedades y plagas influyen en el resultado de la fertilización (Guerrero, 2001).

2.2.2. Significación de la fertilización

2.2.2.1. Nitrógeno

Durante la fertilización del arroz, el nitrógeno es el nutriente más importante, debido a que promueve el crecimiento vegetativo y mejora el rendimiento. La deficiencia de este elemento genera plantas atrofiadas y pequeñas, de hojas angostas, erectas y pequeñas. La clorosis foliar inicia en las hojas más antiguas con reducción del macollamiento, y bajo rendimiento en la producción de arroz (Dobermann y Fairhurst, 2000). La deficiencia del nitrógeno también produce plantas de aspecto amarillento y con escaso desarrollo. Las hojas vetustas presentan una pigmentación verde amarillenta por tener bajos niveles de nitrógeno vía fertilización o una eficiencia baja en la misma a causas de pérdidas por desnitrificación, volatilización, etc. o por una incorrecta aplicación de este nutriente (Heros, 2013).

Por otro lado, una alternativa para mejorar la eficiencia de la fertilización nitrogenada es el fraccionamiento, esto se realiza aplicando nitrógeno de manera distribuida en las etapas en las que el cultivo presenta mayor demanda, esto se inicia con el macollamiento, seguido por el inicio de formación del primordio floral o por prefloración, y en la floración (Dobermann y Fairhurst, 2000). Afortunadamente el cultivo de arroz tiene buena respuesta a la fertilización con nitrógeno y las correcciones de deficiencia se hacen con este tipo de fertilizantes pudiendo observarse la respuesta al segundo o tercer día de la aplicación. Las fuentes nitrogenadas más comunes en el cultivo de arroz son el sulfato de amonio, fosfato diamónico y urea. La mayor aplicación de fertilizante nitrogenado se debe realizar al iniciarse el macollado y antes de la formación de panoja (Heros, 2013).

La aplicación de nitrógeno es importante para incrementar los rendimientos en el cultivo de arroz. Para hacerlo, la planta espera en forma principal la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas, es al inicio de su crecimiento que lo absorbe en forma amoniacal. Por otro lado, muchas investigaciones han demostrado que aplicar nitrógeno nítrico no da ningún efecto y hasta llega a ser perjudicial para el cultivo, debido a la transformación de éstos a nitritos. En las etapas de la planta posteriores

al crecimiento, existen situaciones donde se han tenido resultados positivos al realizar el abonamiento con nitratos. El cultivo requiere de nitrógeno durante todo su desarrollo vegetativo, principalmente en el macollamiento e inicio de formación de panícula, durante el aumento del número y el tamaño; para esto se utiliza el 50% del nitrógeno absorbido, el resto es requerido para la formación del grano (Dobermann y Fairhurst, 2000).

2.2.2.2. Fósforo

El fósforo en el cultivo de arroz es primordial para el desarrollo de la raíz, el crecimiento de los elementos vegetativos, la floración y el desarrollo del grano, porque forma parte de los ácidos nucleicos, fosfolípidos, y de las membranas celulares. El metabolismo energético es una de las funciones más importantes, debido a que es parte constituyente de la molécula de ATP. Es parte integral de las coenzimas NAD y NADP y tiene una función primordial en procesos como la fotosíntesis, glucólisis, respiración y síntesis de ácidos grasos (Dobermann y Fairhurst, 2000).

Se debe considerar que los suelos que presentan contenidos de materia orgánicas superiores mayores a 3.6 %; además, tienen una capacidad de liberación de fósforo muy alta (Quintero *et al.*, 2007). En estas condiciones de alta disponibilidad natural de fósforo, sumada a la fertilización con fósforo, es posible que se dé mayor deficiencia de Zn y/o toxicidad por arsénico (As), que deprimen el rendimiento (Quintero y Figueroa, 2008).

2.2.2.3. Potasio

La principal función del potasio en el arroz es la equilibración hídrica en la planta y el de la resistencia a plagas y enfermedades como *Pyricularia* y *Heminthosporium* (Dobermann y Fairhurst, 2000). Este elemento también equilibra los ácidos orgánicos y hace que la planta tenga mayor resistencia a las bajas temperaturas. Los suelos aluviales altos en calcio y magnesio casi siempre van a ser deficiente de potasio, sobre todo por desbalance con calcio y magnesio. La deficiencia de potasio en las plantas se evidencia haciendo que se atrofién, disminuyendo la facultad de generación de hijos, en hojas viejas presenta una clorosis en los bordes. Los tallos se hacen más delgados y cortos, con peso y menor número de granos (Bertsch, 2003).

El manejo del potasio se realiza con una planificación a largo plazo ya que con este elemento se torna complicada la corrección de las deficiencias a corto plazo, debido al gasto de este nutriente en su fijación al suelo. Suelos de pH inferior a 5.5 se tienen que aplicar de 50 a 75 unidades de P_2O_5 y suelos con un pH superior a 5.5 las dosis oscilan de 20 a 50 unidades de P_2O_5 (Heros, 2013).

Las dosis de potasio en los planes de fertilización varían, ya que se realizan dependiendo el resultado del análisis de suelo y que suele variar entre 20 y 75 kg/ha de K_2O , que se fracciona en dos aplicaciones, el primero al inicio del macollamiento y luego en la formación del primordio floral (Bertsch, 2003).

2.2.3. Fertilizantes nitrogenados a investigar

2.2.3.1. Fertilizantes simples

a. Urea

La úrea como un fertilizante químico de origen orgánico. En comparación con otros fertilizantes sólidos, la urea es la fuente nitrogenada con mayor concentración de nitrógeno (46 %), es por eso que es usada en la unión de fórmulas y mezclas de fertilizantes físicos, ya que tiene ventajas económicas y de conducción de los cultivos altamente requeridos de nitrógeno. Su nombre químico es carbamida; su fórmula química es $CO(NH_2)_2$ cuyo peso molecular es 60 g/mol (FERTINOVA, 2019).

2.2.3.2. Fertilizantes compuestos

MOLICOM (2019), describe a los dos fertilizantes compuestos de la forma siguiente:

a. Molimax Nitro

Es un fertilizante químico, que está compuesto de nitrógeno y Azufre, que aporta ventajas económicas y de manejo a cultivos altamente demandantes de estos nutrientes, cuya fórmula de composición es 33 % nitrógeno (N), 0 % fósforo (P_2O_5), 0 % potasio (K_2O) y 11% S. La aplicación de este fertilizante es de forma directa al suelo.

b. Compomaster Nitrosulf

Compomaster Nitrosulf 40-3-3-4S, el cual se formula en base a un componente principal como materia prima, para lo cual se utiliza como fuente primaria al Nitrógeno los nutrientes como Fosforo, Potasio y azufre son elementos secundarios y en mínimas cantidades, cuya fórmula es 40 % N – 3 % P_2O_5 – 3 % K_2O – 4 S cuya densidad está entre 1.2 – 1.6 g/cm³.

2.3. Antecedentes sobre fertilización y rendimiento en arroz

Quirós y Ramírez (2006) Se encontró superior productividad de arroz cascara en la variedad CR 1113 a dosis de 120 kg/ha de N, suministrado en tres aplicaciones a lo largo del crecimiento de la planta. Vargas (2002) descubrió la mejor respuesta en producción del cultivar arroz en la variedad de Fedearroz 50, a dosis de 180 kg/ha de N en suelo inceptisol alto en bases intercambiables, bajo condiciones de secano. Finalmente, Molina y Rodríguez (2012) evaluaron

la asimilación de nutrientes en arroz variedad CFX 18, y descubrieron que la dosis de 120 kg/ha de nitrógeno alcanzó rendimiento de 3923 kg/ha de arroz, siendo el rendimiento más alto.

Miranda y Huamaní (2014), experimentaron el rendimiento de arroz en suelos que fueron aguajales, usando un sistema de riego los componentes que se evaluaron fueron tres niveles de nitrógeno (40-80-120) y un testigo sin nitrógeno. Encontrando que hubo mayor rendimiento con 120 kg/ha de nitrógeno en granos, macollamiento y mayor altura de plantas comparado con el testigo, y con diferencias significativas entre ellas; hubo ligera presencia de *Pyricularia oryzae*. Concluyendo que, a mayor aplicación de nitrógeno, mayor es la producción de macollos en su primer estadio y un mayor rendimiento de granos comparado con el testigo.

Chaudhary *et al.* (2003) mencionan que el nutriente más importante del cultivo de arroz es el nitrógeno, porque el macollaje, alargamiento de los tallos y desarrollo de panojas se ven afectadas por las carencias del nitrógeno. Cuando el N que es absorbido al momento de la emergencia de la panoja conservan las hojas verdes posterior a la formación de espigas, y así contribuyendo a una fotosíntesis eficaz e imprescindible en la producción del grano. El uso de fertilizante sobre cobertura a 20 días antes de la aparición de las espigas, aumentar el peso de la panoja, incrementa la renuencia al vuelco dañan el largo y el diámetro de entrenudos, aumenta la aglomeración de materia seca en las partes basales y la tolerancia de tallos a quebrarse.

Aguilar *et al.* (2006) sostienen que el nutriente que interviene en el crecimiento y rendimiento en grano es el nitrógeno. La planta de arroz presenta dos etapas de mayor exigencia de nitrógeno. El primero, 25 y 50 días después de sembrar el arroz, coincidiendo con la etapa de ahijado, cuando inicia el aumento significativo su área foliar y alcanza a determinar el número de panículas por unidad de superficie. El segundo se da al inicio de la fase reproductiva. Debe estar disponible una cantidad óptima de nitrógeno durante el de alargamiento del tallo y crecimiento de la panícula, ya que es cuando se establece el número potencial de granos por panícula.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar del campo experimental

3.1.1. Ubicación del campo experimental

La presente investigación presenta la siguiente ubicación:

3.1.1.1. Ubicación política

Caserío : Santa Lucía.
Distrito : Nueva Cajamarca.
Provincia : Rioja.
Región : San Martín.

3.1.1.2. Ubicación geográfica

Longitud este : 0553001 m E.
Latitud norte : 721753 m N.
Altitud : 856 msnm.

3.1.1.3. Mapa



Figura 1. Imagen satelital del campo experimental (Google Earth).

3.1.2. Condiciones edafoclimáticas

3.1.2.1. Suelo

Según el análisis fisicoquímico del suelo hecho en el Laboratorio de Suelos de la estación experimental de Nueva Cajamarca (Tabla 4, Anexo, Figura 18) los

resultados fueron los siguientes: El campo experimental presenta un suelo franco limoso con pH neutro (7.50); con contenidos medios de materia orgánica y nitrógeno. El contenido de fósforo (9.40 ppm) califica como contenido medio en el suelo; mientras que el contenido de potasio (152.70 kg/ha) califica como contenido de potasio bajo en el suelo. Este análisis de suelos nos obliga a complementar la deficiencia nutricional de nitrógeno, fósforo y potasio.

Tabla 4. Análisis físico y químico del suelo del campo experimental.

Elementos	Contenido	Método empleado
Análisis físico:		
Arena (%)	21.88	Hidrómetro
Limo (%)	28.04	Hidrómetro
Arcilla (%)	50.08	Hidrómetro
Clase textural	Franco limoso	Triangulo textural
Análisis químico:		
pH (1:1) en agua	7.50	Potenciométrico
M.O. (%)	3.23	Walkley y Black
N total (%)	0.15	% M.O. x 0.05
Fósforo disponible (ppm)	9.40	Olsen Modificado
Potasio disponible (kg/ha)	152.70	Absorción atómica
Ca cambiable (meq/100 g)	28.44	Absorción atómica
Mg cambiable (meq/100 g)	5.90	Absorción atómica
k cambiable (meq/100 g)	0.39	Absorción atómica
CIC cambiable (meq/100 g)	35.01	

Fuente: Laboratorio de la estación experimental de Nueva Cajamarca.

3.1.2.2. Clima

De acuerdo a la Estación Meteorológica del Instituto de Cultivo Tropicales de Rioja (Tabla 5); se registró que las temperaturas máxima y mínima en promedio fueron 30.58 y 19.88 °C respectivamente; mientras que las medias mensuales de temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa fueron iguales a 25.23 °C, 188.00 mm y 84.00 % respectivamente. Los registros climáticos registrados durante los meses de evaluación estuvieron dentro de los rangos óptimos que se necesitan para la producción de este cultivo, por lo que no influyó de forma negativa (Moquete, 2010).

Tabla 5. Datos meteorológicos registrados durante el experimento entre los meses de agosto a diciembre del año 2015.

Meses	Temperatura (°C)			Precipitación pluvial (mm)	Humedad (%)
	Máxima	Mínima	Media		
Agosto	29.80	19.70	24.75	160.00	81.00
Setiembre	30.20	19.90	25.05	180.00	86.00
Octubre	31.10	20.70	25.90	190.00	88.00
Noviembre	30.90	19.90	25.40	200.00	88.00
Diciembre	30.90	19.20	25.05	210.00	77.00
Promedio	30.58	19.88	25.23	188.00	84.00

Fuente: Estación Meteorológica del ICT - Rioja.

3.2. Materiales y metodología

3.2.1. Metodología

3.2.1.1. Diseño estadístico

a. Componentes en estudio

La variedad de arroz en estudio fue HP 101-Plazas.

❖ Fertilizantes nitrogenados (Factor A)

a_1 = Urea.

a_2 = Molimax Nitro.

a_3 = Compomaster

❖ Dosis de nitrógeno (Factor B)

b_1 = 120 kg/ha

b_2 = 150 kg/ha

b_3 = 180 kg/ha

b_4 = 210 kg/ha

b. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio son en base a la interacción de los niveles de los factores fertilizantes nitrogenados (A) con dosis de nitrógeno (B) que da un total de 12 tratamientos en estudio más dos testigos (Tabla 6):

Tabla 6. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos		Descripción de los tratamientos
Interacción	Clave	
a ₁ x b ₁	T ₁	Urea (120 kg/ha N)
a ₁ x b ₂	T ₂	Urea (150 kg/ha N)
a ₁ x b ₃	T ₃	Urea (180 kg/ha N)
a ₁ x b ₄	T ₄	Urea (210 kg/ha N)
a ₂ x b ₁	T ₅	Molimax Nitro (120 kg/ha N)
a ₂ x b ₂	T ₆	Molimax Nitro (150 kg/ha N)
a ₂ x b ₃	T ₇	Molimax Nitro (180 kg/ha N)
a ₂ x b ₄	T ₈	Molimax Nitro (210 kg/ha N)
a ₃ x b ₁	T ₉	Compomaster (120 kg/ha N)
a ₃ x b ₂	T ₁₀	Compomaster (150 kg/ha N)
a ₃ x b ₃	T ₁₁	Compomaster (180 kg/ha N)
a ₃ x b ₄	T ₁₂	Compomaster (210 kg/ha N)
Testigo 1	T ₁₃	Sin fertilización
Testigo 2	T ₁₄	Fosfato de amonio + cloruro de potasio

c. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó en la investigación presente, fue el diseño completamente al azar con arreglo factorial (3A x 4B), para un total de 14 tratamientos en estudio que surgen de la interacción de los fertilizantes nitrogenados (A) con las cuatro dosis de nitrógeno (kg/ha) (B) y a los que se les adicionó dos testigos, distribuidos en cuatro repeticiones.

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad (1)$$

Donde:

Y_{ijk} = Es la respuesta obtenida en la unidad experimental de la k - ésima repetición, de la j-ésima dosis del fertilizante con el i - ésimo fertilizante nitrogenado.

μ = Es el efecto de la media general.

α_i = Es el efecto del i - ésimo fertilizante nitrogenado.

β_j = Es el efecto de la j - ésima dosis del fertilizante nitrogenado.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción de la j-ésima dosis del fertilizante con el i-ésimo fertilizante nitrogenado.

ϵ_{ijk} = Es el efecto aleatorio del error experimental en la unidad experimental de la k - ésima repetición, de la j-ésima dosis del fertilizante con el i - ésimo fertilizante nitrogenado.

Para:

i = 1, 2, 3 fertilizante nitrogenado.

j = 1, 2, 3, 4 dosis de nitrógeno.

k = 1, 2, 3, 4 repeticiones.

d. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, se usó el software Microsoft Office Excel 2013 versión en español. El proceso consistió en hallar el análisis de variancia (F. tab. = 0.01 y 0.05) (Tabla 7) y hallar el valor del coeficiente de variabilidad de los ensayos con la ecuación (1). El valor del coeficiente de variabilidad se usó para hallar las diferencias de los promedios de los tratamientos en estudio de las diferentes evaluaciones realizadas mediante la prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$).

Tabla 7. Modelo del análisis de variancia.

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.
Tratamientos	$(a \times b) - 1$	SC_{trat}	$SC_{trat}/gl_{trat} = CM_{trat}$	CM_{trat}/CM_{ee}	$F_{\alpha}(gl_{trat}, gl_{ee})$
A	a-1	SC_A	$SC_A/gl_A = CM_A$	CM_A/CM_{ee}	$F_{\alpha}(gl_A, gl_{ee})$
B	b-1	SC_B	$SC_B/gl_B = CM_B$	CM_B/CM_{ee}	$F_{\alpha}(gl_B, gl_{ee})$
$A \times B$	$(a-1) \times (b-1)$	$SC_{A \times B}$	$SC_{A \times B}/gl_{A \times B} = CM_{A \times B}$	$CM_{A \times B}/CM_{ee}$	$F_{\alpha}(gl_{A \times B}, gl_{ee})$
Error exp.	$(a \times b) \times (r-1)$	SC_{ee}	$SC_{ee}/gl_{ee} = CM_{ee}$		
Total	$(a \times b \times r) - 1$	SC_{total}			

a = fertilizantes nitrogenados. b = dosis de nitrógeno. r = repetición.

$$CV = \frac{\sqrt{(CMe)}}{Y_{...}} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

CV = Coeficiente de variabilidad.

CM_e = Cuadrado medio del error.

Y... = Promedio total de los tratamientos.

e. Características del campo experimental

En Anexo, Figura 9; se muestra el croquis del campo experimental. En los siguientes incisos se hace la descripción al detalle:

❖ Dimensiones del campo experimental

Largo	:	27.00 m.
Ancho	:	23.00 m.
Área Total	:	621.00m ² .

❖ Repeticiones

Número de repeticiones	:	4.
Largo de la repetición	:	23.00 m.
Ancho de la repetición	:	4.00 m.
Área de la repetición	:	92.00 m ² .
Distancia entre repeticiones	:	2 m

❖ Parcelas

Número de parcelas por repetición	:	14.
Número total de parcelas	:	56.
Largo de la parcela	:	4.00 m.
Ancho de la parcela	:	2.00 m.
Área total de la parcela	:	8.00 m ² .
Área de la parcela neta	:	2.50 m ² .
Distancia entre golpes	:	0.20 m

3.2.1.2. Metodología en fase de campo

a. Del almácigo

❖ Preparación de terreno para almácigo

Se hizo cerca de una fuente de agua disponible y abundante; luego se efectuó el arado, rastreado, fanguero y nivelación de la posa para una buena distribución del agua; se dejó una lámina de agua para amortiguar el voleo de la semilla. El área total de la cama de almácigo fue 7 m², teniendo en cuenta que se sembró 200 g de semilla de arroz por m².

❖ Pregerminación de la semilla

Se obtuvo 50 kg de semillas certificada de arroz de la variedad HP 101-Plazas proveniente de la Hacienda el Potrero. El pregerminado consistió en

remojar 200 g de semilla por cada tratamiento y las semillas fueron puestas en un saco de yute por un tiempo de 24 horas en una fuente de agua en movimiento. Una vez finalizado el remojo, se sacó el saco y se hizo el abrigado por 24 horas hasta las semillas germinen (salida de la radícula en 2 mm).

❖ **Siembra**

La siembra de semillas germinadas, se efectuó al voleo sobre la cama de almácigo con una lámina de agua muy fina y teniendo mucho cuidado al momento del voleo para no mezclar las semillas por tratamiento en estudio. Se utilizó 4.50 kg de semilla de arroz total para toda el área experimental.

❖ **Fertilización foliar**

Para prevenir se decidió aplicar el fertilizante foliar Quimifol Plus más adherente. La aplicación foliar se hizo ocho días antes de trasplante de las plántulas de arroz a campo definitivo para garantizar plantas fuertes y que sean tolerantes al estrés de saca de las plántulas.

❖ **Manejo de agua**

El manejo del agua de la cama almaciguera, comenzó antes del voleo de la semilla de arroz cerrando la poza con una lámina de agua limpia y transparente de 5 cm. Al cuarto día del voleo de la semilla se aperturó el paso del agua a la poza semillera manteniendo una lámina muy fina de agua hasta terminar con la extracción de las plántulas de arroz. Se realizó el manejo de agua adecuada con el fin de evitar la presencia de malezas.

❖ **Control de plagas y enfermedades**

Para la intervención preventiva de plagas y enfermedades; días antes de la extracción de las plántulas se aplicaron de forma conjunta el insecticida Fipronil más el fungicida Benomil.

❖ **Extracción de plántulas**

Se realizó manualmente, esta práctica se llevó a cabo cuando en las plántulas aparecieron tres hojas verdaderas (15 días) y se formaron conjunto de plántulas de arroz “garbas” para dar un mejor transporte de las mismas al campo experimental.

b. Del campo definitivo

❖ **Preparación y demarcación del terreno**

La preparación del terreno se hizo con el terreno inundado y luego se fanguéo, haciéndose dos pases con un tractor agrícola. La primera se hizo de manera horizontal y la otra de manera vertical para sacudir y combinar al suelo, luego se niveló toda el área de trabajo. Al día siguiente se usó picos, palas y azadones para levantar los bordes de la

posa, y así dar condiciones óptimas en la entrada y salida de agua. Finalmente, con el uso de winchas, cordeles y estacas, se hizo la demarcación de la parcela y área experimental.

❖ **Trasplante**

Esta actividad se realizó de manera manual cuando las plántulas aparecieron tres hojas desarrolladas (15 días), utilizando un distanciamiento de 25 cm entre hileras por 20 cm entre golpe colocando entre dos y tres plantas por sitio. Para uniformizar la distribución de plantas; se empleó un tubo de aluminio demarcado cada 25 cm y a los extremos se usaron winchas.

❖ **Fertilización**

La fertilización se realizó según los tratamientos en estudio que consta en el Tabla 6 y el análisis de suelo (Tabla 4). Esta fertilización estuvo fraccionada en cuatro aplicaciones, la primera aplicación se dio en el momento de fangado y con nivelación de la poza antes del trasplante y tres fertilizaciones posteriores en el cultivo (a los 15 días después del trasplante (ddt), 35 ddt y en punto de algodón), dando énfasis a estas tres fases de vital importancia para el buen rendimiento del cultivo.

Las fuentes usadas fueron; Urea como fuente de nitrógeno (46 % N), Molimax Nitros 33-0-0-11S, Compomaster Nitrosulf 40-3-3-4S, superfosfato triple de calcio como fuente de fósforo (46 % P_2O_5) y el cloruro de potasio como fuente de potasio (60 % K_2O); en base al cálculo de fertilización para 448 m² de la parcela neta del campo experimental.

La primera fertilización, sólo se aplicó fósforo (50 %) y se hizo antes del trasplante; la segunda fertilización se aplicó a los quince días después del trasplante, bajo esta proporción o concentración: nitrógeno (35 %), fósforo (40 %) y potasio (20 %); la tercera fertilización se aplicó a los 35 ddt (días después del trasplante) bajo esta proporción o concentración: nitrógeno (50 %), fósforo (10 %) y potasio (30 %); y la cuarta fertilización se aplicó en la etapa punto de algodón, bajo esta proporción: nitrógeno (15 %) y potasio (50 %).

Se hicieron aplicaciones de fertilizantes foliares tres días después de cada fertilización y posteriormente en la etapa del inicio de granado de arroz.

❖ **Riego**

El riego se hizo bajo condiciones de inundación y se aplicó en tres etapas del cultivo de arroz: (1) La primera fue al momento de la siembra para un mejor preparado del terreno y crecimiento de la planta. (2) La segunda y tercera fue en el macollamiento y floración y/o llenado de grano, respectivamente. Cada riego se hizo por 48

horas y posteriormente se cortó el agua conservándola a capacidad de campo y manteniéndola húmeda, para no perturbar el fertilizante y aumentar el beneficio de los nutrientes. Por último, se mantuvo seco las parcelas 15 días antes de la cosecha.

❖ **Control de plagas y enfermedades**

Se hicieron aplicaciones de los fungicidas Kasimin y Antracol para prevenir pilicularia (*Pyricularia oryzae*) y mancha carmelita (*Helminthosporium oryzae*), de acuerdo a las indicaciones de los productos. Durante la investigación se colocaron trampas amarillas para ver qué tipo de insectos afectaban al cultivo y determinar qué tipo de insecticida se aplicaría para el control respectivo; por ende, se aplicó el insecticida Oncool para controlar a pulgones y áfidos, según las dosis e indicaciones del producto.

❖ **Cosecha (siega)**

La cosecha se realizó manualmente haciendo uso de una hoz y mantas. Para hacer la cosecha, la planta presentaba una coloración amarilla y presentando más del 90 % de espiguillas con granos maduros y posteriormente, con la hoz se cortaron los tallos a 10 cm del suelo después de liberar los granos de las panojas ayudados por los garrotes sobre una manta. Esta labor se hizo de forma individual por tratamiento en estudio.

❖ **Trilla, secado y pilado**

La trilla se efectuó manualmente, venteando con sacos a los granos que se recogieron para quitarlos desperfectos. Luego, los granos en cáscara se pusieron a secar al aire libre hasta alcanzar el 14 % de humedad, se agruparon en un solo bloque los tratamientos para luego efectuar el pilado. El pilado se realizó cuando los granos alcanzaron el 14 % de humedad para evitar que estos se quiebren en mayor porcentaje.

3.2.2. Características a evaluar

3.2.2.1. Rendimiento del cultivo

a. Componentes del rendimiento

❖ **Número de panojas por m²**

Se determinó en base a la parcela neta (m²), considerando la panoja como la inflorescencia fecundada. En cada parcela neta se contabilizó los números de las panojas por m². El conteo se efectuó antes de realizar la cosecha (cinco días antes).

❖ **Total de espiguillas por panoja**

Se determinó en base a cinco panojas por unidad experimental o m² a los 30 días después del 80 % de las plantas floreadas por m². Se efectuó de manera manual el conteo total del número de espiguillas por panoja; luego a las mismas espiguillas que se seleccionaron, se les realizó el conteo del número de espiguillas fértiles e

infértiles por panoja y así por el cálculo aritmético de regla de tres simple se pudo determinar el porcentaje de espiguillas fértiles por panoja, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{EFP (\%)} = \frac{\text{TEFP}}{\text{TEP}} \times 100 \quad (3)$$

Donde:

EFP = Porcentaje de espiguillas fértiles por panoja.

TEFP= Total de espiguillas fértiles por panoja.

TEP = Total de espiguillas por panoja.

❖ **Peso de 1000 granos**

Posteriormente a la cosecha de las parcelas, se cuantificó 1000 granos de arroz por tratamiento en estudio. Estos granos fueron secados al 12 % de humedad usando el detector de humedad y una vez calibrada, se pesaron los 1000 granos por tratamiento en una balanza eléctrica.

b. Rendimiento del arroz

El cálculo del rendimiento del arroz por tratamiento, se hizo cuando las semillas de arroz tenían una humedad de 12 % y bajo esa condición se obtuvo el rendimiento y, se contrastó mediante la siguiente la fórmula:

$$\text{Rendimiento (kg/ha)} = \text{NP} \times \text{TEP} \times \text{PEFP} \times \text{PS} \times 0.0001 \quad (4)$$

Donde:

NP = Número de panojas por m².

TEP = Total de espiguillas por panoja.

PEFP = Porcentaje de espiguillas fértiles por panoja.

PS = Peso de 1000 semillas.

3.2.2.2. Altura de la planta

La altura de planta fue evaluada, cuando las plantas completaron su desarrollo (cosecha), con una cinta métrica se midió la altura de diez golpes competitivos tomadas al azar de cada parcela neta, desde la base del tallo hasta el ápice de la última hoja.

3.2.2.3. Calidad molinera

Para la evaluación de la calidad molinera; se usó 100 g de arroz con cáscara al laboratorio Agrícola de Suelos del Proyecto Alto Mayo, en donde obtuvieron el porcentaje de granos enteros, quebrados y panza blanca.

3.2.2.4. Análisis de beneficio y costo (B/C)

La valoración económica de la relación de beneficio y costo de los tratamientos en estudio; se hizo por el método análisis comparativo de ingresos y costos de

producción, determinando el índice de rentabilidad por tratamiento en estudio y se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Relación (B/C)} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo de producción}} \quad (5)$$

El ingreso bruto de los tratamientos en estudio y se determinó según el precio de un 1 kg de arroz al mercado local. Los costos de producción se hicieron proyectados para 1.00 ha y obedeciendo a la diferencia al gasto según los costos de los fertilizantes nitrogenados, dosis, mano de obra, entre otros.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimiento de *Oryza sativa* L. (arroz)

4.1.1. Componentes del rendimiento

4.1.1.1. Análisis de variancia

De acuerdo al análisis de variancia (Tabla 8) para: el número de panojas/m², número de espiguillas por panoja, porcentaje de espiguillas fértiles por panoja y peso de 1000 granos de arroz; se observa lo siguiente:

Hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio para el número de panojas por m², número de espiguillas por panoja, porcentaje de espiguillas fértiles por panoja y peso de 1000 granos de arroz, respectivamente; es decir, que al menos un tratamiento en estudio fue diferente estadísticamente en comparación a los demás tratamientos respecto a las variables número de panojas por m², número de espiguillas por panoja, porcentaje de espiguillas fértiles por panoja o panícula y peso de 1000 granos de arroz, respectivamente. También se ve que existen diferencias estadísticas altamente significativas en la interacción entre los niveles de los factores fertilizantes nitrogenados (Factor A) con las dosis de nitrógeno (Factor B) para el número de espiguillas por panoja, porcentaje de espiguillas fértiles por panoja y peso de 1000 granos de arroz, respectivamente y por ende, se hará el estudio de los efectos simples, porque es probable que la interacción de un nivel del Factor A con el nivel del Factor B se diferencia estadísticamente de los demás niveles de interacción en todas las variables en mención

Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los niveles las dosis de nitrógeno para el total de espiguillas por panoja y peso de 1000 granos de arroz, respectivamente; es decir, que al menos una dosis de nitrógeno significativamente se diferencia de las demás dosis de nitrógeno para las variables total de espiguillas por panoja y peso de 1000 granos de arroz, respectivamente. Por otro lado, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre las medias de todos los tratamientos (factorial) con los testigos y entre la comparación de los testigos, para el número de panojas por m², número de espiguillas por panoja, porcentaje de espiguillas fértiles por panoja y peso de 1000 granos de arroz, respectivamente; es decir el promedio de los tratamientos se diferencia de la media de los testigos para estas variables en evaluación y lo mismo al comparar los testigos, se observa que uno de ellos obtuvo mejores resultados que el otro. Finalmente, los valores obtenidos de los coeficientes de variabilidad, fueron menores al 10 %, lo que indica que hubo excelente variabilidad entre las unidades experimentales en respuesta a los tratamientos en estudio.

Tabla 8. Análisis de variancia para los componentes del rendimiento: número de panojas por m², número de espiguillas por panoja, porcentaje de espiguillas fértiles por panoja y peso de 1000 granos de arroz.

Fuente de variación	G.L.	Número de panojas por m ²		Total de espiguillas por panoja		Espiguillas fértiles por panoja (%)		Peso de 1000 granos	
		C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.
Tratamientos	13	708.94	S	176.16	S	65.76	S	0.54	AS
Factorial	11	109.89	NS	170.32	AS	54.18	NS	0.33	AS
A (Fertilizantes nitrogenados)	2	51.01	NS	3.12	NS	31.91	NS	0.07	NS
B (Dosis de nitrógeno (kg/ha))	3	105.44	NS	467.96	AS	155.05	NS	0.68	AS
A x B	6	131.74	NS	77.24	AS	11.17	AS	0.25	AS
Testigos	1	2867.68	AS	406.12	AS	201.12	AS	0.08	AS
Factorial vs Testigos	1	5139.79	AS	10.43	AS	57.71	AS	0.42	AS
Error experimental	42	715.14		31.51		27.92		0.01	
Total	55								
Coefficiente de variación (%)		8.07		5.10		6.49		0.41	

AS : Existe diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

S : Existe diferencias estadísticas al 5 % de probabilidad.

NS : No existen diferencias estadísticas significativas.

4.1.1.2. Número de panojas por m²

a. Factorial vs Testigos

Las plantas de arroz de la variedad HP 101-Plazas por efecto de tres fertilizantes nitrogenados bajo cuatro dosis de nitrógeno (kg/ha) (factorial) obtuvo igual número de panojas por m² que las plantas fertilizadas con fosfato de amonio + cloruro de potasio (testigo 2), con un promedio de 335.25 y 326.80 panojas/m² respectivamente. Sin embargo, estos dos fueron estadísticamente mayores en comparación al número de panoja/m² de las plantas sin fertilización (testigo 1), cuyo promedio fue igual a 288.94 (Tabla 9) y según Alva (2000), sí el número de panojas/m² es menor a 250, algo está mal con el método del cultivo, variedad de arroz, suelo, distancia de siembra o aplicación del fertilizante.

Es decir las plantas de arroz de la variedad HP-101 Plazas que fueron fertilizadas con fuentes de nitrógeno estadísticamente alcanzaron mayor número de panojas por m² que las plantas que no fueron fertilizadas (Tabla 9), debido a la importancia del nitrógeno, porque alrededor del 50 % del nitrógeno en la planta, se acumula en la panoja y grano de arroz (Solórzano, 2003); asimismo, el nitrógeno es imprescindible para la síntesis de la clorofila y, es parte de la molécula de clorofila, tiene un papel en el proceso de fotosíntesis (Valero, 2019); sin embargo, nuestros resultados se avalan según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) citado por Portales (2015), en sus publicaciones mencionan que durante todo el periodo vegetativo la planta de arroz necesitaría asimilar nitrógeno, pero que tiene dos etapas de mayor exigencia: durante el macollamiento y al inicio de la formación de la panícula.

Tabla 9. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número de panoja por m² entre la media de todas las combinaciones (factorial) y testigos.

Factorial vs Testigos	Número de panojas por m ²	
	Panojas	Significancia
Factorial	335.25	a
Fosfato de amonio + cloruro de potasio	326.80	a
Sin fertilización	288.94	b

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

b. Tratamientos en estudio

Tal como se muestra en la Tabla 9; al comparar el promedio de panojas por m² obtenidos de las plantas de arroz de la variedad HP 101-Plazas de los

tratamientos en base a las distintas fuentes de fertilizantes nitrogenados en diferentes dosis, muestra que fueron estadísticamente iguales; sin embargo, mayores al número de panojas por m² obtenido por el testigo o tratamiento T₁₃ (sin fertilización) (Tabla 10). Esta diferencia, puede deberse a que el suelo del campo experimental tenía 0.15 % de nitrógeno (Tabla 4), cuyo valor se califica como contenido medio de nitrógeno (Mansilla, 2013) es decir, fue necesario que el suelo se complementara con alguna fuente de nitrógeno, a pesar de tener un pH neutro, porque según FAO (2002) citado por Portales (2015), el cultivo de arroz responde casi universalmente a las aplicaciones de nitrógeno y con menor frecuencia a otros elementos; coincidiendo con Deambrosi y Méndez (2007), quienes afirmaron que la aplicación de nitrógeno llegó a incrementar el peso de las panojas, pero no su número por unidad de área; asimismo, resaltan la importancia del nitrógeno en la productividad del cultivo.

Tabla 10. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número de panoja por m² de los tratamientos en estudio.

Clave	Tratamientos Descripción	Panojas por m ²	
		Panojas	Significancia
T ₂	Urea (150 kg/ha N)	345.14	a
T ₁₁	Compomaster (180 kg/ha N)	340.25	a
T ₇	Molimax Nitro (180 kg/ha N)	339.32	a
T ₈	Molimax Nitro (210 kg/ha N)	337.84	a
T ₉	Compomaster (120 kg/ha N)	336.76	a
T ₄	Urea (210 kg/ha N)	335.87	a
T ₃	Urea (180 kg/ha N)	334.27	a
T ₁₀	Compomaster (150 kg/ha N)	333.96	a
T ₁	Urea (120 kg/ha N)	332.07	a
T ₁₂	Compomaster (210 kg/ha N)	331.40	a
T ₆	Molimax Nitro (150 kg/ha N)	331.39	a
T ₁₄	Fosfato diamónico + Cloruro de potasio	326.80	a
T ₅	Molimax Nitro (120 kg/ha N)	324.71	a
T ₁₃	Sin fertilización	288.94	b

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

4.1.1.3. Espiguillas por panoja y porcentaje de espiguillas fértiles por panoja

a. Fertilizantes nitrogenados

Aunque no hubo diferencias estadísticas entre los fertilizantes nitrogenados (Tabla 8); las plantas de arroz variedad HP 101-Plazas que fueron fertilizadas por las fuentes nitrogenadas Urea, Molimax Nitros y Compomaster Nitrosulf en promedio obtuvieron 110.23, 110.56 y 109.69 espiguillas por panoja respectivamente (Figura 2a), cuyo porcentaje de espiguillas fértiles fueron iguales a 80.65, 81.13 y 83.53 % respectivamente (Figura 2b). Aritméricamente se las plantas fertilizadas con Compomaster Nitrosulf obtuvieron mayor porcentaje de fertilidad de sus espiguillas; sin embargo, la fertilidad de las espiguillas por panoja varió de 80 a 84 % y según Ruiz y Centeno (2007), si la fertilidad de la espiguilla de la panoja varía de 75 a 89 %, se les califica como fértiles y según Lira (2004), la fertilidad de espiguillas es un necesidad evidente para obtener altos rendimientos y este porcentaje de fertilidad, determina la cantidad de espiguillas.

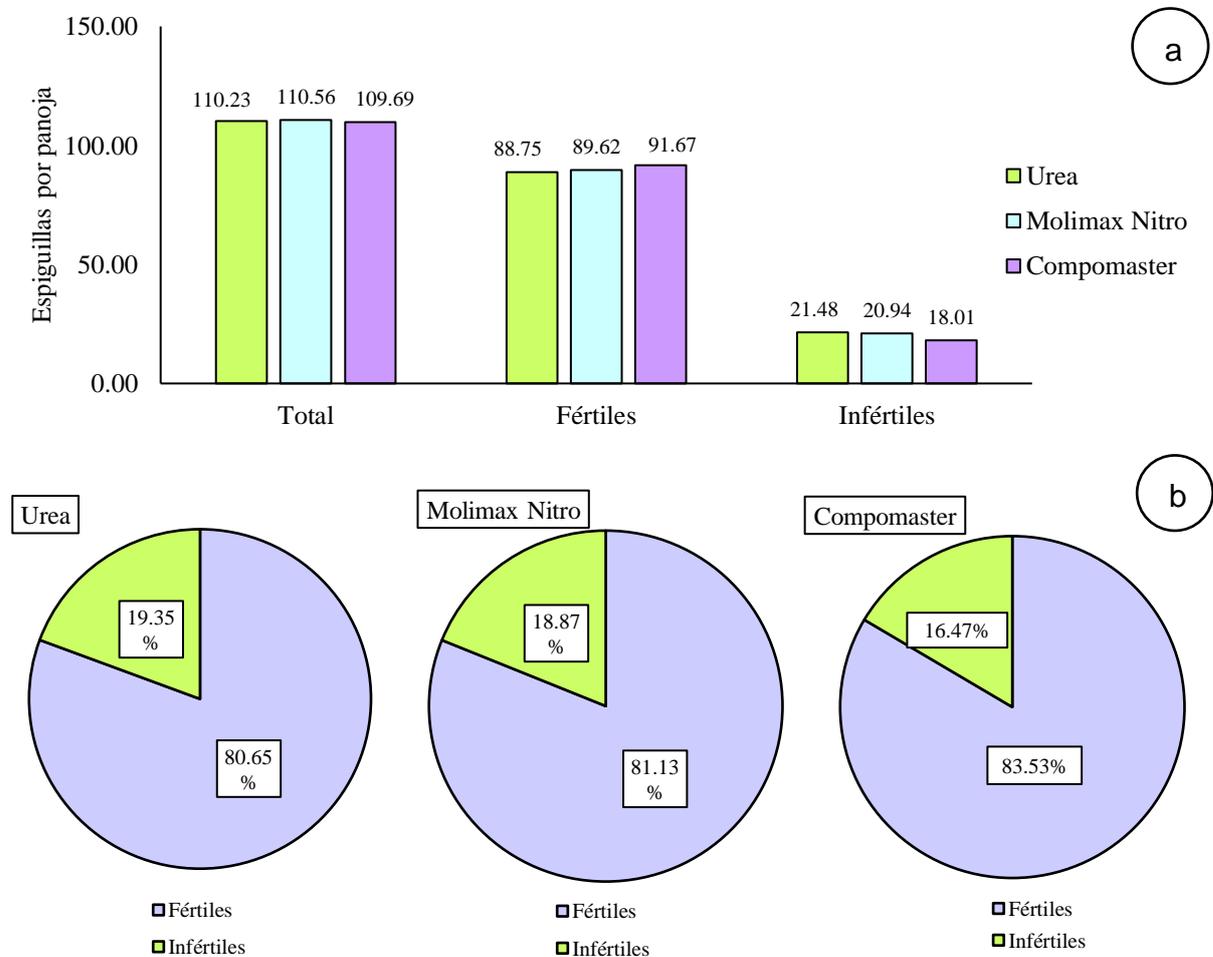


Figura 2. Fertilizantes nitrogenados: a) Total de espiguillas por panoja, total de espiguillas fértiles e infértiles por panoja. b) porcentaje de espiguillas fértiles e infértiles por panoja.

b. Dosis de nitrógeno (kg/ha)

Estadísticamente las plantas de arroz de la variedad HP-101 Plazas fertilizadas con dosis de 150 y 120 kg/ha de nitrógeno obtuvieron mayor número total de espiguillas por panoja en comparación al número de espiguillas por panoja obtenido por las plantas fertilizadas con dosis de 210 y 180 kg/ha de nitrógeno (Tabla 11). Sin embargo, no se diferenciaron estadísticamente en el porcentaje de fertilidad de las espiguillas/panoja (Tabla 8). Asimismo, el total de espiguillas por panoja varió de 104.60 a 116.45 (Tabla 11) coincidiendo con Guzmán (2006), quién sostiene que el número de espiguillas por panoja del cultivo de arroz varía de 100 a 200.

Tabla 11. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el total de espiguillas por panoja por efecto de las dosis de nitrógeno.

Dosis de nitrógeno	Número de espiguillas por panoja	
	Total	Significancia
150 kg/ha	116.45	a
120 kg/ha	145.60	a
210 kg/ha	104.98	b
180 kg/ha	104.60	b

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

Asimismo, siete de diez panojas reducen el total de espiguillas a medida que se aumenta la dosis de nitrógeno en el suelo (Figura 3b); pero, ocho de cada diez panojas reducen el total de espiguillas fértiles a medida que incrementa la dosis de nitrógeno (kg/ha) en el suelo (Figura 3c). Es decir, hay más correlación entre el total de espiguillas fértiles por panoja con las dosis de nitrógeno, porque los valores de “R²” cercanos a “1”, lo que nos indica que se tiene una relación lineal positiva fuerte entre las ambas variables (Gutiérrez y De La Varra, 2012) tal como se muestra en la correlación del porcentaje de espiguillas fértiles por panoja con el total de espiguillas por panoja igual a 0.9947, porque el porcentaje de fertilidad de las espiguillas por panoja disminuye con el incremento del total de espiguillas por panoja (Figura 3d), coincidiendo con Lira (2004), quien sostiene que cuando el número de espiguillas por panoja tiende a crecer, el porcentaje de fertilidad de espiguillas tiende a disminuirse como una reacción de compensación a la planta.

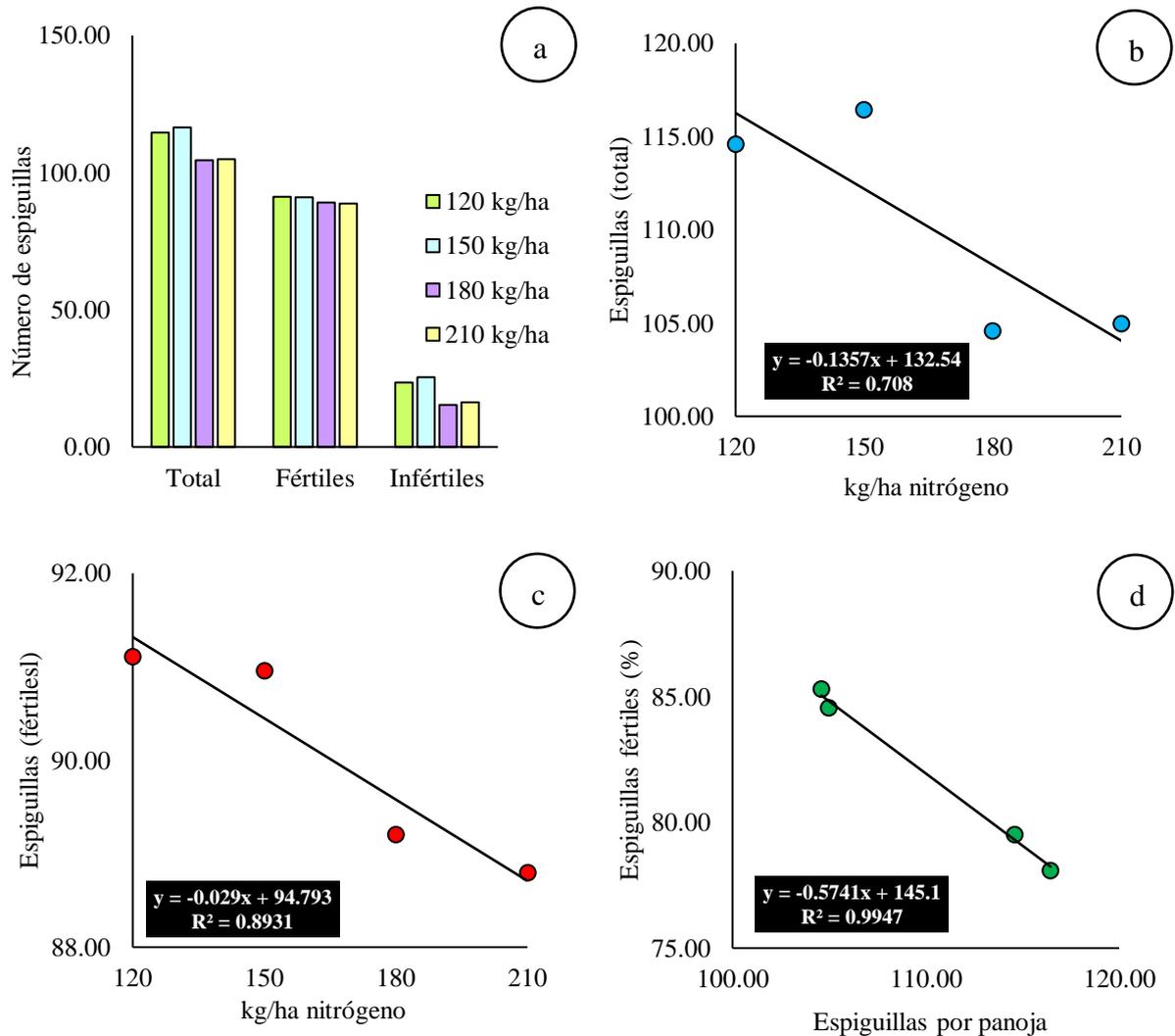


Figura 3. a) Total de espiguillas y espiguillas fértiles e infértiles por panaja. b y c) Correlación del total espiguillas y espiguillas fértiles por panaja con dosis de nitrógeno. d) Correlación de espiguillas fértiles por panaja con el total de espiguillas por panaja.

Asimismo, el total de espiguillas fértiles por panaja del cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz) por efecto de las dosis 150, 120, 210 y 180 kg/ha de nitrógeno a las plantas de arroz de la variedad HP-101 Plazas, fueron iguales a 91.11, 90.96, 89.20 y 88.79, respectivamente (Anexo, Tabla 11 y Figura 3a), cuyos porcentajes de fertilidad fueron iguales a 79.50, 78.08, 85.29 y 84.54 %, respectivamente (Figura 4) y aunque se observó que no existieron diferencias estadísticas significativas entre las dosis de nitrógeno (kg/ha) para el porcentaje de espiguillas fértiles por panaja o panícula (Tabla 8); sin embargo, observamos que la fertilidad varió de 78 a 86 % y de acuerdo a Ruiz y Centeno (2007), si la fertilidad de la espiguilla por panaja del cultivo de *O. sativa* L. (arroz) varía de 75 a 89 %, se califica como espiguillas fértiles.

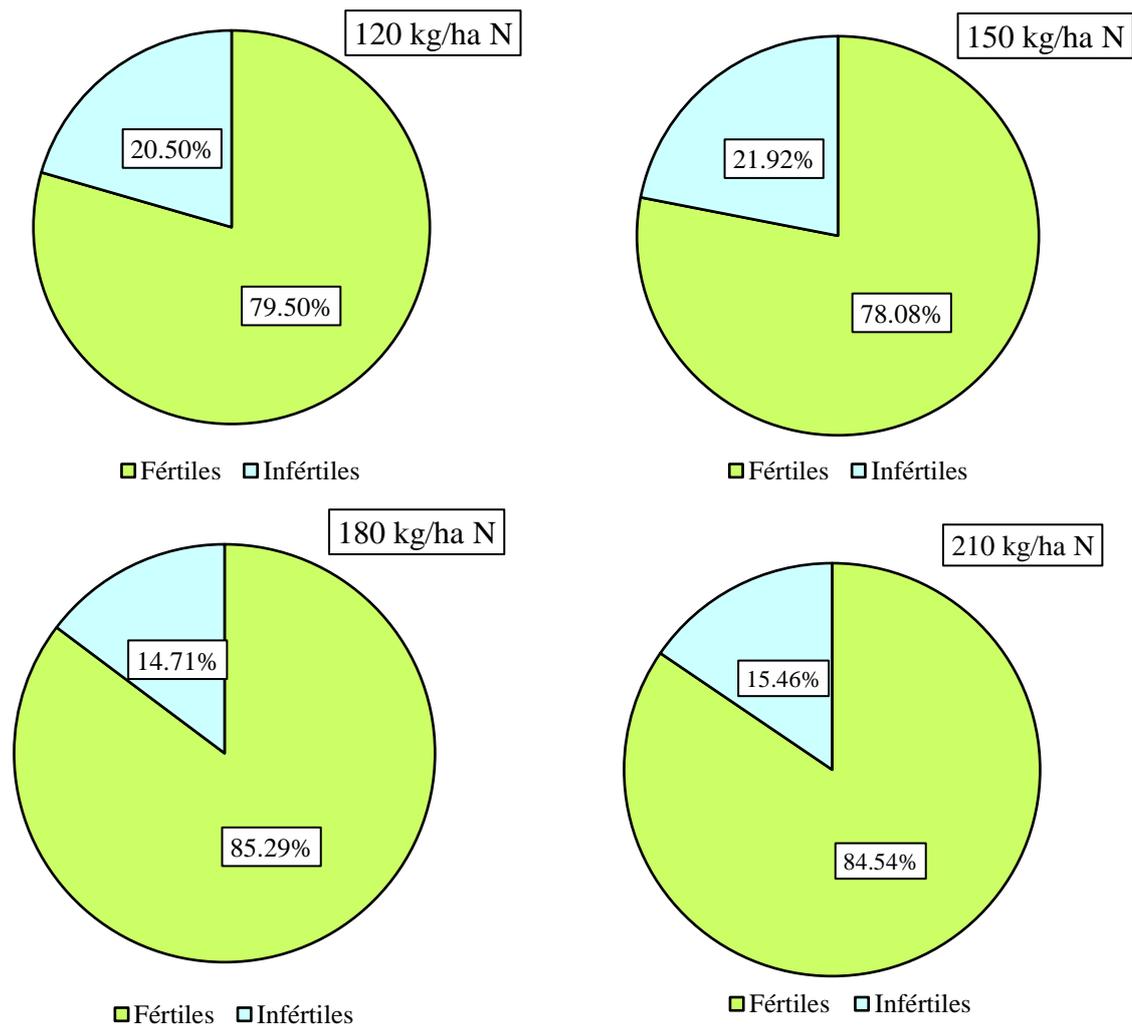


Figura 4. Porcentaje de espiguillas fértiles por panoja de arroz por efecto de las cuatro dosis de nitrógeno.

c. Factorial vs Testigos

Estadísticamente las plantas de arroz variedad HP-101 Plazas fertilizadas con distintas fuentes de nitrógeno (factorial) y fosfato diamónico más cloruro de potasio (testigo 2), obtuvieron mayor número de espiguillas/panoja, espiguillas fértiles/panoja y porcentaje de espiguillas fértiles en comparación a las plantas que no fueron fertilizadas (testigo 1) (Tabla 12), porque tal como sustenta Rojas y Moreno (2008), el nitrógeno es considerado un elemento nutritivo que interviene en mayor proporción sobre la producción, debido a que incrementa el porcentaje de espiguillas rellenas, aumenta la superficie foliar y ayuda al aumento de la calidad del grano, concordando con Morrejón *et al.* (2012), quienes sustentan que el nitrógeno es muy importante en esta etapa para lograr un alto macollaje y acumulación de la biomasa, porque el tamaño de la panoja se determina durante el período reproductivo y el peso de los granos junto con la esterilidad se define durante el llenado.

Tabla 12. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el total de espiguillas/panoja y espiguillas fértiles e infértiles por panoja entre la media de los tratamientos (factorial) y testigos.

Factorial vs Testigos	Número de espiguillas por panoja					
	Total	Sig.	Fértiles	Sig.	Fertilidad (%)	Sig.
FDA + KCL	116.05	a	97.57	a	83.97	a
Factorial	110.16	a	90.01	a	81.85	a
Sin fertilización	101.80	b	75.25	b	73.94	b

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.
 FDA = Fosfato diamónico. KCL = Cloruro de potasio.

Las plantas que no fueron fertilizadas (testigo 1) obtuvieron 73.94 % de fertilidad de las espiguillas (Tabla 12 y Figura 5b) y según Ruiz y Centeno (2007), si la fertilidad varía de 50 a 74 %, se les califica como parcialmente fértiles. Esta parcialidad, pasa por no haber complementado la baja cantidad de nitrógeno que había en el suelo (Tabla 5) porque el nitrógeno promueve la emisión de espiguillas y llenado de espiguillas, contenido de proteínas en el grano y contribuye en el rendimiento (Dobermann y Fairhurst, 2005).

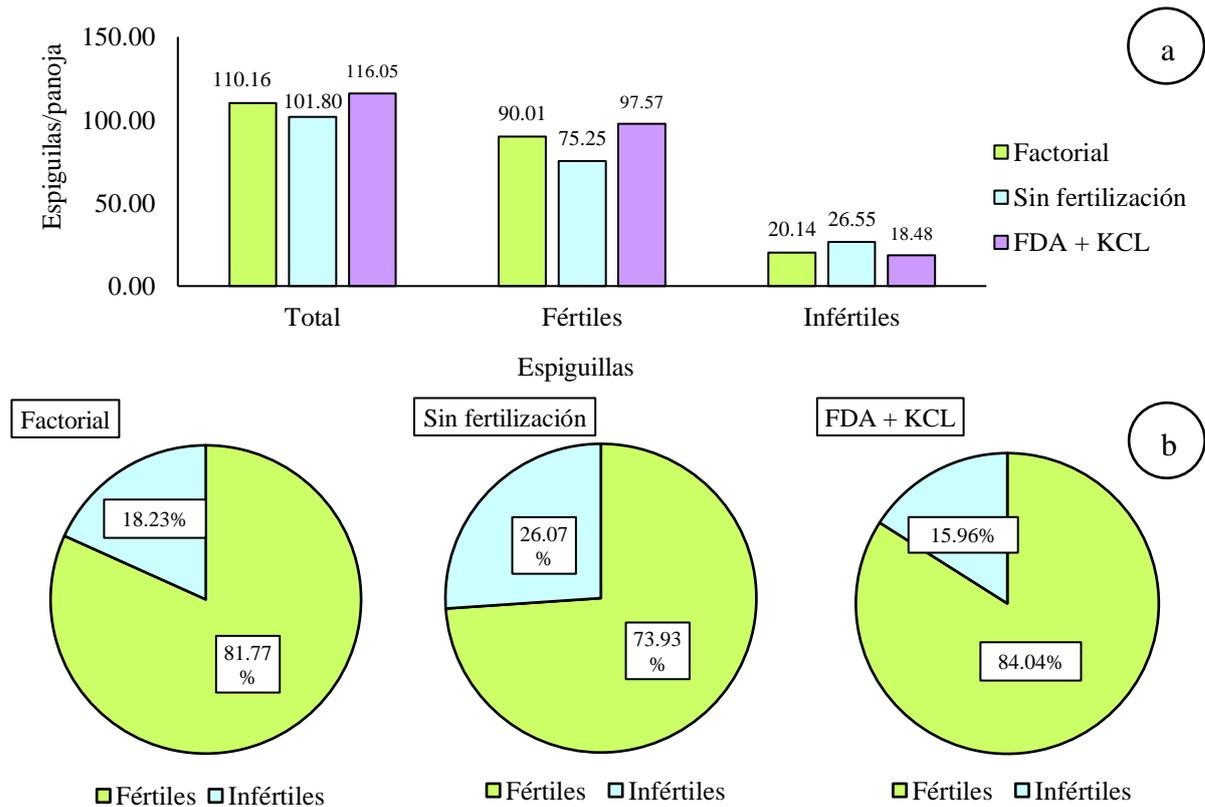


Figura 5. Factorial vs Testigos: a) Total de espiguillas/panoja, espiguillas fértiles e infértiles por panoja. b) porcentaje de espiguillas fértiles e infértiles por panoja.

d. Tratamientos en estudio

Al comparar los tratamientos; se observa que el tratamiento T₁₃ (sin fertilización) estadísticamente obtuvo igual número de espiguillas por panoja y fertilidad de las espiguillas por panoja que varios tratamientos en estudio; caso contrario para el número de espiguillas fértiles por panoja, que estadísticamente fue menor en comparación a los demás tratamientos (Tabla 13).

Tabla 13. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el total de espiguillas por panoja, espiguillas fértiles por panoja y porcentaje de fertilidad de espiguillas por panoja de los tratamientos en estudio.

Espiguillas/panoja			Espiguillas fértiles/panoja					
Clave	Total	Sig.	Clave	Total	Sig.	Clave	(%)	Sig.
T ₁	120.35	a	T ₁₄	97.57	a	T ₁₁	85.66	a
T ₆	119.10	a	T ₁	92.80	a	T ₄	85.45	a
T ₂	116.50	ab	T ₁₂	92.68	a	T ₇	85.26	a
T ₁₄	116.05	ab	T ₁₀	92.50	a	T ₃	84.94	a
T ₅	114.05	abc	T ₆	91.73	a	T ₁₂	84.49	ab
T ₁₀	113.75	abc	T ₁₁	91.06	a	T ₁₄	83.97	ab
T ₁₂	109.55	bcd	T ₉	90.45	a	T ₈	83.68	ab
T ₉	109.40	bcd	T ₅	90.06	a	T ₉	82.47	abc
T ₁₁	106.05	cd	T ₇	89.10	a	T ₁₀	81.26	abc
T ₈	104.65	d	T ₂	88.63	a	T ₅	79.05	abc
T ₇₀	104.45	d	T ₈	87.59	a	T ₁	77.00	abc
T ₃	103.30	d	T ₃	87.44	a	T ₆	76.96	abc
T ₁₃	101.80	d	T ₄	86.11	a	T ₂	76.02	bc
T ₄	100.75	d	T ₁₃	75.25	b	T ₁₃	73.94	c

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

Leyenda:

T₁ = Urea (120 kg/ha N)

T₂ = Urea (150 kg/ha N)

T₃ = Urea (180 kg/ha N)

T₄ = Urea (210 kg/ha N)

T₅ = Molimax Nitro (120 kg/ha N)

T₆ = Molimax Nitro (150 kg/ha N)

T₇ = Molimax Nitro (180 kg/ha N)

T₈ = Molimax Nitro (210 kg/ha N)

T₉ = Compomaster (120 kg/ha N)

T₁₀ = Compomaster (150 kg/ha N)

T₁₁ = Compomaster (180 kg/ha N)

T₁₂ = Compomaster (210 kg/ha N)

T₁₃ = Sin fertilización

T₁₄ = FDA + KCL

4.1.1.4. Peso de 1000 semillas

a. Dosis de nitrógeno (kg/ha)

Las diferencias en el peso de 1000 granos de *Oryza sativa* L. (arroz) entre las dosis de nitrógeno (kg/ha) probablemente se deban a la influencia del manejo del cultivo u otros factores externos que no pudimos determinar, porque no hay correlación entre el peso de 1000 granos de arroz con el aumento de las dosis de nitrógeno (Tabla 14); es decir, no se observa que el peso de 1000 granos aumenta o disminuye a medida que aumenta o disminuye la dosis de nitrógenos, respectivamente. Además, se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas en las variables panojas por m², espiguillas fértiles por panoja y porcentaje de fertilidad de espiguillas/panoja (Tabla 8), lo que nos indica que no existió un patrón común en todas las variables para determinar cuál ha sido la causa de esta diferencia en el peso de 1000 granos de arroz entre las dosis de nitrógeno. Finalmente, podemos observar que el peso de 1000 granos por efecto de las cuatro dosis de nitrógeno varió de 26.68 a 27.17 g, coincidiendo con El Potrero (2015), quien reportó que el peso de 1000 granos de arroz de esta variedad es igual 27.70 g.

Tabla 14. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el peso de 1000 granos de semilla por efecto de las dosis de nitrógeno.

Dosis de nitrógeno	Peso de 1000 granos	
	Total	Significancia
210 kg/ha	27.17	a
120 kg/ha	27.10	a
180 kg/ha	26.78	b
150 kg/ha	26.68	b

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

Las plantas de *Oryza sativa* L. (arroz) variedad HP-101 Plazas que fueron fertilizadas con las dosis de 210 y 120 kg/ha de nitrógeno; estadísticamente obtuvieron mayores pesos de 1000 granos en comparación a las plantas que fueron fertilizados con las dosis de 180 y 150 kg/ha de nitrógeno (Tabla 14 y Figura 6a); pero a su vez, se demuestra que no existe correlación entre las dosis de nitrógeno y el peso de 1000 granos de arroz (Figura 6b) tal como lo mencionamos en el párrafo anterior, porque los valores de “R²” son cercanos a “0” indica que no hay relación entre dos variables (Gutiérrez y De La Varra, 2012), porque el peso de 1000 granos no depende de la dosis de nitrógeno aplicado al suelo.

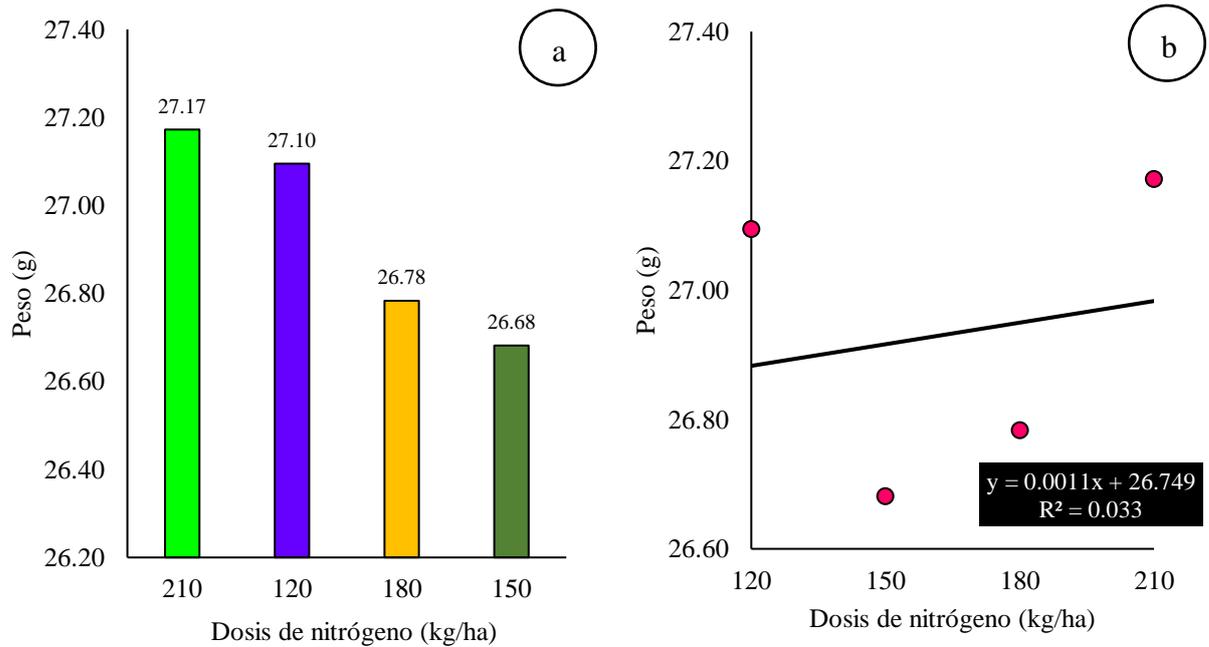


Figura 6. Peso de 1000 granos de arroz de las dosis de nitrógeno: a) Total. b) Correlación entre las dosis y peso.

b. Factorial vs Testigos

El peso de 1000 granos de las plantas fertilizadas con fosfato diamónico más cloruro de potasio (testigo 2) fue estadísticamente mayor que la media obtenida por las plantas que fueron fertilizadas con fuentes nitrogenadas y plantas sin fertilización (Tabla 15). Asimismo, las plantas sin fertilización (testigo 1) fue estadísticamente menor a las plantas fertilizadas con fuentes de nitrógeno, porque el nitrógeno influye en la maduración del grano para retardar el envejecimiento de las hojas, manteniendo la fotosíntesis en el llenado de grano y aumenta el contenido de proteína en el grano (Dobermann y Fairhurst, 2005), porque una alta proporción del nitrógeno (alrededor del 50 %) se acumula en el grano (Solórzano, 2003).

Tabla 15. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el peso de 1000 granos de arroz entre la media de todas las combinaciones (factorial) y testigos.

Factorial vs Testigos	Peso de 1000 grano	
	(g)	Significancia
FDA+ KCL	27.30	a
Factorial	26.93	b
Sin fertilización	26.08	c

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.
FDA = Fosfato diamónico. KCL = Cloruro de potasio.

c. Tratamientos en estudio

El peso de 1000 granos de arroz de la variedad HP-101 Plazas obtenidas por los tratamientos en estudio, varió de 26.08 y 27.30 g (Tabla 16). Se observa que el peso del tratamiento T₁₃ (Sin fertilización) fue estadísticamente menor que los resultados de los demás tratamientos, por posibles razones como no complementar con nitrógeno al suelo, porque el suelo tenía una concentración media de nitrógeno y porque son necesarios para la producción de arroz (Villarreal *et al.*, 2007), porque aproximadamente 50 % del nitrógeno absorbido por toda la estructura vegetal se traslocan rápidamente para formar los granos (INIA, 2004). Los resultados obtenidos también corresponde a un conjunto de condiciones como clima, suelo, nutrición, riego, fertilidad y control cultural que interactúan sobre la producción de arroz, que conlleva a una respuesta de la planta y su carga genética de producción que tiene el cultivo y el cual fue expresado sin diferencias significativas para los tratamientos en estudio pero con diferentes respuestas al tratamiento testigo, donde no se empleó ningún tipo de fertilizante.

Tabla 16. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el peso de 1000 granos de arroz de los tratamientos en estudio.

Clave	Tratamientos		Peso de 1000 granos	
	Descripción	(g)	Sig.	
T ₁₄	FDA + KCL	27.30	a	
T ₁₂	Compomaster (210 kg/ha N)	27.22	ab	
T ₈	Molimax Nitro (210 kg/ha N)	27.21	ab	
T ₅	Molimax Nitro (120 kg/ha N)	27.12	b	
T ₉	Compomaster (120 kg/ha N)	27.11	b	
T ₄	Urea (210 kg/ha N)	27.09	b	
T ₆	Molimax Nitro (150 kg/ha N)	27.09	b	
T ₃	Urea (180 kg/ha N)	27.08	b	
T ₁	Urea (120 kg/ha N)	27.06	b	
T ₁₁	Compomaster (180 kg/ha N)	26.66	c	
T ₇	Molimax Nitro (180 kg/ha N)	26.62	c	
T ₁₀	Compomaster (150 kg/ha N)	26.56	c	
T ₂	Urea (150 kg/ha N)	26.39	d	
T ₁₃	Sin fertilización	26.08	e	

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.
 FDA = Fosfato diamónico. KCL = Cloruro de potasio.

4.1.2. Rendimiento

4.1.2.1. Análisis de variancia

Según el análisis de variancia para el rendimiento del grano de arroz de la variedad HP-101 Plazas (Tabla 17), se prueba que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en estudio, entre los testigos y en la comparación de las medias de todos los tratamientos (factorial) con los testigos. Además, no se observa diferencias estadísticas significativas en las demás fuentes de variación. El valor del coeficiente de variación fue igual a 6.37 %, lo que indica que existe excelente homogeneidad entre las unidades experimentales en respuesta a los tratamientos en estudio.

Tabla 17. Análisis de variancia para el rendimiento del grano de arroz.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Sig.
Tratamientos	13	25.37	1.95	AS
Factorial	11	1.25	0.11	NS
A (Fertilizantes nitrogenados)	2	0.43	0.21	NS
B (Dosis de nitrógeno (kg/ha))	3	0.15	0.05	NS
AxB	6	0.67	0.11	NS
Testigos	1	18.36	18.36	AS
Factorial vs Testigos	1	5.77	5.77	AS
Error experimental	42	10.80	0.26	
Total	55	36.17		
Coeficiente de variación (%)	6.37			

AS : Existe diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

NS : No existen diferencias estadísticas significativas.

4.1.2.2. Efectos principales

No hubo diferencias estadísticas para el rendimiento de grano de arroz en la comparación entre los fertilizantes nitrogenados y entre las dosis de nitrógeno (Tabla 17), probablemente debido a que las condiciones físicas y químicas (Tabla 5), y biológicas del suelo, requerían de pequeños ajustes para obtener altos rendimientos, porque se tenía un pH neutro, porque el arroz necesita un pH de 6.60, pues ya que con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica es óptima, y por tanto la disposición del fósforo es alta; mientras que elementos que bajo altas concentraciones son perjudiciales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y los ácidos orgánicos están por debajo del nivel toxico (Moquete, 2010).

Además, la producción de arroz se llevó en los meses de menos precipitaciones (Tabla 4), y de acuerdo a Dobermann y Fairhurst (2005), los requerimientos de nitrógeno para la producción, son mayores en los cultivos de temporada seca (más luz, mayor potencial de rendimiento) y donde a mayor dosis de nitrógeno resultarán en más macollos y mayor área foliar, y por ende en mayor rendimiento de grano. Por lo tanto, es muy posible que la nula diferencia estadística, entre los fertilizantes nitrogenados y entre las dosis de nitrógeno, se deba a diferentes factores, como el pH del suelo, manejo del cultivo o por tratarse de la misma variedad en respuesta a los diferentes fertilizantes nitrogenados y dosis de nitrógeno, porque el rendimiento varió de 8.01 a 8.22 (Figura 7).

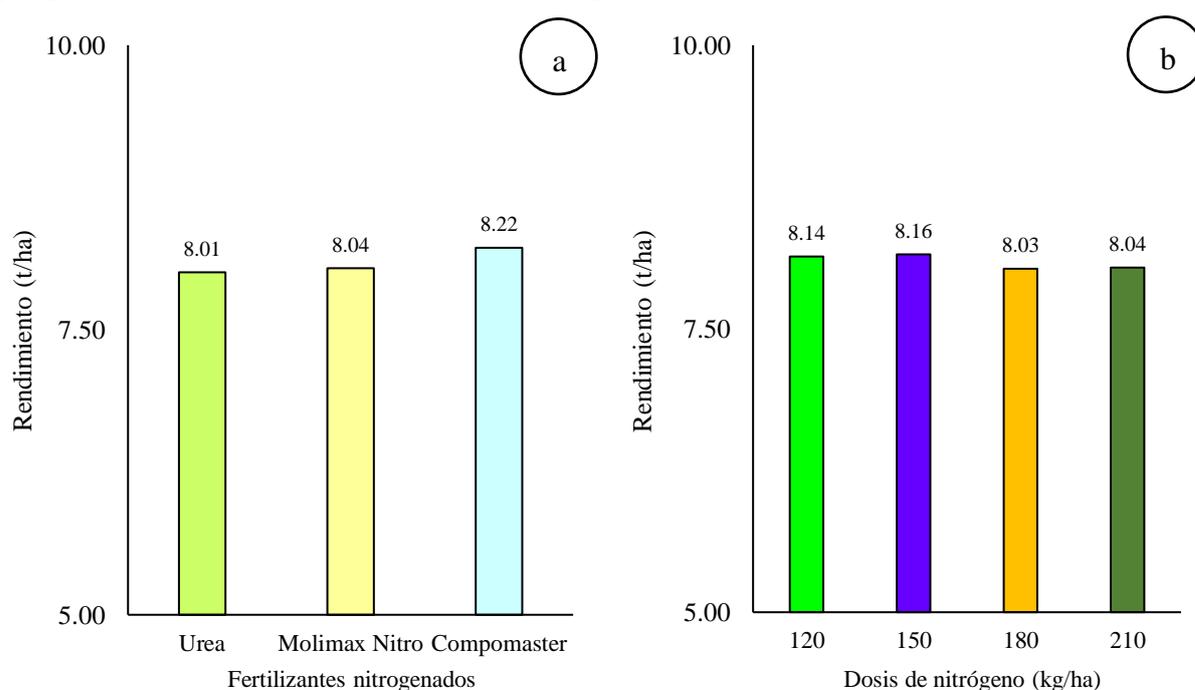


Figura 7. Rendimiento de arroz en cáscara (t/ha) de los efectos principales: a) Fertilizantes nitrogenados. b) Dosis de nitrógeno (kg/ha).

4.1.2.3. Factorial vs Testigos

Los rendimientos obtenidos por las plantas de arroz de la variedad HP-101 Plazas que fueron fertilizadas con tres fuentes nitrogenadas en cuatro dosis de nitrógeno (factorial) y por la mezcla de los fertilizantes fosfato diamónico y cloruro de potasio (testigo 2), fueron estadísticamente mayores que lo obtenido por las plantas que no fueron fertilizadas (testigo 1), porque el nitrógeno es un elemento muy importante para aumentar el rendimiento del cultivo de arroz (Molina y Rodríguez, 2012), porque un suplemento óptimo de nitrógeno durante la maduración del grano es necesario para retardar la senescencia de las hojas y así, sostener la fotosíntesis durante el llenado de grano y aumentar la presencia de proteína en el grano (Dobermann y Fairhurst, 2000).

Los rendimientos promedios obtenidos por las plantas de *Oryza sativa* L. (arroz) que fueron fertilizadas; fueron iguales de 8.09 y 8.69 t/ha de arroz en cáscara (Tabla 18). Estos resultados obtenidos de la variedad HP-101 Plazas, fueron inferiores en comparación a lo reportado por MOLICOM (2019), que registró que las producciones de esta variedad en las zonas arroceras de Oyotún y Jaén, fue 12.20 y 11.90 t/ha respectivamente (Tabla 1); sin embargo, nuestros rendimientos obtenidos fueron mayores a lo reportado en la zona arroceras de Altomayo por la misma empresa, que fue igual a 7.20 t/ha (Tabla 1). Asimismo, en promedio y de forma general, el rendimiento de la variedad HP-101 Plazas es 10.43 t/ha de arroz en cáscara (MOLICOM, 2019), por lo que nuestros resultados fueron menores a la media de esta variedad en distintas zonas arroceras del país, probablemente debido al sistema y manejo de producción o condiciones edafoclimáticas de la zona.

Aunque el rendimiento promedio de la variedad HP-101 Plazas obtenido bajo condiciones de riego en Rioja, sin fertilización (testigo 1) fue 5.66 t/ha de arroz (Tabla 18); un rendimiento menor en comparación a la media que se estima según MOLICOM (2019) (Tabla 1). Por esa razón, la fertilización para compensar la deficiencia de nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo era necesario, por ende la producción de arroz incrementó de forma significativa de 5.66 obtenido por el Testigo (sin fertilización) a 8.09 y 8.69 t/ha de grano de arroz, porque el fertilizante abastece a las plantas de arroz uno o más elementos químicos necesarios para un normal desarrollo (Guerrero, 2001).

Tabla 18. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el rendimiento del grano de arroz entre la media de todas las combinaciones (factorial) y testigos.

Factorial vs Testigos	Rendimiento del grano de arroz	
	(t/ha)	Sig.
FDA + KCL	8.69	a
Factorial	8.09	a
Sin fertilización	5.66	b

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.
FDA = Fosfato diamónico. KCL = Cloruro de potasio.

En la Figura 8, se muestra la correlación del rendimiento de arroz en cáscara (variable dependiente) con cuatro variables independientes (número de panojas por m², espiguillas por panoja, peso de 1000 granos y porcentaje de fertilidad de las espiguillas por panoja) de las medias de todas las combinaciones (factorial) y los dos testigos (Tabla 18); cuyos

valores del R^2 obtenidos fueron cercanos a la unidad, lo que nos indica que se tiene una relación lineal positiva fuerte entre las dos variables (Gutiérrez y De La Varra, 2012).

Es decir, nueve de cada diez de plantas de arroz de la variedad HP-101 Plazas incrementan su rendimiento de grano a medida que incrementan su número de panojas por m^2 , espiguillas por panoja, peso de 1000 granos y porcentaje de fertilidad de las espiguillas por panoja respectivamente (Figura 8). Además, porque las medias de todas las combinaciones (factorial) y los testigos obtuvieron de 288.94 a 335.25 panojas por m^2 (Tabla 9), 101.80 a 116.05 de espiguillas por panoja y porcentaje de granos vanos no mayor a 20 %, salvo para el testigo 1 (sin fertilización) (Tabla 12), y pesos de 26.08 a 27.30 g de 1000 granos (Tabla 15), coincidiendo con Juárez (2018) citado por Sánchez (2019) quien sostiene que para alcanzar una alta producción, de los componentes de rendimiento, algunos de los parámetros que se utilizan son: 250 a 300 panojas por m^2 , 100 a 120 espiguillas/panoja, porcentaje de granos vanos no mayor a 20 %, y peso de grano de 25 a 30 g de 1000 granos de arroz.

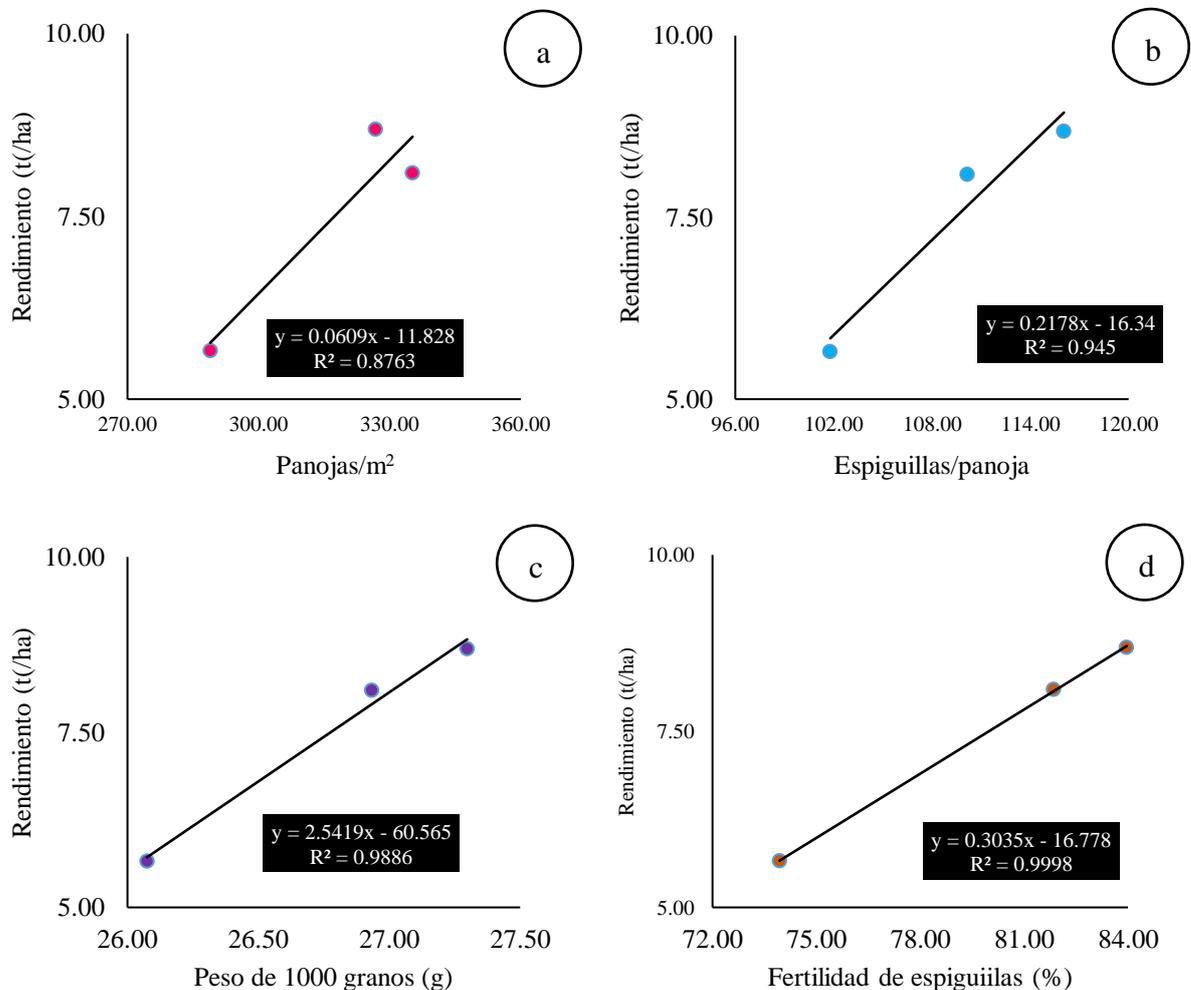


Figura 8. Correlación del rendimiento: a) panojas por m^2 . b) espiguillas/panoja. c) peso 1000 granos. d) Porcentaje de espiguillas fértiles por panoja.

4.1.2.4. Tratamientos en estudio

Las plantas de *Oryza sativa* L. (arroz) de la variedad HP-101 Plazas bajo riego en Rioja del tratamiento T₁₃ (Sin fertilización) obtuvo un rendimiento de 6.02 t/ha y fue estadísticamente menor en comparación a los rendimientos obtenidos por los demás tratamientos en estudio; cuyos tratamientos fueron estadísticamente iguales y con rendimientos de grano de arroz que variaron de 8.41 a 9.17 t/ha (Tabla 19), donde doce de los tratamientos se basaron de tres fuentes nitrogenadas divididos en cuatro dosis y un tratamiento en estudio fue la mezcla de fosfato diamónico más cloruro de potasio (T₁₄). Estos resultados obedecen según Molina y Rodríguez (2012), a la fertilización, porque la fertilización inorgánica viene a ser la aportación de sustancias minerales u orgánicas al suelo de cultivo, con el objetivo de mejorar su capacidad nutritiva, y devolver al suelo los nutrientes extraídos por los cultivos y regulando perennemente los ciclos productivos, con el objetivo de evitar el empobrecimiento y esterilidad de los suelos.

La fertilización realizados a través de fuentes de nitrógeno, es muy importante en el cultivo de *Oryza sativa* L. (arroz), porque es el elemento clave para crecer el rendimiento del arroz (Molina y Rodríguez, 2012), continuamente utilizado como indicador de la calidad de los fertilizantes para el cultivo de arroz (Soto y Meléndez, 2004), porque llega a cumplir un rol determinante e importante en el desarrollo de la planta (Dobermann y Fairhurst, 2000). Asimismo, Chaudhary *et al.* (2003) manifiestan que el nitrógeno es el nutriente más importante del cultivo de arroz, porque la reducción del macollaje, elongación de tallos y mal desarrollo de las panojas son posiblemente y directamente afectados por la falta de nitrógeno; además, el nitrógeno llega a contribuir con una fotosíntesis activa necesaria para la producción de la biomasa de la planta, pero también durante la floración y llenado del grano, porque según Aguilar *et al.* (2006) el nitrógeno es el nutriente que ejerce más influencia significativa sobre el crecimiento y rendimiento en grano.

A excepción del tratamiento sin fertilizar (T₁₃); la producción de las plantas de *Oryza sativa* L. variedad HP-101 Plazas que fueron fertilizadas, alcanzaron rendimientos muy altos comparado con lo obtenido por Molina y Rodríguez (2012), quienes estudiaron la absorción de nutrientes en arroz de la variedad CFX 18, y donde encontraron que la aplicación de la dosis de 120 kg/ha de nitrógeno, alcanzó un rendimiento de 3923 kg/ha de arroz, siendo el rendimiento más alto. Sin embargo, los resultados (Tabla 19), fueron similares a los rendimientos reportados por INIA (2005) citado por Pinedo (2013), quien obtuvo rendimientos promedios bajo el sistema convencional con la variedad de arroz “La Conquista” que oscilan entre 6 a 8 t/ha.

Tabla 19. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el rendimiento de arroz (t/ha) de los tratamientos en estudio.

Clave	Tratamientos		Rendimiento de arroz	
	Descripción	(t/ha)	Significancia	
T ₁₄	Fosfato de amonio + KCL	9.17	a	
T ₁₁	Compomaster (180 kg/ha N)	9.05	a	
T ₁₂	Compomaster (210 kg/ha N)	9.00	a	
T ₉	Compomaster (120 kg/ha N)	8.91	a	
T ₈	Molimax Nitro (210 kg/ha N)	8.90	a	
T ₇	Molimax Nitro (180 kg/ha N)	8.86	a	
T ₃	Urea (180 kg/ha N)	8.79	a	
T ₄	Urea (210 kg/ha N)	8.78	a	
T ₁₀	Compomaster (150 kg/ha N)	8.69	a	
T ₁	Urea (120 kg/ha N)	8.65	a	
T ₆	Molimax Nitro (150 kg/ha N)	8.62	a	
T ₂	Urea (150 kg/ha N)	8.57	a	
T ₅	Molimax Nitro (120 kg/ha N)	8.41	a	
T ₁₃	Sin fertilización	6.02	b	

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.
 FDA = Fosfato diamónico. KCL = Cloruro de potasio.

4.2. Altura de planta

4.2.1. Análisis de variancia

De acuerdo al análisis de variancia para la altura de la planta de arroz de la variedad HP-101 Plazas (Tabla 20), se muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en estudio; es decir que al menos un tratamiento en estudio es estadísticamente diferente a los demás tratamientos en esta variable. También se muestra que existen diferencias estadísticas significativas entre los testigos y comparación del promedio de todos los tratamientos en estudio (factorial) con los testigos. Asimismo, el valor del coeficiente de variación fue igual a 8.67 %, lo que indica que existe excelente homogeneidad entre las unidades experimentales en respuesta a los tratamientos en estudio.

Tabla 20. Análisis de variancia para la altura de la planta de arroz.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Sig.
Tratamientos	13	3047.45	234.42	AS
Factorial	11	1710.84	155.53	NS
A (Fertilizantes nitrogenados)	2	64.12	32.06	NS
B (Dosis de nitrógeno (kg/ha))	3	1618.28	539.43	NS
AxB	6	28.44	4.74	NS
Testigos	1	1210.32	1210.32	AS
Factorial vs Testigos	1	126.30	126.30	AS
Error experimental	42	3256.84	77.54	
Total	55	6304.29		
Coeficiente de variación (%)	8.67			

AS : Existe diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

NS : No existen diferencias estadísticas significativas.

4.2.2. Factorial vs Testigos

Las plantas de arroz de la variedad HP-101 Plazas fertilizadas con fosfato diamónico más cloruro de sodio (testigo 2) y con tres diferentes fuentes de nitrógeno divididos en cuatro dosis (factorial); los cuales obtuvieron alturas de 110.20 y 102.19 cm respectivamente, siendo estadísticamente iguales (Tabla 21) y coincidiendo con MOLICOM (2019), quien sostiene que es una variedad de estatura intermedia (99 a 113 cm), pero mayor a la variedad IR-43 y similar a La Conquista. Sin embargo, la altura obtenida por las plantas sin fertilización (testigo 1), cuyo promedio fue igual a 85.60 cm y estadísticamente menor a las alturas del otro testigo y factorial, y menor a la altura que menciona MOLICOM (2019).

Las plantas de arroz fertilizadas con tres diferentes fuentes divididas en cuatro dosis (factorial) y con fosfato diamónico más cloruro de sodio (testigo 2) con 46 % de nitrógeno, obtuvieron mejores rendimientos de arroz en cáscara (Tabla 18) y con mayores alturas de planta en comparación a las plantas sin fertilizar, porque el nitrógeno es uno de los elementos que las plantas requieren para su crecimiento, porque impulsa el rápido desarrollo de las mismas y a la vez aumenta la altura (Molina y Rodríguez, 2012) y según Campos (2008), la altura de la planta influye directamente el aumento del rendimiento del cultivo.

Tabla 21. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la altura de planta de arroz entre la media de todas las combinaciones (factorial) y testigos.

Factorial vs Testigos	Altura de la planta de arroz	
	(cm)	Significancia
FDA + KCL	110.20	a
Factorial	102.19	a
Sin fertilización	85.60	b

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.
 FDA = Fosfato diamónico. KCL = Cloruro de potasio.

4.2.3. Tratamientos en estudio

Estadísticamente la altura de planta obtenido por los tratamientos T₁₄ (FDA + KCL), T₁₁ (Compomaster (180 kg/ha N)) y T₁₂ (Compomaster (210 kg/ha N)) fueron estadísticamente mayores en comparación a lo obtenido por los tratamientos T₆ (Molimax Nitro (150 kg/ha N)), T₂ (Urea (150 kg/ha N)) y T₁₃ (Sin fertilización) (Tabla 22). Asimismo, las alturas obtenidas por los tratamientos T₉ (Compomaster (120 kg/ha N)), T₁ (Urea (120 kg/ha N)), T₅ (Molimax Nitro (120 kg/ha N)), T₁₀ (Compomaster (150 kg/ha N)), T₆ (Molimax Nitro (150 kg/ha N)), T₂ (Urea (150 kg/ha N)) y T₁₃ (Sin fertilización); fueron estadísticamente iguales y cuyas alturas promedio variaron de 85.60 a 98.80 cm (Tabla 22), siendo menores a lo reportado por MOLICOM (2019), quien sostiene que esta variedad es de estatura media con alturas que varían de 99 a 113 cm.

Aunque la altura de planta de arroz obtenido por el tratamiento T₁₃ (Sin fertilización), fue estadísticamente igual a las alturas de planta obtenidos por algunos tratamientos (Tabla 22); no influyó en la producción del grano y demás componentes del rendimiento, porque estas plantas necesitaban ser fertilizadas debido a la baja fertilidad de fósforo y potasio, y principalmente de nitrógeno en el suelo (Tabla 5), porque estadísticamente acumularon un rendimiento menor en comparación a las plantas fertilizadas (Tabla 19) y esto porque el nitrógeno está muy relacionado con el aumento de la producción del cultivo de arroz, al intervenir positivamente sobre la altura de planta, número de granos por panícula y peso del grano (Gómez, 2002), y el cultivo de arroz responde muy bien a la fertilización nitrogenada y la corrección de deficiencia de nitrógeno se realiza con fertilizantes nitrogenados (Heros, 2013).

Tabla 22. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la altura de planta del arroz de los tratamientos en estudio.

Clave	Tratamientos		Altura de planta de arroz	
	Descripción	(cm)	Sig.	
T ₁₄	FDA + KCL	110.20	a	
T ₁₁	Compomaster (180 kg/ha N)	110.15	a	
T ₁₂	Compomaster (210 kg/ha N)	110.05	a	
T ₄	Urea (210 kg/ha N)	108.20	ab	
T ₃	Urea (180 kg/ha N)	107.35	ab	
T ₈	Molimax Nitro (210 kg/ha N)	105.85	ab	
T ₇	Molimax Nitro (180 kg/ha N)	105.50	ab	
T ₉	Compomaster (120 kg/ha N)	98.80	abc	
T ₁	Urea (120 kg/ha N)	98.65	abc	
T ₅	Molimax Nitro (120 kg/ha N)	97.65	abc	
T ₁₀	Compomaster (150 kg/ha N)	95.85	abc	
T ₆	Molimax Nitro (150 kg/ha N)	94.65	bc	
T ₂	Urea (150 kg/ha N)	93.60	bc	
T ₁₃	Sin fertilización	85.60	c	

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.
 FDA = Fosfato diamónico. KCL = Cloruro de potasio.

4.3. Calidad del grano

4.3.1. Fertilizantes nitrogenados y dosis de nitrógeno

Se aprecia que el porcentaje de cáscara del grano de *Oryza sativa* L. (arroz) de los fertilizantes Urea, Molimax Nitro y Compomaster fueron iguales a 23.93, 25.65 y 24.54 %, respectivamente; mientras que las dosis de 120, 150, 180 y 210 kg/ha de nitrógeno fueron iguales a 25.66, 23.51, 24.78 y 24.65 %, respectivamente (Tabla 23). Asimismo, los promedios de porcentaje de cáscara por efecto de los fertilizantes nitrogenados y dosis de nitrógeno fueron iguales a 24.71 y 24.65 %, respectivamente (Tabla 23). Sin embargo el promedio de por efecto de los fertilizantes y dosis nitrogenados para ambos fue igual a 5.83 % para grano panza (Tabla 23). Los porcentajes promedios de granos enteros y quebrados de los fertilizantes y dosis

nitrogenados fueron iguales a 35.99 y 33.47 %, respectivamente. Asimismo, los promedios de grano pilado de ambos efectos principales fue 69.46 % (Tabla 23), y según Puig (2016), del arroz cosechado aproximadamente 20 % es cáscara, y 10 % es salvado y 70 % está formado por granos de arroz blanco o pulido, entero, partido o quebrado.

Tabla 23. Calidad del grano de arroz por efecto de las diferentes fuentes nitrogenadas y dosis de nitrógeno.

Fertilizantes nitrogenados	Pilado (%)			Residuos (%)	
	Entero	Quebrado	Total	Panza blanca	Cáscara
Urea	35.53	34.29	69.82	6.25	23.93
Molimax Nitro	36.13	33.47	69.60	4.75	25.65
Compomaster	36.30	32.66	68.96	6.50	24.54
Promedio	35.99	33.47	69.46	5.83	24.71

Dosis de nitrógeno	Pilado (%)			Residuos (%)	
	Entero	Quebrado	Total	Panza blanca	Cáscara
120 kg/ha	35.48	33.86	69.34	5.00	25.66
150 kg/ha	37.63	31.53	69.16	7.33	23.51
180 kg/ha	33.08	36.81	69.89	5.33	24.78
210 kg/ha	37.75	31.69	69.46	5.67	24.65
Promedio	35.99	33.47	69.46	5.83	24.65

Los porcentajes promedios de humedad del grano de arroz variedad HP-101 Plazas por efecto de los tres fertilizantes nitrogenados y cuatro dosis de nitrógeno para ambos es 12.24 % (Figura 9), porque para la comercialización del grano, la humedad debe ser menos de 14 % (Puig, 2016) por lo que la humedad se encuentra en un rango ideal. Asimismo, se ve que de los fertilizantes nitrogenados y dosis de nitrógeno; aritméticamente el Molimax Nitro y 120 kg/ha obtienen menos porcentaje de grano panza blanca (Tabla 23), en comparación a los demás fertilizantes nitrogenados y dosis de nitrógeno respectivamente; es decir, aquellos granos de arroz que presentaban mancha almidonosa que cubre menos de la mitad del grano (Hernández *et al.*, 2019); aunque no están claros los factores ambientales que lo regulan, sí está claro que es por un fuerte componente genético influye su aparición: como variedades que producen mayor porcentaje de panza blanca (INIFAP, 2016).

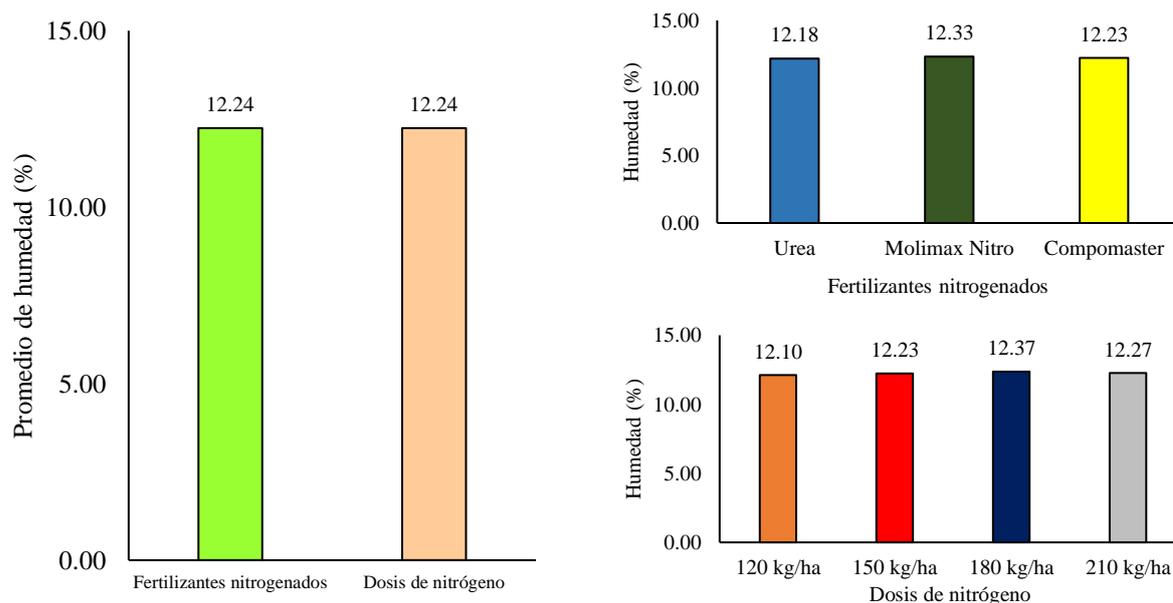


Figura 9. Humedad del grano de arroz por efecto de las fuentes dosis de nitrógeno.

4.3.2. Factorial vs Testigos

Aritméricamente las plantas de *Oryza sativa* L. (arroz) de la variedad HP-101 Plazas fertilizadas con tres fuentes de nitrógeno y cuatro dosis de nitrógeno, obtuvieron menor porcentaje de granos enteros y mayor porcentaje de granos partidos con 35.99 y 33.47 % respectivamente en comparación a los dos testigos (Tabla 24), esto puede explicarse según Puig (2016), quien considera que la mayor o menor susceptibilidad del grano a fracturarse depende de los factores ambientales, de otros factores como el genotipo y biometría del grano de arroz que interactúan entre sí; aunque Vidal *et al.* (2012), indican que los granos manchados se quiebran con facilidad durante el proceso de molinado; por ende, el manchado del grano de arroz reduce el rendimiento.

De acuerdo a los resultados de los granos enteros (Tabla 24), es muy probable que la influencia nutricional de los fertilizantes nitrogenados sobre el arroz, hayan generado más granos quebrados, porque las plantas donde no se fertilizó y aquellas fertilizadas con fosfato diamónico más cloruro de potasio, obtuvieron mayor porcentaje de granos enteros y menos de granos quebrados, con 28.73 y 16.85 % de granos quebrados respectivamente (Tabla 24); aunque según Puig (2016), estudios que se hicieron sobre los mecanismos del fisurado del grano, indican que se originan cuando la superficie del grano, relativamente seca, absorbe la humedad del ambiente.

Por otro lado, las plantas que no fueron fertilizadas obtuvieron mayor porcentaje de granos con “panza blanca” con un total de 8.00 % del total de granos cosechados; mientras que las plantas de arroz que fueron fertilizadas con tres fertilizantes nitrogenados

divididos en cuatro dosis de nitrógeno (Factorial), y con fosfato diamónico más cloruro de potasio (testigo 2), obtuvieron 5.83 y 5.00 % de granos panza blanca del total de granos respectivamente (Tabla 24). Estos granos según Olmos (2007), son defectuosos con una mancha que llega a abarcar no menos de la mitad del grano, debido al factor bajo control genético pero también ambiental, porque a altas temperaturas enseguida después de la floración, aumenta la panza blanca; aunque Quintero (2009), índice que estos granos se dan a la poca compactación entre las partículas de almidón y proteína. Esta poca compactación entre el almidón y proteína, se debe posiblemente a la deficiencia de nitrógeno en las plantas, porque este elemento es un constituyente esencial de aminoácidos, ácidos nucleicos y clorofila, y aumenta el contenido de proteínas en el grano (Dobermann y Fairhurst, 2005).

Tabla 24. Calidad del grano de arroz del promedio de todas las combinaciones (factorial) y testigos.

Factorial vs Testigos	Pilado (%)			Residuos (%)	
	Entero	Quebrado	Total	Panza blanca	Cáscara
Factorial	35.99	33.47	69.46	5.83	24.71
Sin fertilización	40.80	28.73	69.53	8.00	22.47
FDA + KCL	54.10	16.85	70.95	5.00	24.05
Promedio	43.63	26.35	69.98	6.28	23.74

FDA = Fosfato diamónico. KCL = Cloruro de potasio.

4.3.3. Tratamientos en estudio

Aritméricamente los tratamientos T₁₄ (Fosfato diamónico más cloruro de potasio), T₄ (Urea (210 kg/ha N)), T₉ (Compomaster (120 kg/ha N)), T₁₃ (Sin fertilización) y T₇ (Molimax Nitro (180 kg/ha N)) obtuvieron mayor porcentaje de grano entero y menor porcentaje de grano quebrado que los demás tratamientos en estudio. Los tratamientos T₈ (Molimax Nitro (210 kg/ha N)), T₁ (Urea (120 kg/ha N)) y T₁₁ (Compomaster (180 kg/ha N)) obtuvieron 27.93, 26.38 y 26.30 % de grano entero respectivamente (Tabla 25).

Algunos tratamientos basado a tres fuentes de nitrógeno y cuatro dosis de nitrógeno, como los tratamientos T₄ (Urea (210 kg/ha N)), T₆ (Molimax Nitro (150 kg/ha N)) y T₁₁ (Compomaster (180 kg/ha N)) obtuvieron 8.00 % de granos panza blanca e igual porcentaje que el tratamiento T₁₃ (Sin fertilización) (Tabla 25); mientras que el tratamiento T₂ (Urea (150 kg/ha N)) obtuvo 2.00 % de granos panza blanca, siendo aritméricamente el tratamiento en

estudio con menor porcentaje de granos panza blanca que los demás tratamientos en estudio (Tabla 25). Es probable que los defectos de los granos estén vinculados más al manejo del cultivo durante el ciclo fenológico, que a otros factores.

Tabla 25. Calidad del grano de arroz los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Pilado (%)			Residuos (%)	
	Entero	Quebrado	Total	Panza blanca	Cáscara
T ₁	26.38	43.03	69.41	4.00	26.59
T ₂	36.61	32.59	69.20	7.00	23.80
T ₃	32.34	37.86	70.20	6.00	23.80
T ₄	46.80	23.66	70.46	8.00	21.54
T ₅	38.80	31.09	69.89	6.00	24.11
T ₆	37.18	31.90	69.08	8.00	22.92
T ₇	40.60	30.00	70.60	2.00	27.40
T ₈	27.93	40.87	68.80	3.00	28.20
T ₉	41.25	27.45	68.70	5.00	26.30
T ₁₀	39.10	30.11	69.21	7.00	23.79
T ₁₁	26.30	42.56	68.86	8.00	23.14
T ₁₂	38.53	30.53	69.06	6.00	24.94
T ₁₃	40.80	28.73	69.53	8.00	22.47
T ₁₄	54.10	16.85	70.95	5.00	24.05

Leyenda:

T₁ = Urea (120 kg/ha N)

T₂ = Urea (150 kg/ha N)

T₃ = Urea (180 kg/ha N)

T₄ = Urea (210 kg/ha N)

T₅ = Molimax Nitro (120 kg/ha N)

T₆ = Molimax Nitro (150 kg/ha N)

T₇ = Molimax Nitro (180 kg/ha N)

T₈ = Molimax Nitro (210 kg/ha N)

T₉ = Compomaster (120 kg/ha N)

T₁₀ = Compomaster (150 kg/ha N)

T₁₁ = Compomaster (180 kg/ha N)

T₁₂ = Compomaster (210 kg/ha N)

T₁₃ = Sin fertilización

T₁₄ = FDA + KCL

4.4. Análisis de rentabilidad

El análisis de beneficio y costo (B/C) de los tratamientos en estudio en la producción de arroz de la variedad HP-101 Plazas mediante la aplicación de tres fertilizantes nitrogenados y cuatro dosis de nitrógeno bajo un sistema de riego en Rioja, para 1 ha y cuyo precio del 1 kg de arroz en el mercado local es de 2.50 soles (Tabla 26). El análisis se hizo de acuerdo a la extrapolación del costo de producción para 1 ha, basado en el costo de la preparación del terreno y fanguero, materiales y equipos, insumos, manejo del cultivo y entre otros costos que se hicieron en este trabajo y se observó que:

Tabla 26. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

Clave	Costo de producción/ha (S/)												
	A				B			C	D	E	F	G	
	PTyF	MC	Sem.	S.A.T	Fert.	O	CyP	CT	Rdto	IB	U	IR	B/C
T ₉	600.00	500.00	160.00	1000.00	480.00	800.00	500.00	4040.00	8912.00	9803.00	5763.00	1.43	2.43
T ₁	600.00	500.00	160.00	1000.00	386.00	800.00	500.00	3946.00	8645.00	9510.00	5564.00	1.41	2.41
T ₃	600.00	500.00	160.00	1000.00	579.00	800.00	500.00	4139.00	8787.00	9666.00	5527.00	1.34	2.34
T ₂	600.00	500.00	160.00	1000.00	482.00	800.00	500.00	4042.00	8570.00	9427.00	5385.00	1.33	2.33
T ₁₁	600.00	500.00	160.00	1000.00	720.00	800.00	500.00	4280.00	9050.00	9955.00	5675.00	1.33	2.33
T ₁₀	600.00	500.00	160.00	1000.00	600.00	800.00	500.00	4160.00	8690.00	9559.00	5399.00	1.30	2.30
T ₄	600.00	500.00	160.00	1000.00	675.00	800.00	500.00	4235.00	8777.00	9655.00	5420.00	1.28	2.28
T ₅	600.00	500.00	160.00	1000.00	538.00	800.00	500.00	4098.00	8407.00	9248.00	5150.00	1.26	2.26
T ₁₂	600.00	500.00	160.00	1000.00	840.00	800.00	500.00	4400.00	8995.00	9895.00	5495.00	1.25	2.25
T ₆	600.00	500.00	160.00	1000.00	672.00	800.00	500.00	4232.00	8617.00	9479.00	5247.00	1.24	2.24
T ₇	600.00	500.00	160.00	1000.00	807.00	800.00	500.00	4367.00	8855.00	9741.00	5374.00	1.23	2.23
T ₈	600.00	500.00	160.00	1000.00	941.00	800.00	500.00	4501.00	8897.00	9787.00	5286.00	1.17	2.17
T ₁₃	600.00	500.00	160.00	1000.00	0.00	800.00	500.00	3560.00	6022.00	6624.00	3064.00	0.86	1.86
T ₁₄	600.00	500.00	160.00	1000.00	2170.00	800.00	500.00	5730.00	9172.00	10089.00	4359.00	0.76	1.76

Precio de 1 kg del arroz = 1.10 soles.

Leyenda:

T₁ = Urea (120 kg/ha N)
T₂ = Urea (150 kg/ha N)
T₃ = Urea (180 kg/ha N)
T₄ = Urea (210 kg/ha N)
T₅ = Molimax Nitro (120 kg/ha N)

T₆ = Molimax Nitro (150 kg/ha N)
T₇ = Molimax Nitro (180 kg/ha N)
T₈ = Molimax Nitro (210 kg/ha N)
T₉ = Compomaster (120 kg/ha N)

T₁₀ = Compomaster (150 kg/ha N)
T₁₁ = Compomaster (180 kg/ha N)
T₁₂ = Compomaster (210 kg/ha N)
T₁₃ = Sin fertilización
T₁₄ = FDA + KCL

PTyF = Preparación del terreno y fanguero
MC = Manejo del cultivo
Sem. = Semillas
S.A.T = Siembra, almácigo y trasplante
Fert. = Fertilización
CyP = Cosecha y poscosecha

O = Otros
CT = Costo total
Rdto = Rendimiento
IB = Ingreso bruto
U = Utilidad
IR = Índice de rentabilidad

B/C = Beneficio/Costo
B = A
D = C x S/ 2.50
E = D - B
F = E/B
G = D/B

El tratamiento T₉ (Compomaster 120 kg/Ha N) obtuvo el mayor costo y beneficio (S/) que los demás tratamientos en estudio con una utilidad de 5,763 soles; mientras el tratamiento T₁₃ (Sin fertilización), obtuvo el menor costo y beneficio que los demás tratamientos en estudio con una utilidad de 3,064 soles. Asimismo, los valores de beneficio y costo de ambos tratamientos son igual a 2.43 y 1.86 soles; es decir, estos nos indica que por cada sol invertido en la producción de arroz variedad HP-101 Plazas bajo un sistema de riego en Rioja, el productor puede esperar recobrar el sol invertido más un retorno adicional de 1.43 y 0.86 soles respectivamente (Tabla 26).

Respecto al tratamiento T₁₄ en base al fertilizantes (fosfato diamónico) en comparación los demás tratamientos en estudio se obtuvo un ingreso bruto de 10,089 soles y una utilidad de 4359 soles de acuerdo a los análisis económico de costo y beneficio resulta 1.76 soles es decir que por cada sol invertido en la producción de arroz, el productor puede esperar recobrar el sol invertido más un retorno adicional de 0.76 soles.

V. CONCLUSIONES

1. No existieron diferencias significativas entre los tratamientos basados en tres fertilizantes nitrogenados (Urea, Molimax Nitro y Compomaster 20-20-20) divididos en cuatro dosis de nitrógeno (120, 150, 180 y 210 kg/ha) en el rendimiento de *Oryza sativa* L. variedad HP-101 Plazas, que alcanzaron rendimientos de 8.40 a 9.05 t/ha bajo un sistema de riego en Rioja. Pero, los rendimientos de estos tratamientos fueron estadísticamente mayores en comparación al rendimiento obtenido por el tratamiento testigo T₁₃ (sin fertilización) que obtuvo un rendimiento con 6.02 t/ha.
2. No hubo un fertilizante nitrogenado que haya destacado estadísticamente por encima de los demás fertilizantes; pero, aritméticamente Molimax Nitro obtuvo granos con menor porcentaje de grano panza blanca igual a 4.75 % que los demás fertilizantes nitrogenados.
3. No hubo una dosis de nitrógeno que haya destacado estadísticamente por encima de las demás dosis; pero, aritméticamente la dosis de 120 kg/ha de nitrógeno produjo granos con menor porcentaje de grano panza blanca igual a 5.00 % en comparación a las demás dosis de nitrógeno.
4. Los tratamientos T₁ (Urea (120 kg/ha N)) y T₉ (Compomaster (120 kg/ha N)), mayores utilidades que los demás tratamientos y con mayor costo y beneficio con 2.43 y 2.41 soles respectivamente; es decir que por cada sol invertido en la producción de *Oryza sativa* L. (arroz), el productor puede esperar recobrar el sol invertido más un retorno adicional de 1.43 y 2.41 soles, respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones a nivel explicativo, teniendo en consideración a otros elementos nutricionales como el fósforo, el potasio y microelementos, las cuales favorecen el desarrollo y producción del cultivo del arroz bajo riego.
2. Realizar comparaciones en el comportamiento del cultivo del arroz bajo riego, teniendo en consideraciones la altitud sobre el nivel del mar u otras condiciones de sitio.
3. Realizar investigaciones comparativas entre diferentes variedades de arroz y su respuesta a la fertilización nitrogenada en el ámbito de Tingo María.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, M., Grau, D., y Contreras, J. (2006). Respuesta agronómica del arroz a diversas dosis de abonado nitrogenado en las marismas del Guadalquivir. Sevilla, España. 9 p.
- Álvarez, E. (2018). Cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Editado por Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) “Enrique Álvarez Córdova”. El Salvador. 33 p.
- Bertsch, F. (2003). Absorción de nutrimentos por los cultivos. ACCS. San José, Costa Rica. 307 p.
- Campos, E. (2008). Comportamiento agronómico de cuatro cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego en Tingo María. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 45 p.
- Chaudhary, R., Nanda, J., y Tran, D. (2003). Problemas y limitaciones de la producción de arroz. Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz. Editado por la FAO. Roma, Italia. 35 p.
- Deambrosi, E., y Méndez, R. (2007). Respuesta de cultivares de arroz de tipo indica a densidades de siembra y aplicaciones de nitrógeno en la zona Este de Uruguay. Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie técnica N° 167. Montevideo, Uruguay. 42 p.
- De Battista, J., y Arias, N. (2005). Capítulo 19: Arroz. En: Fertilidad de suelos y Fertilización de Cultivos. Echeverría, H.E. y F.O. García. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina. Pp. 399-407
- Dobermann, A., y Fairhurst, T. (2000). Rice: nutrient disorders and nutrient management. Editado por Potash and Phosphate Institute and International Rice Research Institute. USA. 190 p.
- Dobermann, A., y Fairhurst, T. (2005). Manejo del nitrógeno en arroz. En: Informaciones Agronómicas N° 58. Editado por el Instituto de la Potasa y el Fósforo. Quito, Ecuador. 6 p.
- El Potrero. (2015). Semillas El Potrero: variedad HP-101 Plazas. Perú. [En línea]: (<http://semillaselpotrero.blogspot.com/>, documento en línea revisado el 23 de octubre del 2019).
- FERTINOVA. (2019). Ficha técnica: Urea 46-00-00. Editado por FERTINOVA Agroproductos. México. [En línea]: (<https://tinyurl.com/y56mccfd>, documento en línea revisado el 23 de octubre del 2019).

- González, F. (2010). Manual técnico: Cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en el Perú. Editado por Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 26 p.
- Guerrero, R. (2001). Propiedades generales de los fertilizantes químicos. Fertilidad de suelos. Diagnóstico y control. Sociedad colombiana de las ciencias del suelo. Segunda edición; editorial Guadalupe Ltda. Bogotá, Colombia. Pp. 221-225.
- Gutierrez, H., y De La Vara, R. (2012). Análisis y diseño de experimentos. Tercera edición. Editorial MC Graw Hill. México. 489 p.
- Guzmán, D. (2006). Manejo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) sembrado bajo riego en finca ranchos horizonte; Cañas, Guanacaste, Costa Rica. Costa Rica. Práctica para optar al grado de Bachillerato en Ingeniería en Agronomía. Instituto Tecnológico de Costa Rica: Sede Regional San Carlos. Costa Rica. Pp. 20 – 25.
- Hernández, L., Tavitas, L., Álvarez, J., Tapia, L., Ortega, R., Esqueda, V., Jiménez, J., y López, R. (2019). Pacífico FL 15 y Golfo FL 16, variedades multiambientales de arroz con grano extra largo para México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10 (1): 23 - 34.
- Heros, E. (2013). Guía técnica: Manejo integrado en el cultivo de arroz. Editado por AGROBANCO – Universidad Nacional Agraria La Molina. Rioja, San Martín. 26 p.
- Heros, E., Soplín, H., y Sosa, G. (2018). Incorporación de nitrógeno para mejorar la eficiencia de uso del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en La Libertad, Perú. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, 7: 41 – 56.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). (2004). El cultivo del arroz en Venezuela. Comp. Orlando Páez; Edit. Alfredo Romero. Serie Manuales de Cultivo INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas) N° 1. Maracay, Venezuela. 202 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2016). Evaluación de materiales genéticos de arroz de grano largo delgado para las regiones productoras de México. Quinto Informe Técnico del Proyecto Fondo Sectorial Número 148859. Editado por Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Morelos, México. 77 p.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). (2019). ITIS Report, *Oryza sativa* L. Taxonomic Serial N°: 41976. [En línea]: (<https://tinyurl.com/y5j5ktv8>, documento en línea revisado el 23 de octubre del 2019).
- Lira, M. (2004). Evaluación del sistema de intensificación de arroz (*Oryza sativa* L) en comparación a dos sistemas de siembra tradicionales bajo condiciones de riego en

- Darío. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 55 p.
- León, J. (2020). San Martín y Amazonas son las regiones donde más crece la siembra de arroz en Perú. Editado por la Agencia Agraria de Noticias (ANDINA). Lima, Perú. ([En línea]: <https://tinyurl.com/bdevjvzv> Publicado 09 de julio del año 2020 en la web de ANDINA y revisado el 30 de noviembre del 2021).
- Mansilla, L. (2013). Niveles críticos para la interpretación del análisis de suelos. En: Curso de interpretación de análisis físico-químico en los cultivos de café y cacao. Editado por Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 4 p.
- Ministerio Agricultura y Riego (MINAGRI). (2019). Informe: IV Censo Nacional de Arroz - En molinos, almacenes y comercios mayoristas 2019. Editado por Ministerio Agricultura y Riego (MINAGRI). Lima, Perú. 13 p.
- Miranda, E., y Huamaní, H. (2014). Niveles de fertilización nitrogenada en el rendimiento de grano de arroz Capirona. Tesis para optar el título de Magister en Ciencias Agrícolas. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 115 p.
- MOLICOM. (2019). Variedad de arroz: HP 101-Plazas. Lima, Perú. [En línea]: (<https://tinyurl.com/y5r98ktj>, documento en línea revisado el 23 de octubre del 2019).
- Molina, E., y Rodríguez, J. (2012). Fertilización con N, P, K y S, y curvas de absorción de nutrimentos en arroz var. CFX 18 en Guanacaste. *Agronomía Costarricense*, 36 (1): 39-51.
- MOLIMAX. 2019. Fertilizantes nitrogenados. Editado por Molinos y CÍA. Lima, Perú. [En línea]: (<https://tinyurl.com/y2dkuubb>, documento en línea revisado el 23 de octubre del 2019).
- Molina, E., y Rodríguez, J. (2012). Fertilización con N, P, K y S, y curvas de absorción de nutrimentos en arroz variedad CFX 18 en Guanacaste. *Agronomía Costarricense*, 36 (1): 39-51.
- Moquete, C. (2010). Guía técnica: El cultivo de arroz. Editorial Centenario S.A. Santo Domingo, República Dominicana. Pp. 27 – 35.
- Morrejón, R., Hernández, J., y Díaz, S. (2012). Comportamiento de tres variedades comerciales de arroz en áreas del complejo agroindustrial arrocero “Los Palacios”. *Cultivos Tropicales*, 33 (1): 46-49.
- Olmos, S. (2007). Apunte de morfología, fenología, ecofisiología, y mejoramiento genético del arroz. En: Cátedra de Cultivos II Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Editado por Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina. 13 p.

- Pinedo, O. (2013). Rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) variedad “La conquista” en tres edades de siembra y diferente número de plantas por golpe, en el sistema de cultivo intensivo (Sir) en Tingo María. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 80 p.
- Portales, M. (2015). Efecto de la incorporación fraccionada de urea en el rendimiento de grano y calidad molinera de *Oryza sativa* L. Var. IR43, en Pacanguilla, Chepén. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. 46 p.
- Puig, M. (2016). Ambiente y calidad de grano en genotipos de arroz (*Oryza sativa*) tipo comercial largo ancho. Tesis para optar el título de Ingeniero en Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina. 55 p.
- Quintero, C., Gutiérrez, F., Befani, M., y Boschetti, N. (2007). Effects of soil flooding on phosphorus availability in soils of Mesopotamia, Argentina. *J. Plant Nutr. Soil Science*, 170 (1): 500 – 505.
- Quintero, C., y Figueroa, E. (2008). Fertilización de arroz. En: Fertilización de cultivos y pasturas (2da Ed.) Melgar, R. y Díaz Zorita, M. Emisferio Sur. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina. Pp. 244-260.
- Quintero, C. (2009). Factores limitantes para el crecimiento y productividad del arroz en Entre Ríos, Argentina. Tesis para obtener el grado de doctor. Universidad de La Coruña. La Coruña, España. 197 p.
- Quiroz, R., y Ramírez, C. (2006). Evaluación de la fertilización nitrogenada en arroz inundado. *Agronomía Mesoamericana*, 17 (2): 179-188.
- Rojas, J., y Moreno, N. (2008). Producción y formulación de prototipos de un biofertilizante a partir de bacterias nativas asociadas al cultivo de arroz (*Oryza sativa*). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 10 (2): 50-62.
- Ruíz, S., y Centeno, N. (2007). Evaluación del comportamiento agronómico de 11 líneas avanzadas de arroz (*Oryza sativa* L.) en el valle de Sébaco, durante la época de postera del 2006. Tesis para optar el título de Ingeniero en Sistema de Protección Agrícola y Forestal. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 49 p.
- Sánchez, S. (2019). Evaluación agronómica de las variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) SFL - 011 e INIA 512 - Santa Clara en condiciones de riego. Tesis para optar el título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 71 p.

- Solórzano, P. (2003). Crecimiento y nutrición del arroz (*Oryza sativa* L.) en Venezuela. Informaciones Agronómicas N°51. Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS). 5 p.
- Soto, M., y Meléndez, G. (2004). Cómo medir la calidad de los abonos orgánicos. Hoja Técnica N°48. Manejo integrado de plagas y agropecuaria. N°72. Costa Rica. Pp. 91 – 97.
- Valero, J. (2019). Dinámica de absorción de los macroelementos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) bajo condiciones de riego. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador. 35 p.
- Vargas, 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. Editado por CONARROZ. San José, Costa Rica. 24 p.
- Vidal, A., Pinciroli, M., Bezus, R., y Scelzo, L. (2012). Influencia de la temperatura ambiente sobre el ciclo y la calidad de grano de distintos genotipos de arroz tipo largo fino. XIV Reunión Argentina de Agrometeorología (RADA, 2012). Argentina. Pp. 137-138.
- Villarreal, J., Name, B., Smyth, J., y Quirós, E. (2007). Dosis óptima para la fertilización nitrogenada del arroz, en la Región Central de Panamá. *Agronomía Mesoamericana* (Costa Rica), 18(1): 115-127.

VIII. ANEXO

Tabla 27. Altura de planta de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Repeticiones				Promedio (cm)
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁	110.60	92.80	91.80	99.40	98.65
T ₂	90.20	87.80	95.80	100.60	93.60
T ₃	104.20	117.80	95.20	112.20	107.35
T ₄	100.60	117.20	115.40	99.60	108.20
T ₅	107.40	94.60	100.80	87.80	97.65
T ₆	90.20	93.80	89.40	105.20	94.65
T ₇	99.60	110.40	96.80	115.20	105.50
T ₈	98.20	112.60	117.40	95.20	105.85
T ₉	94.80	95.40	112.60	92.40	98.80
T ₁₀	89.20	96.40	105.60	92.20	95.85
T ₁₁	115.60	96.20	118.60	110.20	110.15
T ₁₂	115.20	118.80	98.40	107.80	110.05
T ₁₃	79.40	88.20	78.60	96.20	85.60
T ₁₄	98.40	119.20	106.80	116.40	110.20

Leyenda:

T₁ = Urea (120 kg/ha N)T₂ = Urea (150 kg/ha N)T₃ = Urea (180 kg/ha N)T₄ = Urea (210 kg/ha N)T₅ = Molimax Nitro (120 kg/ha N)T₆ = Molimax Nitro (150 kg/ha N)T₇ = Molimax Nitro (180 kg/ha N)T₈ = Molimax Nitro (210 kg/ha N)T₉ = Compomaster (120 kg/ha N)T₁₀ = Compomaster (150 kg/ha N)T₁₁ = Compomaster (180 kg/ha N)T₁₂ = Compomaster (210 kg/ha N)T₁₃ = Sin fertilizaciónT₁₄ = FDA + KCL

Tabla 28. Panojas por m² de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Repeticiones				Promedio (Panojas/m ²)
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁	327.39	380.35	305.76	314.77	332.07
T ₂	359.33	341.52	347.84	331.85	345.14
T ₃	325.98	374.51	325.62	310.97	334.27
T ₄	364.20	328.38	353.26	297.63	335.87
T ₅	325.50	340.60	321.24	311.51	324.71
T ₆	349.19	329.63	323.21	323.51	331.39
T ₇	349.09	380.40	329.63	298.16	339.32
T ₈	329.74	381.49	318.90	321.23	337.84
T ₉	329.50	346.76	377.70	293.08	336.76
T ₁₀	365.69	350.52	321.37	298.24	333.96
T ₁₁	320.49	374.12	325.64	340.74	340.25
T ₁₂	323.00	383.58	315.14	303.87	331.40
T ₁₃	289.55	323.90	275.62	266.67	288.94
T ₁₄	333.69	329.20	310.21	334.10	326.80

Leyenda:

T₁ = Urea (120 kg/ha N)
T₂ = Urea (150 kg/ha N)
T₃ = Urea (180 kg/ha N)
T₄ = Urea (210 kg/ha N)
T₅ = Molimax Nitro (120 kg/ha N)

T₆ = Molimax Nitro (150 kg/ha N)
T₇ = Molimax Nitro (180 kg/ha N)
T₈ = Molimax Nitro (210 kg/ha N)
T₉ = Compomaster (120 kg/ha N)

T₁₀ = Compomaster (150 kg/ha N)
T₁₁ = Compomaster (180 kg/ha N)
T₁₂ = Compomaster (210 kg/ha N)
T₁₃ = Sin fertilización
T₁₄ = FDA + KCL

Tabla 29. Total de espiguillas por panoja de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁	118.00	118.20	128.00	117.20	120.35
T ₂	114.00	119.60	117.80	114.60	116.50
T ₃	114.60	84.00	103.40	111.20	103.30
T ₄	98.20	98.80	102.00	104.00	100.75
T ₅	113.80	115.80	110.60	116.00	114.05
T ₆	110.60	122.00	123.60	120.20	119.10
T ₇	106.20	100.60	107.20	103.80	104.45
T ₈	102.00	104.40	107.00	105.20	104.65
T ₉	113.80	108.80	102.00	113.00	109.40
T ₁₀	110.80	116.00	114.20	114.00	113.75
T ₁₁	111.00	99.20	115.80	98.20	106.05
T ₁₂	110.20	103.20	110.80	114.00	109.55
T ₁₃	96.40	103.60	105.00	102.20	101.80
T ₁₄	117.60	119.00	117.20	110.40	116.05

Leyenda:

T₁ = Urea (120 kg/ha N)T₂ = Urea (150 kg/ha N)T₃ = Urea (180 kg/ha N)T₄ = Urea (210 kg/ha N)T₅ = Molimax Nitro (120 kg/ha N)T₆ = Molimax Nitro (150 kg/ha N)T₇ = Molimax Nitro (180 kg/ha N)T₈ = Molimax Nitro (210 kg/ha N)T₉ = Compomaster (120 kg/ha N)T₁₀ = Compomaster (150 kg/ha N)T₁₁ = Compomaster (180 kg/ha N)T₁₂ = Compomaster (210 kg/ha N)T₁₃ = Sin fertilizaciónT₁₄ = FDA + KCL

Tabla 30. Espiguillas fértiles por panoja de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁	93.05	83.08	105.55	89.52	92.80
T ₂	84.69	97.23	88.72	83.89	88.63
T ₃	93.44	73.33	93.89	89.10	87.44
T ₄	78.24	90.84	83.33	92.03	86.11
T ₅	92.46	83.88	93.91	90.01	90.06
T ₆	83.55	100.57	97.59	85.22	91.73
T ₇	87.09	80.55	94.02	94.74	89.10
T ₈	88.05	80.19	95.36	86.75	87.59
T ₉	100.78	88.79	76.30	95.93	90.45
T ₁₀	81.82	94.62	98.02	95.54	92.50
T ₁₁	101.21	82.80	100.51	79.72	91.06
T ₁₂	95.56	79.92	100.42	94.82	92.68
T ₁₃	74.58	71.00	84.35	71.06	75.25
T ₁₄	95.74	102.68	107.20	84.68	97.57

Leyenda:

T₁ = Urea (120 kg/ha N)
T₂ = Urea (150 kg/ha N)
T₃ = Urea (180 kg/ha N)
T₄ = Urea (210 kg/ha N)
T₅ = Molimax Nitro (120 kg/ha N)

T₆ = Molimax Nitro (150 kg/ha N)
T₇ = Molimax Nitro (180 kg/ha N)
T₈ = Molimax Nitro (210 kg/ha N)
T₉ = Compomaster (120 kg/ha N)

T₁₀ = Compomaster (150 kg/ha N)
T₁₁ = Compomaster (180 kg/ha N)
T₁₂ = Compomaster (210 kg/ha N)
T₁₃ = Sin fertilización
T₁₄ = FDA + KCL

Tabla 31. Fertilidad de espiguillas por panoja de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Repeticiones				Promedio (%)
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁	78.86	70.29	82.46	76.38	77.00
T ₂	74.29	81.29	75.31	73.21	76.02
T ₃	81.54	87.30	90.81	80.13	84.94
T ₄	79.68	91.94	81.69	88.49	85.45
T ₅	81.25	72.43	84.91	77.59	79.05
T ₆	75.54	82.44	78.95	70.90	76.96
T ₇	82.01	80.07	87.71	91.28	85.26
T ₈	86.33	76.81	89.12	82.46	83.68
T ₉	88.56	81.61	74.80	84.89	82.47
T ₁₀	73.84	81.57	85.84	83.81	81.26
T ₁₁	91.18	83.47	86.79	81.18	85.66
T ₁₂	86.72	77.44	90.64	83.17	84.49
T ₁₃	77.36	68.53	80.33	69.53	73.94
T ₁₄	81.41	86.29	91.47	76.70	83.97

Leyenda:

T₁ = Urea (120 kg/ha N)
T₂ = Urea (150 kg/ha N)
T₃ = Urea (180 kg/ha N)
T₄ = Urea (210 kg/ha N)
T₅ = Molimax Nitro (120 kg/ha N)

T₆ = Molimax Nitro (150 kg/ha N)
T₇ = Molimax Nitro (180 kg/ha N)
T₈ = Molimax Nitro (210 kg/ha N)
T₉ = Compomaster (120 kg/ha N)

T₁₀ = Compomaster (150 kg/ha N)
T₁₁ = Compomaster (180 kg/ha N)
T₁₂ = Compomaster (210 kg/ha N)
T₁₃ = Sin fertilización
T₁₄ = FDA + KCL

Tabla 32. Peso de 1000 granos de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Repeticiones				Promedio (g)
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁	27.09	27.12	27.14	26.89	27.06
T ₂	26.42	26.36	26.40	26.39	26.39
T ₃	26.97	27.23	26.94	27.17	27.08
T ₄	27.12	27.25	26.96	27.04	27.09
T ₅	27.14	27.05	27.22	27.06	27.12
T ₆	27.21	26.97	27.05	27.14	27.09
T ₇	26.56	26.73	26.64	26.53	26.62
T ₈	27.42	27.12	27.03	27.25	27.21
T ₉	27.21	27.15	26.98	27.09	27.11
T ₁₀	26.55	26.48	26.63	26.58	26.56
T ₁₁	26.48	26.84	26.72	26.59	26.66
T ₁₂	27.21	27.28	27.04	27.35	27.22
T ₁₃	26.02	26.05	26.20	26.03	26.08
T ₁₄	27.41	27.35	27.20	27.23	27.30

Leyenda:

T₁ = Urea (120 kg/ha N)
T₂ = Urea (150 kg/ha N)
T₃ = Urea (180 kg/ha N)
T₄ = Urea (210 kg/ha N)
T₅ = Molimax Nitro (120 kg/ha N)

T₆ = Molimax Nitro (150 kg/ha N)
T₇ = Molimax Nitro (180 kg/ha N)
T₈ = Molimax Nitro (210 kg/ha N)
T₉ = Compomaster (120 kg/ha N)

T₁₀ = Compomaster (150 kg/ha N)
T₁₁ = Compomaster (180 kg/ha N)
T₁₂ = Compomaster (210 kg/ha N)
T₁₃ = Sin fertilización
T₁₄ = FDA + KCL

Tabla 33. Rendimiento de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Repeticiones				Promedio (t/ha)
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁	8.25	8.57	8.76	7.58	8.29
T ₂	8.04	8.75	8.15	7.35	8.07
T ₃	8.22	7.48	8.24	7.53	7.86
T ₄	7.73	8.13	7.94	7.41	7.80
T ₅	8.17	7.73	8.21	7.59	7.92
T ₆	7.94	8.94	8.53	7.48	8.22
T ₇	8.08	8.19	8.26	7.49	8.00
T ₈	7.96	8.30	8.22	7.59	8.02
T ₉	9.04	8.36	7.78	7.62	8.20
T ₁₀	7.94	8.78	8.39	7.57	8.17
T ₁₁	8.59	8.31	8.75	7.22	8.22
T ₁₂	8.40	8.36	8.56	7.88	8.30
T ₁₃	5.62	5.99	6.09	4.93	5.66
T ₁₄	8.76	9.25	9.05	7.70	8.69

Leyenda:

T₁ = Urea (120 kg/ha N)
T₂ = Urea (150 kg/ha N)
T₃ = Urea (180 kg/ha N)
T₄ = Urea (210 kg/ha N)
T₅ = Molimax Nitro (120 kg/ha N)

T₆ = Molimax Nitro (150 kg/ha N)
T₇ = Molimax Nitro (180 kg/ha N)
T₈ = Molimax Nitro (210 kg/ha N)
T₉ = Compomaster (120 kg/ha N)

T₁₀ = Compomaster (150 kg/ha N)
T₁₁ = Compomaster (180 kg/ha N)
T₁₂ = Compomaster (210 kg/ha N)
T₁₃ = Sin fertilización
T₁₄ = FDA + KCL

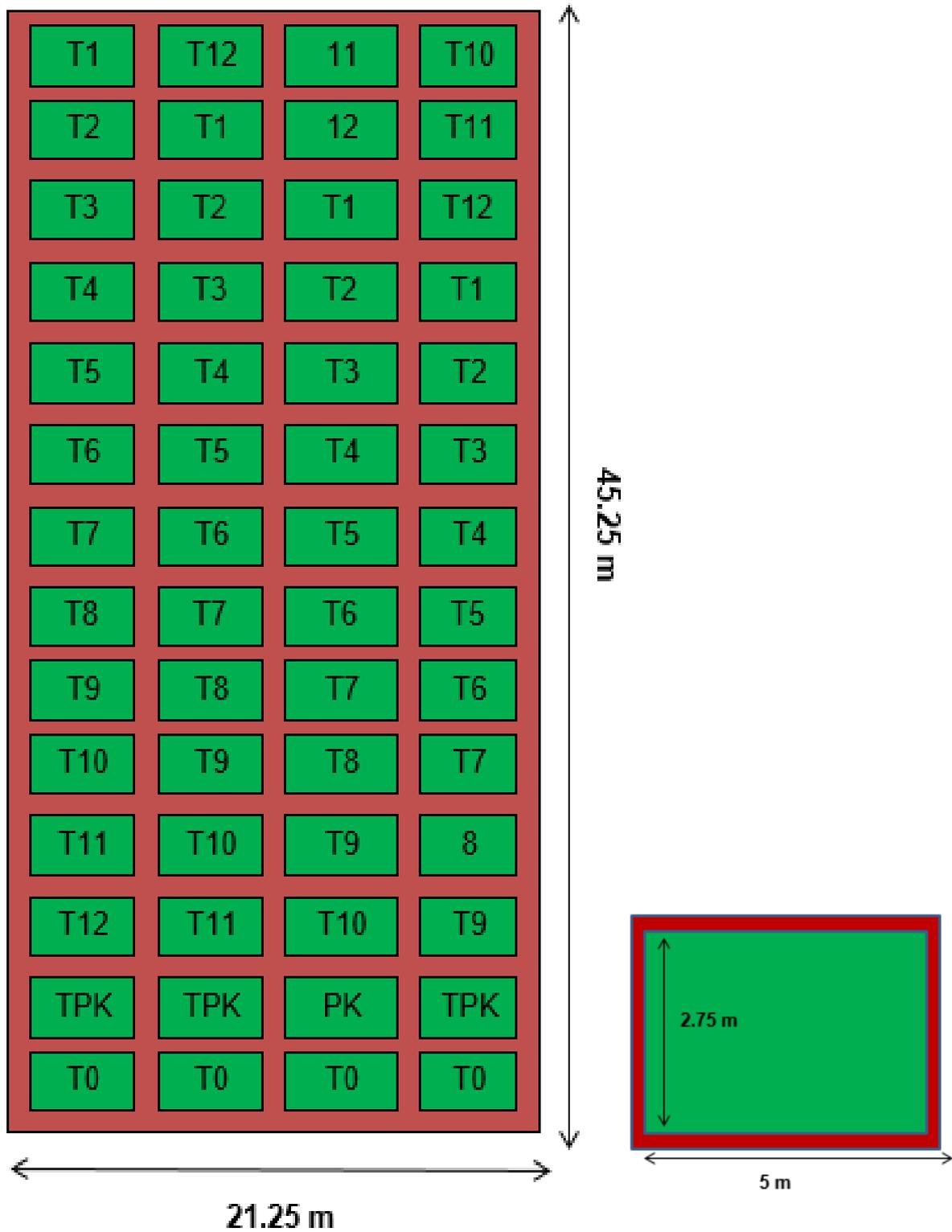


Figura 10. Croquis de la parcela experimental.



Figura 11. Dosificación de los fertilizantes.



Figura 12. Monitoreo de la parcela experimental.



Figura 13. Parcela experimental distribución de los tratamientos en estudio.



Figura 14. Desarrollo vegetativo del cultivo de arroz.



Figura 15. Evaluación de los tratamientos en estudio.



Figura 16. Visita del campo experimental de la ejecución de tesis.



Figura 17. Evaluación del cultivo de arroz por el asesor de tesis.



Figura 18. Dosis de fertilizante utilizado.



Figura 19. Resultados del análisis de suelo.



Figura 20. Interpretación del análisis de suelo y recomendaciones de abonamiento.

NOMBRE : Lucas Rojas Adán rojas_054@hotmail.com
 PROCEDENCIA : San Francisco
 FECHA INGRESO : 06-ene-16

LOCALIDAD : Awajum - Rioja
 FECHA REPORTE : 09-feb-16
 REFERENCIA : Tesis

Tesis "Respuesta del Cultivo de Arroz (Oriza sativa L.) variedad HP 101 - Plaza a la Aplicación de Dosis de Fertilizantes Nitrogenados. Bajo Riego - Rioja"

Nro	FECHA	VARIEDAD	TRATAMIENTO O REPETICION	RENDIMIENTO	HUMEDAD %	ESTERILIDAD		MOLINERIA			CALIDAD		PANZA BLANCA 100 Granos (%)		
						Peso Bruto	Peso Grano	Peso con Cáscara (gr)	% Pilado			Zona entera Tizosa		Zona Quebrada Tizosa	
									Total	Entero	Quebrado				
1	02-feb-16	HP 101 - Plaza (Semillas El Potrero)	PK		12.0%			100	70.95	54.10	16.85			5%	
2	02-feb-16		T0			12.1%			100	69.53	40.80	28.73			8%
3	02-feb-16		T1			12.0%			100	69.41	26.38	43.03			4%
4	02-feb-16		T2			12.2%			100	69.20	36.61	32.59			7%
5	02-feb-16		T3			12.1%			100	70.20	32.34	37.86			6%
6	02-feb-16		T4			12.4%			100	70.46	46.80	23.66			8%
7	02-feb-16		T5			12.3%			100	69.89	38.80	31.09			6%
8	02-feb-16		T6			12.0%			100	69.08	37.18	31.90			8%
9	02-feb-16		T7			13.0%			100	70.60	40.60	30.00			2%
10	02-feb-16		T8			12.0%			100	68.80	27.93	40.87			3%
11	02-feb-16		T9			12.0%			100	68.70	41.25	27.45			5%
12	02-feb-16		T10			12.5%			100	69.21	39.10	30.11			7%
13	02-feb-16		T11			12.0%			100	68.86	26.30	42.56			8%
14	02-feb-16		T12			12.4%			100	69.06	38.53	30.53			6%
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															


 V° B° Ing. Carlos Egoavil De la Cruz
 C. P. N° 32743




 Gleoder Ruiz Flores
 Laboratorista

Figura 21. Análisis de la calidad molinera.