

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA: CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA: INGENIERIA AGROFORESTAL



**EFFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN LA
PRODUCTIVIDAD DE DOS VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa*
L.) EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN OKINAWA
DEL MUNICIPIO DE COBIJA.**

Tesis de grado para optar al grado de Ingeniero Agroforestal

Presentado por: Univ. Ariel Rodríguez Cruz

Asesor: Ing. Griceldo Carpio Tancara

COBIJA – PANDO – BOLIVIA
2018

HOJA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue revisada y aprobada por:

CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMAS
Presidente	Dr. Benjamín Oliveira Carrillo	_____
Tribunal 1	Ing. Julio Diego Romaña Galindo	_____
Tribunal 2	Dra. Elizabeth Julieta Ponz Sejas	_____
Tribunal 3	Ing. David Gómez Roca	_____
Asesor	Ing. Griceldo Carpio Tancara	_____

Cobija, 30 de octubre del 2018

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi madre Rosmery Cruz Heredia, hijos: Mel Thais, Amaya Ariely y Paolo Andrés quienes han sido el impulso para continuar y llegar a culminar esta etapa de mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mis sinceros agradecimientos a:

- Dios por haberme dado vida, salud, y guía por guardarme de todo peligro en el transcurso de esta investigación y en el camino de toda mi vida.
- A mis padres Rosmery Cruz Heredia y Omar Rodríguez Ortiz por su apoyo material en la toma de datos en la elaboración del trabajo de tesis.
- Mi esposa Jhannina jackeline Claire Quispe, por su apoyo moral durante mis estudios y en la fase de elaboración del trabajo de tesis.
- Mi asesor Ing. Griceldo Carpio Tancara, por sus acertadas orientaciones en el desarrollo de la presente investigación
- Al Ing. Leonardo Gutierrez Limachi, por su apoyo material y humano en la toma de datos y el trabajo de campo de la tesis.
- Los miembros del tribunal, Ingenieros: Julio Diego Romaña, David Gomez y Dra. Elizabeth Ponza, por sus valiosas sugerencias en la revisión del trabajo.
- Los docentes de la carrera de Ingeniería Agroforestal, por haber impartido sus conocimientos con paciencia durante el proceso de enseñanza.
- Mis compañeros de la universidad: por las muchas experiencias vividas durante los años que hemos compartido juntos.

ÍNDICE

	Pág.
HOJA DE APROBACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE	iv
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE GRAFICOS	viii
LISTA DE FOTOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Objetivos	2
1.4. Hipótesis	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Generalidades del arroz	4
2.1.1. Origen y distribución	4
2.1.2. Importancia	5
2.1.3. Clasificación taxonómica	5
2.1.4. Descripción botánica	6
2.2. Requerimientos agroecológicos	6
2.2.1. Clima	6
2.2.2. Suelo	7
2.3. Técnicas de cultivo	8
2.3.1. Selección de Semilla.	8
2.3.2. Selección y preparación del terreno.	8
2.3.3. Siembra.	9
2.4. Plagas del cultivo de arroz	15

2.5. Enfermedades del cultivo de arroz	16
2.6. Comportamiento agronómico	17
2.7. Investigaciones relacionadas.	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. Ubicación	23
3.2. Materiales	23
3.3. Procedimiento experimental	24
3.4. Toma de Datos	27
3.5. Diseño Experimental	30
3.6. Modelo estadístico	31
3.7. Análisis de Datos	31
4. RESULTADOS	32
4.1. Condiciones climáticas	32
4.2. Condiciones edáficas	34
4.3. Ciclo de producción	35
4.3.1. Días a la emergencia y floración y cosecha	35
4.4. Características morfológicas	35
4.4.1. Altura de planta	35
4.4.2. Longitud de panícula	37
4.5. Características agronómicas	39
4.5.1. Número de macollos por planta.	39
4.5.2. Peso de 1000 granos	41
4.5.3. Rendimiento	42
4.6. Incidencia de plagas, enfermedades	45
4.3.1. Insectos	44
4.3.2. Enfermedades	44
5. DISCUSIÓN	45
5.1. Condiciones climáticas	46
5.2. Condiciones edáficas	46
5.3. Efecto de la fertilización en las características morfológicas	48
5.4. Efecto de la fertilización en los componentes del rendimiento	48

5.5. Plagas y enfermedades	49
6. CONCLUSIONES	51
7. RECOMENDACIONES	52
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

LISTA DE CUADROS

N°	Título	Pág.
1.	Promedios mensuales de temperatura y precipitación pluvial	32
2.	Características del suelo del área experimental	34
3.	Número de días desde la siembra	35
4.	Altura de planta por variedades y fertilización	35
5.	Análisis de Varianza para Altura de Planta	36
6.	Prueba de Duncan para altura de planta por variedades	37
7.	Longitud de panícula por variedades y dosis de fertilización	37
8.	Análisis de Varianza para Longitud de Panícula	38
9.	Prueba de Duncan para Longitud de Panícula	38
10.	Número de macollos por planta por variedades y dosis de fertilización	39
11.	Análisis de Varianza para número de macollos por planta	40
12.	Prueba de Duncan para N° de macollos/planta por variedades	41
13.	Peso de mil granos por variedades y dosis de fertilización	41
14.	Rendimiento de grano por variedades y dosis fertilización	43
15.	Análisis de Varianza para rendimiento de grano	44
16.	Prueba de Duncan para rendimiento de grano para la interacción	44

LISTA DE GRÁFICOS

N° Título	Pág.
1. Promedios de Temperatura, durante el estudio	31
2. Precipitación pluvial, registrada durante el estudio	32
3. Altura de planta a la floración	36
4. Longitud de panícula	38
5. Numero de macollos por planta	40
6. Peso de mil granos	42
7. Rendimiento de grano (kg/ha)	43

RESUMEN

La presente investigación titulada “Efecto de la fertilización nitrogenada en la productividad de dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en centro de investigación e innovación Okinawa del municipio de Cobija” realizado entre octubre de 2016 y abril de 2017, tuvo como objetivos específicos: a) Describir las características agronómicas de las variedades de arroz en estudio (una local y otra variedad promisorio introducida del departamento Santa Cruz. b) Analizar el efecto de la fertilización en las características agronómicas de las dos variedades de arroz y c) Determinar la mejor dosis de fertilizante nitrogenado en función a la productividad

La presente investigación se realizó en la propiedad denominada Centro de Investigación e Innovación Agropecuaria Okinawa dependiente de la Dirección de Desarrollo Productivo del Gobierno Autónomo Municipal de Cobija, provincia Nicolás Suárez del departamento Pando, cuyas coordenadas geográficas son: Longitud oeste 68°50'44" y Latitud sur 11°05'14". El procedimiento experimental consistió en la aplicación de las dosis de 0, 100, 120 y 140 kg/ha de urea en las variedades: Jasayé y Perlita (testigo) obtenidas de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra y INIAF – Pando respectivamente. Las variables evaluadas fueron: condiciones climáticas y de suelo, días a la emergencia, floración y cosecha; altura de planta, longitud de panícula, número de macollos por planta, peso de mil granos y rendimiento en kg/ha.

Los resultados indican que: Las condiciones agroecológicas del área de estudio, caracterizadas por una temperatura media de 27,0°C, fueron favorables para el desarrollo del cultivo, mientras que la baja precipitación y baja fertilidad del suelo contribuyeron a que los rendimientos no sean los óptimos. Se observó efecto significativo de la fertilización sobre el rendimiento, con un incremento de 844 en la variedad Jasayé.

Palabras claves: Fertilización nitrogenada en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)

ABSTRACT

The present research entitled "Effect of nitrogen fertilization on the productivity of two varieties of rice (*Oryza sativa* L.) in the Okinawa research and innovation center of the municipality of Cobija", carried out between October 2016 and April 2017, had as specific objectives a) Describe the agronomic characteristics of the rice varieties under study (a local and another promissory variety introduced from the Santa Cruz department) b) Analyze the effect of fertilization on the agronomic characteristics of the two rice varieties and c) Determine the best Nitrogen fertilizer dose according to productivity

The present investigation was carried out in the property called Okinawa Agricultural Research and Innovation Center under the Department of Productive Development of the Autonomous Municipal Government of Cobija, Nicolás Suárez province of Pando department, whose geographical coordinates are: West longitude 68°50'44 "and Latitude south 11°05'14 ". The experimental procedure consisted in the application of the doses of 0, 100, 120 and 140 kg / ha of urea in the varieties: Jasayé and Perlita (control) obtained from the city of Santa Cruz de la Sierra and INIAF - Pando respectively. The variables evaluated were: climatic and soil conditions, days to emergence, flowering and harvest; plant height, panicle length, number of tillers per plant, weight of a thousand grains and yield in kg / ha.

The results indicate that: The agroecological conditions of the study area, characterized by an average temperature of 27.0 ° C, were favorable for the development of the crop, while the low precipitation and low soil fertility contributed to the yields not being the optimum. A significant effect of fertilization on yield was observed, with an increase of 844 in the Jasayé variety.

Key words: Nitrogen fertilization in rice cultivation (*Oriza sativa* L.)

1. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha. A nivel mundial, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechada, pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales. Además de su importancia como alimento, el arroz proporciona empleo a muchas familias del área rural.

El rendimiento mundial del arroz para 2012 fue de 2.52 Tm/ha, y su proyección para el año 2015 en rendimiento es de 2.87 Tm/ha, un incremento anual de 0.93%. Incremento un poco optimista si consideramos que el incremento en los últimos 6 años fue de 0.68%, la base para ese rendimiento "optimo" proyectado responde básicamente al desarrollo e incremento en el uso de variedades mejoradas (Márquez de la Plata, 2013).

En el departamento Pando, el arroz es una de las especies más cultivadas por los agricultores del área rural, la superficie cultivada solo varía de 0,5 a 2 hectáreas por año, en consecuencia la mayor proporción de la producción es destinada al autoconsumo con escasos excedentes para la comercialización, por lo que a nivel departamental y particularmente en la ciudad de Cobija donde se concentra casi el 50% de la población departamental, debe abastecerse de este producto de otras regiones del país y principalmente de países vecinos como Brasil y Perú. La tecnología empleada en la producción es de tipo tradicional, generalmente la semilla empleada proviene de la anterior cosecha, las labores culturales son realizadas con la mano de obra familiar y empleando herramientas manuales.

1.1. Justificación

En el departamento Pando, la agricultura es de tipo tradicional y migratoria, basada en la tala y quema, con bajos niveles de producción. Tradicionalmente los agricultores sólo producen cultivos de subsistencia como arroz, maíz,

plátano, yuca y, en menor escala, caña de azúcar y frijol. Según Zonisig (1997) y estudios posteriores dan cuenta que los suelos del Departamento Pando, en general son de baja fertilidad, con pH desde ligeramente hasta muy ácidos y de textura variable y con una capa de materia orgánica superficial, estas características constituyen una limitantes para la producción intensiva de arroz en la región, por lo que es necesario buscar tecnologías que permitan subsanar estas debilidades y permitan mejorar la productividad de las especies cultivadas, en este caso del arroz.

1.2. Planteamiento del problema

Por lo mencionado anteriormente, se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es el efecto de la fertilización nitrogenada en la productividad de dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en el municipio Cobija, Pando?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en la productividad de dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en el municipio Cobija del departamento Pando.

1.3.2. Objetivos específicos:

- Describir las características agronómicas de las variedades de arroz en estudio (una local y otra variedad promisorio introducida del departamento de Santa Cruz).
- Analizar el efecto de la fertilización en las características agronómicas de las dos variedades de arroz
- Determinar la mejor dosis de fertilizante nitrogenado en función a la productividad.

1.4. Hipótesis:

Ha: La fertilización química influye positivamente en el comportamiento agronómico y productividad de las variedades de arroz en estudio.

Ho: La fertilización química no influye en el comportamiento agronómico y productividad de las variedades de arroz en estudio.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades del arroz

2.1.1. Origen y distribución

Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz, debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo dio lugar en China, tanto en tierras bajas así como en tierras altas; probablemente haya habido varias rutas por las cuales se introdujo el arroz de Asia a otras partes del mundo. Los últimos hallazgos arqueológicos en yacimientos de China han puesto al descubierto glumas de arroz que podrían datarse entre los años 2750 y 3280 a.c y hasta 3.500 años antes de Cristo en Tailandia. De este modo, la extendida creencia de que el *Oryza sativa* era de origen Indú, 2500 a.c ha quedado desplazada. En realidad, las últimas investigaciones apuntan que ésta parece tener un origen mucho más anterior a lo que se creía (Caicedo, 2008).

Con el proceso evolutivo y de domesticación a que se sometió la especie *Oryza sativa*, surgieron innumerables tipos genéticamente divergentes los cuales se fueron adaptando a las más variadas condiciones agro ecológicas, estando la especie actualmente subdividida en dos principales subespecies, grupos o razas eco geográficas.

El grupo Indica es el principal grupo cultivado en el Sur y Sudeste de Asia y en muchas áreas de la República de China. Morfológicamente, se caracteriza por poseer tallos largos, alta capacidad de macollamiento, hojas largas y decumbentes y ciclo tardío. El grupo Japónica es largamente cultivado en las zonas templadas de Taiwan, Corea, Japón, parte de Australia, California, Europa y Egipto. Posee tallos cortos y rígidos, mediana capacidad de macollamiento, hojas oscuras y erectas y ciclo precoz (Pinheiro, 1998).

Se considera que probablemente el arroz del tipo japónica haya sido domesticado en las partes norteñas de Sudeste de Asia o sur de China. De China se introdujeron a Corea las especies Japónicas y de Corea a Japón casi al iniciar el primero siglo después de Cristo (Khush, 1997).

En América Latina se han reportado cuatro especies silvestres de las cuales una es diploide con genoma A (*O. Glumaepatula*) y tres tetraploides con genoma CD (*O. alta*, *O. latifolia* y *O. grandiglumis*) de las que se han aprovechado características de resistencia y se ha logrado la identificación de QTLs y la producción de líneas isogénicas cercanas (NILs)). Sin embargo, el número de accesiones es pequeña para la mayoría de países excepto Brasil (Buso *et al*, 2001) y Costa Rica (Zamora *et al*, 2003).

2.1.2. Importancia

El Arroz es una gramínea anual de gran importancia en la dieta humana como fuente de carbohidratos. Constituye el principal alimento en muchos países asiáticos y en algunos de sur América; es la especie más cultivada después del trigo, ocupando 151 millones de hectáreas, la producción alcanzada se ha estimado en 562 millones de toneladas métricas y Asia produce el 90% del total mundial, siendo china el principal productor, seguido de Brasil siendo el mayor productor en el continente americano. Este cereal es una de las pocas especies alimentarias adaptadas en terrenos inundados, y por su alta capacidad productiva es una importante fuente de imagen para el sector agrícola de muchos países (Ospina J. y Aldana H. 2001).

2.1.3. Clasificación taxonómica

González, (1985), da la siguiente clasificación:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida o Monocotiledóneas,

Orden: Cyperales o glumiflora,

Familia: Poaceae o Gramineae,

Género: *Oryza*

Especie: *O. sativa* L.

2.1.4. Descripción botánica

El arroz es una planta de tallos alíndricos, con nudo y entrenudos, con hojas adheridas a los nudos, panícula Terminal y adaptada para crecer en terrenos inundados. Las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas a medida que crece la planta se torna alargada y flácida, con ramificaciones abundantes. La longitud del tallo va desde 30-50 cm, en variedades enanas. Que son las que se cultivan en mayor es cala, a 70 cm las gigantes. El macollaje se inicia en el primer nudo. Las hojas son alternas y dispuestas a lo largo del tallo, la primera que aparece, se denomina profilo que carece de lámina. Las hojas restantes son completas. La panícula, localizada sobre el extremo apical del tallo y se inicia sobre el último nudo denominado ciliar. Es una inflorescencia que posee un eje llamado raquis, se extiende desde el nudo ciliar hasta el ápice. Se clasifica según el tipo, en abiertas, compactas o intermedia, y según el ángulo de inserción de las ramificaciones primarias puede ser erecta, colgante (González, 1985).

Las flores están constituidas por 6 estambres y un pistilo. Los estambres constan de 6 filamentos delgados portadores de anteras cilíndricas, la longitud varía entre 2.1 y 2.6 mm, y contiene cada uno 500 a 1000 granos de polen. El pistilo contiene el ovario, el estilo y el estigma. El ovario de cavidad simple y contiene el óvulo. El grano es una cariósipide en que la semilla se encuentra adherida a la parte del ovario maduro, y está formado por la cáscara, que a la vez está formado por glumas, glumelas, raquis y arista. El pericarpio tiene una consistencia fibrosa, varia en espesor y está formado por la cutícula, el mesocarpio y la capa de células entrecruzadas. La testa constituye la cubierta de la semilla y el endospermo la mayor parte del grano, formado por sustancias almidonosas (González, 1985).

2.2. Requerimientos agroecológicos

El arroz se cultiva en diferentes condiciones climas y de suelo, bajo los sistemas de riego y secano favorecido-mecanizado.

2.2.1. Clima

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13°C, considerándose su óptimo entre 30 y 35°C. Por encima de 40°C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo de 7° C, considerándose su óptimo en los 23°C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El espigado está influido por la temperatura y por la disminución de la duración de los días (Márquez 2013).

El arroz es un cultivo típico de zonas tropicales o subtropicales y se concentra en las de clima húmedo. En territorios templados depende de las condiciones de temperatura y radiación solar. En laderas cuando no se utilizan la inundación las lluvias determinan la distribución de las áreas de cultivo del arroz. La temperatura óptima debe fluctuar entre un mínimo de 32 y 34°C, y un máximo de 40 y 42°C (Ospina J. y Aldana H., 2001)

2.2.2. Suelo

El arroz de riego y secano se cultivan en suelos diversos desde los arenosos hasta los pesados; los más recomendados son los francos arcillosos. El crecimiento de la planta depende básicamente del clima, del agua y de los nutrientes (Ospina J. y Aldana H., 2001).

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

La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con

la inundación, mientras que para suelos alcalinos ocurre lo contrario. El pH óptimo para el arroz es 6.6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y además las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico. Para el cultivo de arroz en nuestro medio es considerado el suelo arcilloso, franco arcilloso o franco limoso, con buen drenaje y un pH de 6,5 a 7,5 (Villavicencio y Vásquez 2008).

2.2.3. Periodo Vegetativo.

El ciclo del arroz es dado por la temperatura; para germinar se necesitan de unos 30 a 35°C, el crecimiento de tallo y raíces se realizan entre 23°C, la espiga se forma a los 30 días. La floración tiene lugar el mismo día del espigado y dura entre 6 y 8 horas. El periodo vegetativo no es igual en todos los arroces; puede variar entre 240 días en arroces tardíos y 90 días en arroces precoces. El ciclo de vida de las variedades en el trópico oscilan entre 100 y 200 días; sin embargo, las variedades cultivadas comercialmente fluctúan entre 100 y 150 días. El periodo vegetativo puede ser modificado por factores, como la temperatura y la humedad (Ospina J. y Aldana H., 2001)

2.3. Técnicas de cultivo

2.3.1. Selección de Semilla.

Debe tener un alto grado de pureza, buena germinación y adecuado contenido de humedad, el grano debe estar libre de enfermedades (Pérez, 2000). En la costa sur del Pacífico después de una primera selección visual de las semillas, estas se lavan en potrillos (canoas) donde se seleccionan mecánicamente las que se sumergen y se desechan las que quedan flotando por no tener un buen llenado del grano; luego se pone el arroz a secar inmediatamente en las playas de los ríos, sobre láminas de zinc y en ocasiones en placas de cemento para evitar la hidratación de las semillas (PRONATTA, 2003).

2.3.2. Selección y preparación del terreno.

Como el arroz es un cultivo exigente en agua, entonces partiendo de un conocimiento tradicional se establece en lotes ubicados a la orilla de los ríos y lotes de guandales inundados en suelos aluviales o similares (PRONATTA, 2003).

El tamaño de los lotes oscilan entre 2000 y máximo 3500 metros cuadrados. Una familia puede tener más de un lote. En el Pacífico Colombiano la preparación del terreno no se realiza con mecanización. Solo se hace una rocería a machete, que consiste en cortar todas las malezas existentes y arbustos, para la cual existen dos formas; preparación a suelo limpio y preparación a punta de machete. La preparación a punta de machete que consiste en cortar las malezas y arbustos existentes en el lote seleccionado y no se arruma, o sea no se recoge se deja en el lote y se procede a sembrar. Es muy similar al llamado tumba y pudre (PRONATTA, 2003).

2.3.3. Siembra.

Una vez se limpia el lote por cualquiera de los dos sistemas se procede a sembrar al voleo, para la cual se utilizan 12 latas/ ha. Equivalente a 150 kg (PRONATTA, 2003) el arroz puede ser sembrado directamente en el terreno, o en viveros para luego ser transplantado. La siembra directa es la más común. Cuando la siembra se efectúa en el terreno inundado la semilla es sometida a un proceso de germinación, que implica 2 procesos: remojo y germinación (Pérez. 2000).

3.3.4. Agua.

Según Pérez (2000), el arroz necesita grandes cantidades de agua. En condiciones de riego el cultivo permanece inundado, casi todo el periodo vegetativo y la planta transporta el oxígeno de las hojas a las raíces, mediante el tejido del parénquima. Los mejores rendimientos se obtienen bajo inundación, esto reduce la competencia con otras plantas. En condiciones del secano, el éxito del cultivo depende de la precipitación anual, y su distribución,

porque las épocas de germinación y floración deben coincidir con las máximas precipitaciones y la época de recolección con la mínima.

2.3.5. Fertilización.

Los suelos arroceros varían mucho en relación con la disponibilidad de nutrientes para la planta (Pérez, 2000). Los principales nutrientes que el arroz requiere para su normal desarrollo son: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg), que, si el suelo no los suministra en forma natural, deben ser agregados en la medida que sean necesarios. Las cantidades por aplicar dependen del análisis del suelo

La fertilización es una práctica necesaria para producir rendimientos altos, Domínguez, G. (1998), y para obtener una buena producción el arroz necesita principalmente nitrógeno..

En determinados casos se debe agregar fósforo y potasio, si se comprueba su deficiencia por medio de un análisis del suelo. (INPOFOS. 1993).

La recomendación para suelos deficientes en nitrógeno, común en suelos del trópico ecuatoriano, es de 120 kg N ha⁻¹ para variedades mejoradas (Alcivar, y Mestanza, 2007).

Andrade, F. (2009), menciona en el Informe Técnico del proyecto titulado “Colección y caracterización de variedades tradicionales de arroz” el concepto de dosis bajas de nitrógeno, tema de este proyecto, refiriéndose a la aplicación de nitrógeno en cantidades inferiores a 120 kilogramos por hectárea.

Ruíz (1987), expresa que un suelo fértil o bien fertilizado aporta los nutrientes que necesita una cosecha en proporciones y cantidades correctas para el mejor crecimiento y rendimiento; en estas condiciones, el aporte nutritivo se llamará equilibrado. Una cantidad insuficiente o excesiva de cualquier elemento puede reducir los rendimientos o disminuir el beneficio de los fertilizantes. Además de los bajos rendimientos, un desequilibrio nutritivo puede causar propensión a enfermedades, encamado, o madurez tardía de los cultivos. Los ensayos de campo y los análisis de suelo son importantes

medios para determinar qué es lo que el suelo no tiene y la cantidad de elementos nutritivos que se necesitan para un suelo y un cultivo determinados. Tisdale Y Nelson (1991), al referirse a la producción del arroz indican que existen variedades que son más eficientes extractoras de nutrientes del suelo. El MAGAP (2010), en el boletín N° 2, señala que los suelos apropiados para el arroz son los arcillosos – limosos, ricos en sustancias orgánicas, con un PH entre 5 y 7.

El nitrógeno es el nutriente que incide de manera más directa sobre la producción de arroz y el que obtiene resultados más espectaculares.

Según De Datta (1981), citado por Sendra, Carreres y Ballesteros (Cahiers Options MditerranBennes, vol. 15, no 4) entre las funciones que desempeña el nitrógeno cabe destacar las siguientes:

- Influye positivamente sobre los factores de la producción,
- Aumenta la superficie foliar lo que se traduce en un aumento de la actividad fotosintética de las plantas,
- Aumenta la calidad del grano de arroz al aumentar su contenido proteico.

El fósforo y el potasio también inciden de manera positiva sobre la producción de arroz, pero sus efectos son menos espectaculares que los del nitrógeno.

El fósforo, entre otras funciones, favorece el ahijamiento, influyendo positivamente en el número de tallos fértiles, y actúa sobre la síntesis y el transporte de las proteínas y del almidón, mejorando la calidad del grano. Sendra, Carreres y Ballesteros (Cahiers Options MditerranBennes, vol. 15, no 4)

a) Nitrógeno

Gran parte del nitrógeno del suelo se encuentra en formas orgánicas, formando parte de la materia orgánica y de los restos de cosecha, pero la planta de arroz solo absorbe el nitrógeno de la solución en forma inorgánica. El paso de la forma orgánica del nitrógeno a las formas inorgánicas tiene lugar

mediante el proceso de mineralización de la materia orgánica, siendo los productos finales de este proceso distintos según las condiciones del suelo. . InfoAgro, (2010).

En un suelo anaeróbico, la falta de oxígeno hace que la mineralización del nitrógeno se detenga en la forma amónica, que es la forma estable en los suelos con estas condiciones. Esta forma de nitrógeno se encuentra en dos maneras: disuelta en la solución del suelo y absorbida por el complejo arcillo-húmico, formando ambas la fracción de nitrógeno del suelo fácilmente disponible para el arroz.

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

- En la fase de ahijamiento medio (35-45 días después de la siembra), cuando las plantas están desarrollando la vegetación necesaria para producir arroz.
- Desde el comienzo del alargamiento del entrenudo superior hasta que este entrenudo alcanza 1.5-2 cm. InfoAgro, (2010).

El nitrógeno se debe aportar en dos fases: la primera como abonado de fondo, y, la segunda, al comienzo del ciclo reproductivo. La dosis de nitrógeno depende de la variedad, el tipo de suelo, las condiciones climáticas, manejo de los fertilizantes, etc. En general la dosis de 150 kg de nitrógeno por hectárea distribuida dos veces (75% como abonado de fondo, 25% a la iniciación de la panícula).

En el abonado de fondo conviene utilizar fertilizantes amónicos y enterrarlos a unos 10 cm. de profundidad, antes de la inundación, con una labor de grada. El abonado de cobertera se aplicará a la iniciación de la panícula, utilizando nitrato amónico. Los abonos nitrogenados utilizados, son generalmente, el

sulfato amónico, la urea, o abonos complejos que contienen además del nitrógeno, otros elementos nutritivos. InfoAgro, (2010).

Teniendo en cuentas el periodo vegetativo de las variedades se recomienda aplicar el nitrógeno al voleo y en varias épocas; así, para variedades precoces (INIAP – 11, INIAP – 12, INIAP – 14, INIAP – 15, e INIAP – 16) en siembra directa, aplicar el fertilizante nitrogenado en dos fracciones, a los 20 y 40 días después de la siembra. En siembra de trasplante, hacer la primera aplicación 10 días después del trasplante y la segunda, 20 días después de la primera aplicación. Villavicencio y Vásquez, (2008).

b) Fósforo

También influye de manera positiva sobre la productividad del arroz, aunque sus efectos son menos espectaculares que los del nitrógeno. El fósforo estimula el desarrollo radicular, favorece el ahijamiento, contribuye a la precocidad y uniformidad de la floración y maduración y mejora la calidad del grano.

El arroz necesita encontrar fósforo disponible en las primeras fases de su desarrollo, por ello es conveniente aportar el abonado fosforado como abonado de fondo. Las cantidades de fósforo a aplicar van desde los 50-80 kg de P₂O₅/ha. Las primeras cifras se recomiendan para terrenos arcillo limosos, mientras que la última cifra se aplica a terrenos sueltos y ligeros. InfoAgro, (2010).

c) Potasio

El potasio aumenta la resistencia al encamado, a las enfermedades y a las condiciones climáticas desfavorables. La absorción del potasio durante el ciclo de cultivo transcurre de manera similar a la del nitrógeno. La dosis de potasio a aplicar varían entre 80-150 kg de K₂O/ha. Las cifras altas se utilizan en suelos sueltos y cuando se utilicen dosis altas de nitrógeno. InfoAgro, (2010).

2.3.6. Cosecha.

Se hace generalmente panícula por panícula y algunas veces por plantas se realiza a partir de los 90 días después de la siembra, la cosecha siempre es des uniforme ya que no todas las plantas se desarrollan uniformemente. La cosecha se realiza de dos maneras. A punta de uña, que consiste en coger la panojas y cortarlas con la uña del dedo pulgar para luego llevarlas a un canasto para posteriormente trillarlas en una canoa. El azote se cortan las panojas con cuchillos y se golpean en un potrillo o en la pared interna de un cajón de madera especial para el efecto, donde se desprenden y depositan los granos (PRONATTA, 2003).

2.3.7. Secado.

El secado de los granos se realiza al exponerse al sol sobre una lana o lamina de zinc, las altas precipitaciones durante casi todo el año, tres horas de brillo solar y una humedad relativa del 80% lo hace un proceso lento e ineficiente, que en ocasiones termina con pudrición precoz del grano (PRONATTA, 2003)

3.3.7. Limpieza del grano.

Es una Labor de pos cosecha, mediante el cual una vez el arroz seco, se le quitan todas las impurezas para dejarlo limpio y listo para el pilado. El arroz se venta en canastos, bateas, platones. Se deja caer el arroz desde una altura entre 1 a 1.5m, y con la acción del viento se van separando las impurezas, cuando no hay viento se ayuda con un abanico (PRONATTA, 2003).

2.4. Plagas del cultivo de arroz

Se presentan plagas como: Sogata, Novia del arroz, grillo topo y chinche de la espiga (CORPOICA, 1996).

2.4.1. Sogata. (*Tagosodes orizicolus*).

Este insecto transmite la enfermedad viral “Hoja Blanca”. Los adultos y las ninfas chupan la savia de las hojas y tallos de las plantas de arroz y de las

panículas en formación durante la etapa de embuchamiento (Cheaney y Jennings, 1975).

2.4.2. Novia del Arroz o Polilla Blanca. (*Rupella albinella*).

Ésta se encuentra normalmente en los extremos de las hojas. La larva se reconoce fácilmente por su cabeza pequeña, el abdomen que termina en punta y la carencia de manchas o franjas sobre su cuerpo acanalado. Es una plaga grave para el arroz de secano y comienza a atacar a nivel del suelo y luego asciende dentro del tallo; las hojas inferiores se tornan amarillas, al completar el estadio de pupa, el adulto sale por un agujero perforado en el tallo (Cheaney y Jennings, 1975). No es tan peligroso en arroz de riego.

2.4.3. Marranita, grillo topo. (*Neocultilla hexadactyla*)

Estas se presentan en el Pacífico Colombiano. Su Ciclo de vida: Huevo, Ninfa, Adulto; donde el estado dañino se presenta en adulto y ninfa, estas se alimentan de las raíces, cortan la planta causando muerte (FEDEARROZ, 2008).

2.4.4. Cogollero. (*Spodoptera fungiperda*).

Su Ciclo de vida: Huevo, Larva, Pupa, Adulto; donde el estado dañino se presenta en las larvas pasan por 5 instares o estado de crecimiento, las de mayor tamaño son voraces (FEDEARROZ, 2008).

2.4.5. Chinche de la espiga. (*Oebalus sp*).

Su Ciclo de vida: Huevo, Ninfa, Adulto; donde el estado dañino se presenta en ninfa (5 estados de desarrollo) y adultos. El insecto adulto y ninfas chupan los granos e inyectan una saliva tóxica, produciendo un punto oscuro en la cáscara, facilitando la entrada de hongos que manchan el grano disminuyendo el peso y la apariencia (FEDEARROZ, 2008).

2.5. Enfermedades del cultivo de arroz.

Las enfermedades no tienen incidencia económica significativa y sólo en algunas ocasiones se presenta Piricularia y la hoja blanca. Entre otras enfermedades del arroz se mencionan las siguientes: Anublo de la vaina, Helmintosporiosis y el Escaldado (CORPOICA, 1996).

2.5.1. Añublo del Arroz. (*Pyricularia oryzae*).

Se reproduce asexualmente. La *Pyricularia* o añublo del arroz ha sido considerada como la principal enfermedad del arroz debido a su amplia distribución y su poder destructivo bajo condiciones favorables. En la última década, las infecciones de *Pyricularia* se han producido en regiones o áreas aisladas. El micelio del hongo produce una sustancia tóxica conocida como pericularina, que inhibe el crecimiento de los tejidos y los desorganiza. (Villarraga y Andrade, 1985)

2.5.2. Añublo de la Vaina. (*Rhizoctonia solani*).

Es causada por el hongo *Rhizoctonia solani*, el cual pertenece al grupo de anastomosis AG-1. Su estado perfecto se conoce como *Thanatephorus cucumeris*. Los esclerocios son formados superficialmente sobre las lesiones o tejidos afectados cayendo al suelo o al agua al alcanzar su madurez. Esta enfermedad está considerada como la segunda en importancia económica después de la *Pyricularia*. Las lesiones se producen principalmente en la vaina, siendo éstas en un principio de forma ovoide, de color gris verdoso, con una longitud que varía entre 1 y 3 cm. de largo. El centro de la lesión se torna blanco-grisáceo, con un margen marrón. La presencia de diferentes lesiones que lleguen a unirse causando la muerte de las hojas o hasta de la planta entera. (FEDEARROZ, 2008).

2.5.3. Escaldado (*Rhynchosporium oryzae*).

Es una enfermedad producida por un hongo que ataca las hojas viejas, las lesiones comienzan por lo general en la punta de las hojas. Al comienzo, aparecen manchas de forma irregular, saturadas de agua, transformándose en

áreas grandes rodeadas por bordes de color café oscuro alrededor de las áreas internas más claras, con la cual se diagnostica la enfermedad. La enfermedad es común en arroz de secano en América Central y en algunas regiones de América del Sur. El escaldado de la hoja puede producir pérdidas de rendimiento cuando el ataque es severo (Cheaney y Jennings, 1975).

2.5.4. Mancha Parda o Helminthosporiosis (*Bipolaris oryzae*).

Esta enfermedad es causada por el hongo *Bipolaris*, atacando las plántulas, hojas y granos en formación. Las manchas sobre las hojas son ovaladas de color café oscuro. En casos graves las manchas cubren toda la panícula causando la pérdida del grano.

Esta enfermedad afecta arroz de secano y se encuentra en áreas más drenadas y en suelos que sufren desordenes nutricionales, o la acumulación de sustancias tóxicas, en suelos con nivel de fertilización reducida. Esta enfermedad no es grave en plantas bien nutridas. (Cheaney y Jennings, 1975).

2.5.5. La Hoja Blanca.

Es la única enfermedad viral del arroz en América Latina. Causando pérdidas económicas graves, durante un periodo de varios años, seguido por una época disminuyendo la intensidad del ataque. Los síntomas que presenta en las hojas moteadas, con franjas largas amarillo blancuzco, raquitismo de la planta, panículas pequeñas, deformes y estériles con espiguillas decoloradas. La enfermedad se presenta a los 2 meses de edad comienza en lugares aislados y se extiende rápidamente a toda la plantación. El único vector importante del virus es *Sogatodes oryzicola*, la fertilización, la densidad de siembra y el agua tienen pocos efectos en el desarrollo y difusión de la enfermedad (Cheaney y Jennings, 1975).

2.6. Comportamiento agronómico

Los rendimientos en la costa Pacífica alcanzan un promedio de 2500 kg/ha. Para el consumo de la familia, se destina aproximadamente el 60%; el resto se vende en la localidad. Su baja productividad y rentabilidad se debe a que se utilizan variedades regionales de bajo rendimiento, usan semilla de la cosecha anterior, se siembra al voleo y se hace un manejo tradicional (CORPOICA, 1996).

La variedad comercial Fedearroz 50, es una variedad de alto rendimiento que presenta resistencia a enfermedades, como *Pyricularia grisea*, (hoja y cuello), tolerante a *Helminthos*

porium, y complejo de manchado de grano, al virus de la hoja blanca. Moderadamente susceptible a *Sarocladium* y *Rhizoctonia*, con una dormancia o latencia de la Semilla de 40 a 60 días; resistencia a Plagas, daño mecánico de Sogata, tolerante a *Hydrellia* y Barrenadores (*Diatrea*; *Rupela*).

En la medida en que se incrementa la densidad de siembra, disminuye el macollamiento y la variedad Fedearroz 50 se hace más propensa a la *Rhizoctonia*. Presenta ciclo entre 115 y 130 días desde germinación a cosecha, macollamiento semicompacto presenta tallo fuerte y flexible de altura de la planta entre 70 y 113 cms, con hoja bandera erecta y una senescencia tardía es decir, mantiene verdor por mayor tiempo, granos color amarillo, con una arista corta y pubescentes hacia ápice del mismo. El peso de 1000 semillas es de 26 g, presentando un vaneamiento del 12 al 25 %. Compensado con mayor número de granos por panícula; con un rendimiento de 7.5 toneladas por hectárea y una latencia de 40 a 60 días después de cosechada (FEDEARROZ, 2008).

La variedad Oryzica Caribe 8 es uno de los arroces recomendados para las condiciones de riego y secano favorecido en los Llanos Orientales y el Caribe. Su crecimiento inicial rápido y la tolerancia a enfermedades son las características sobresalientes, para recomendarlas en zonas de secano favorecido. El rendimiento bajo condiciones de riego y de secano favorecido es

de 6.7 toneladas por hectárea, y se reportan rendimientos de 2.5 ton/ha en el municipio de Timbiquí Cauca (Pronatta, 2003). Es una variedad precoz, característica deseable en las zonas de secano favorecido para escapar a los efectos de la sequía que generalmente se presenta en estas zonas en la época de floración y para facilitar la rotación con otras especies presenta tolerancia a las enfermedades causadas por los hongos *Pyricularia oryzae*, *Rhynchosporium oryzae* y el complejo de hongos en las panículas. La variedad es tolerante al daño mecánico del insecto Sogata pero susceptible al virus de la hoja blanca. (FEDEARROZ, 2008).

2.7. Investigaciones relacionadas.

2.7.1. Niveles de fertilización de abono orgánico

El trabajo de investigación se realizó para evaluar Niveles de Fertilización Orgánico en Arroz Variedad INIAP 14 con Diferentes Distancias de Siembra, en la zona de La Troncal, provincia del Cañar, la misma que se llevó a cabo en la hacienda La Providencia, ubicada en el Km. 12 vía a Puerto Inca, a una altura de 80 m.s.n.m.

Los objetivos de esta investigación fueron determinar cuál de los niveles de fertilización y a qué distancia de siembra es la adecuada para producir arroz orgánico y valorar el costo beneficio de la aplicación de los fertilizantes para obtener rentabilidad.

El diseño experimental utilizado fue un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial con 9 tratamientos y 3 repeticiones, ubicadas en un área de 800 m².

Los resultados obtenidos en la investigación son los siguientes:

	Fertilización	Distancia	D vs F
Altura de la planta	fértil. Alto	25x25	T9
Macollos por planta	fértil. Alto	40x40	T9
Panículas por planta	fértil. Media	40x40	T5
Longitud de la panícula	fértil. Baja	25x25	T3
Granos por panícula	fértil. Alto	33x33	T9
Longitud del grano	fértil. Alto	33x33	T9
Peso de 100 granos	fértil. Alto	25x25	T7
Porcentaje vanos	fértil. Alto	33x33	T9
Producción por parcela	fértil. Alto	40x40	T9
Producción por ha ¹	fértil. Alto	40x40	T9

En cuanto al análisis económico el costo más alto de los tratamientos fue el 9 pero el que generó la mayor relación beneficio costo fue el tratamiento 2.

Por lo tanto se recomienda usar la dosis de fertilizante bajo 34 qq de Ecoabonaza, 8 qq de Biowey, 7 qq de Harina de higuerrilla y 1 qq de KCl y a una densidad de siembra de 40cm. x 40cm. Ya que presento los índices más altos de macollamiento (Merchán y Verdugo, 2009).

Efecto de la fertilización mineral y orgánica sobre la incidencia y severidad de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en la zona de Lomas de Sargentillo Provincia del Guayas.

Este trabajo de investigación se realizó en la época seca, en la zona de Lomas de Sargentillo, provincia del Guayas. El ensayo se condujo bajo condiciones de riego.

Se probaron varias fórmulas de fertilización inorgánica, solas o con micro elementos. Como fuente orgánica se incluyeron tamo de arroz quemado y cubierta vegetal consistente de restos de cosecha de maíz, hojas de banano y hojas de leguminosa. Como tratamiento herbicida se usó Butaclor + 2,4 D y Propanil + 2,4 D.

Los datos fueron analizados en un diseño de Bloques completamente al azar, que consistieron en 11 tratamientos con 4 repeticiones. Las malezas dominantes fueron: Paja de patillo (*Echinochloa colona*), Coquito (*Cyperus rotundus*), Paja de burro (*Eleusine indica*).

Sobre el arroz, las variables que se estudiaron fueron: altura de planta, número de panojas, número de macollos, porcentaje de esterilidad, síntomas de clorosis y rendimiento en Kg/Ha.

Sobre las malezas, las variables que se estudiaron fueron: altura de maleza, especies de malezas, porcentaje de malezas.

Los resultados determinaron que el tratamiento con Nitrógeno + Tamo de arroz quemado redujo la incidencia de malezas y se llegó a obtener 7 Ton/Ha de arroz en cáscara. El tratamiento con Nitrógeno + Fósforo + Potasio + Cubierta Vegetal redujo la incidencia de las malezas, obteniéndose un rendimiento aceptable.

En el análisis económico se demostró que el Nitrógeno + Tamo quemado en el suelo fue el de mayor beneficio económico. Medina, (2008).

Escobar (2013), afirma que son insuficientes los estudios realizados en el Ecuador sobre variedades tradicionales, aunque han mostrado buena calidad de grano y productividad en las evaluaciones realizadas. (ANDRADE 2009). La participación de las variedades tradicionales como un recurso fitogenético en los procesos de mejoramiento ha sido muy limitada.

Quintero, F. (1982), en un estudio realizado en la zona de Samborondón mostró que la variedad tradicional Brasileiro en la modalidad 60 días (doble trasplante) produjo 100 y 400 kilogramos por hectárea más que Pankaj e INIAP 6 (variedades

mejoradas), respectivamente, siendo notoria la diferencia con INIAP 6, aunque esto podría indicar que INIAP 6 no responde positivamente en rendimiento debido al doble trasplante.

Johnson, L., et al. (1984), indican que los agricultores de las pozas veraneras, aunque emplean variedades mejoradas, en las pozas más profundas prefieren sembrar variedades tradicionales por ser más altas y por tener mayor vigor inicial, obteniendo rendimientos de hasta seis mil kilogramos por hectárea.

Andrade, F. (2009), en la ejecución del proyecto “Colección y Caracterización de Variedades Tradicionales de Arroz”, indica que la selección de las variedades tradicionales que se evaluaron, está basada en su comportamiento agronómico superior.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en la propiedad privada denominada Centro de Investigación e Innovación Agropecuaria Okinawa dependiente de la Dirección de Desarrollo Productivo del Gobierno Autónomo Municipal de Cobija, cuya jurisdicción es la siguiente:

Municipio : Cobija
Provincia : Nicolás Suárez
Departamento : Pando

Las coordenadas geográficas son:

Longitud oeste : 68°50'44"
Latitud sur : 11°05'14"



Foto 1. Identificación del experimento

3.2. Materiales

a) Material vegetal:

Se utilizaron semillas de arroz de dos variedades, provenientes de:

A = Jasayé: Centro de investigación agrícola tropical CIAT-Santa Cruz

B = Perlita (Testigo): variedad local

b) Insumos

Fertilizante nitrogenado (Urea),

c) Equipos y herramientas de campo:

Motocultor con sus implementos,

Carretilla,

Pala,

Machete,

Hacha,

Brocha,

Balde,

Cinta métrica.

d) Material de escritorio:

Libreta de campo,

Cámara fotográfica digital,

Tinta para impresora,

Papel bond, etc.

3.3. Procedimiento experimental

a) Preparación del terreno:

Con el propósito de remover el suelo y homogenizar el terreno, la labranza primaria y secundaria se realizó con un motocultor, dotado de sus implementos como son el arado y rotovator.



Foto 2. Preparación del terreno

b) Trazado del experimento:

Primero se procedió al encuadre del área experimental, aplicando el teorema de Pitágoras, con la ayuda de estacas e hilo plástico se dividieron las repeticiones y finalmente las unidades experimentales.



Foto 3. Trazado del experimento

El trazo del experimento se realizó cuando el terreno ya estuvo preparado. Se procuró que los ángulos de cada una de las parcelas estén lo mejor alineados, para lo cual se utilizó una pita y cinta métrica. Las parcelas se delimitaron con estacas de madera en los vértices y con hilo de plástico, en el perímetro de cada una, posteriormente se procedió a la identificación de cada parcela con etiquetas plastificadas, de acuerdo al tratamiento que le correspondió a cada una.

c) Aplicación del fertilizante nitrogenado

La aplicación del fertilizante nitrogenado se efectuó antes de la siembra, esparciendo las dosis de fertilizante en la unidad experimental, considerando que las dosis de fertilizante nitrogenado (Urea) en el objeto de estudio de la presente investigación, los tratamientos fueron los siguientes:

$D_0 =$ Testigo

$D_1 =$ 100 kg/ha

$D_2 =$ 120 kg/ha

$D_3 =$ 140 kg/ha

d) Siembra:

Se practicaron surcos en cada unidad experimental de acuerdo a los siguientes distanciamientos: distancia entre plantas 20 cm y distancia entre surcos 30 cm.



Foto 4. Siembra según los tratamientos

e) Control de malezas:

El control de malezas se realizó de forma manual, utilizando azadones, para eliminar las plantas diferentes al cultivo del arroz.



Foto 6. Control de malezas

f) Control de plagas y enfermedades:

No fue necesario realizar el control de plagas y enfermedades, toda vez que la incidencia de estos fue leve, es decir menor al 5%.



Foto 7. Identificación de insectos

g) Cosecha:

Se realizó en el área útil de cada unidad experimental en forma manual, recolectando las espigas y luego se procedió al desgranado, hasta obtener semilla en cáscara.



Foto 8. Espigas a cosechar

3.4. Toma de Datos

a) Datos meteorológicos:

Durante el periodo de investigación se registraron los datos mensuales correspondientes a temperatura, precipitación pluvial. Esta información fue obtenida de fuentes secundarias como es la página web del servicio nacional de meteorología e hidrología (SENHAMI) dependiente de AASANA.

b) Características del Suelo:

Para determinar las principales características edáficas del área de estudio se realizó un muestreo del suelo de varios puntos del área experimental, mediante el método aleatorio, las muestras fueron obtenidas desde la superficie hasta los 30 cm de profundidad y mediante cuarteo se obtuvo una muestra de aproximadamente un kilogramo para su análisis en el laboratorio de suelos del Área de Ciencias Biológicas y Naturales de la UAP.

c) Días a la emergencia

Se procedió a anotar la fecha en que más del 50% de las plantas del área efectiva de cada unidad experimental presentaron plántulas emergidas.



Foto 9. Evaluación de la emergencia

d) Días a la floración

Se procedió a anotar la fecha en que más del 50% de las plantas del área efectiva de cada unidad experimental presenten flores.

e) Número de plantas por macolla

Se contaron el número de plantas por macolla de diez macollos seleccionados al azar de la parcela útil de cada unidad experimental.



Foto 10. Recuento de macollos

f) Longitud de la panícula

Empleando una regla de 30 cm se midieron el largo de la panícula de diez panículas seleccionadas al azar de la parcela útil de cada unidad experimental.



Foto 11. Medición de longitud de panícula

g) Peso de 1000 granos

De los granos cosechados en la parcela útil se tomaron 1000 semillas, las mismas se pesó con una balanza de presión.



Foto 12. Preparación del pesado de 1000 granos

h) Rendimiento de grano por parcela y por hectárea.

Todos los granos cosechados de la parcela útil de cada unidad experimental fueron pesados en una balanza de precisión. Posteriormente estos datos fueron expresados en kg/ha mediante regla de tres simple.



Foto 12. Pesado de los granos

3.5. Diseño Experimental

Se empleó el diseño experimental Bloques al azar con arreglo combinatorio de dos factores (variedades = 2, dosis de N = 4:

Tratamientos	:	8
Repeticiones	:	4
Unidades experimentales	:	32
Tamaño de la Unid. Exp.	:	7,2 m ² (1,8 m x 4 m)
N° de surcos por Unid. Exp.	:	6
Distancia entre surcos	:	30 cm
Distancia entre plantas	:	20 cm
Número de surcos por U.E.	:	6
Número de surcos a evaluar	:	4
Área a evaluar por Unid. Exp.:	:	3,84 m ² (1,2 m x 3,2 m)
Área efectiva del experim.	:	230,4 m ² (7,2 m ² x 32)
Área total del experimento	:	491,4 m ² (23,4 m x 21 m)
Croquis de campo	:	Anexo N° 1
Croquis de la Unid. Exp.	:	Anexo N° 2

3.6. Modelo estadístico

El modelo lineal adoptado es la siguiente:

$$Y = \mu + B_i + T_j + R_k + T_j \cdot R_k + \varepsilon$$

Donde:

Y = Cualquier valor obtenido en una unidad experimental

μ = Promedio general

B_i = Efecto del i-ésimo bloque o repetición

T_j = Efecto del j-ésimo tratamiento o variedad de arroz

R_k = Efecto de la k-esimo sub tratamiento o fertilización

$T_j \cdot R_k$ = Efecto de la interacción fertilización por variedad de arroz

ε = Error experimental

3.7. Análisis de Datos

Análisis de Varianza: A las variables como, número de macollos por planta, longitud de macollo, peso de 100 semillas y rendimiento, se les efectuaron el análisis de varianza y la correspondiente comparación de medias mediante la prueba de Duncan, para los casos que presentaron diferencias estadística significativa.

Estos análisis se efectuaron empleando el paquete estadístico SPSS versión 18 en español.

4. RESULTADOS

4.1. Condiciones climáticas

Los datos correspondientes a las temperaturas registradas durante el periodo de investigación (29 de octubre de 2016 a 15 de abril de 2017), se detalla en el Cuadro N° 1, en el mismo se observa que la temperatura promedio fue de 27,0°C, la mínima media de 22,4°C y la máxima media de 31,6°C.

Cuadro N° 1

Promedios mensuales de temperatura y precipitación pluvial

Meses	Temperaturas			Precipitación
	Mínima	Promedio	Máxima	
Octubre*	22,4	27,5	32,7	12,4
Noviembre	22,3	27,2	32,2	157,2
Diciembre	22,8	27,3	32,0	220,1
Enero	22,6	26,4	30,3	196,4
Febrero	22,4	27,0	31,7	290,7
Marzo	22,5	26,8	31,2	302,2
Abril**	21,9	26,6	31,3	91,7
TOTAL				1270,7
PROMEDIO	22,4	27,0	31,6	7,56

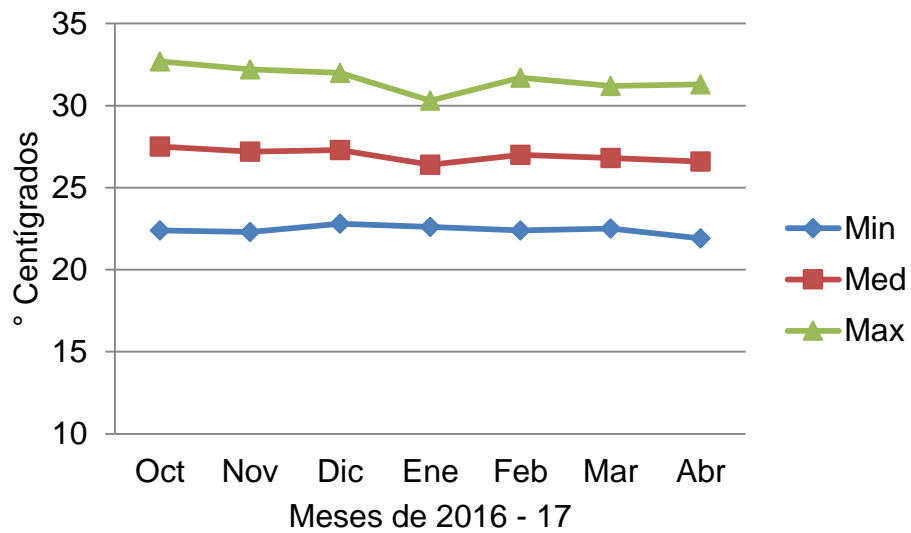
* 29 al 31 de octubre de 2016 ** 1 a 25 abril de 2017

Fuente: <http://www.senamhi.gob.bo/sismet/index.php> (Fecha: 20/10/2017)

El Gráfico N° 1, permite observar que los primeros meses se registraron la mayor temperatura, mientras que el mes de enero del 2017 se registró la temperatura más baja.

Gráfico N° 1

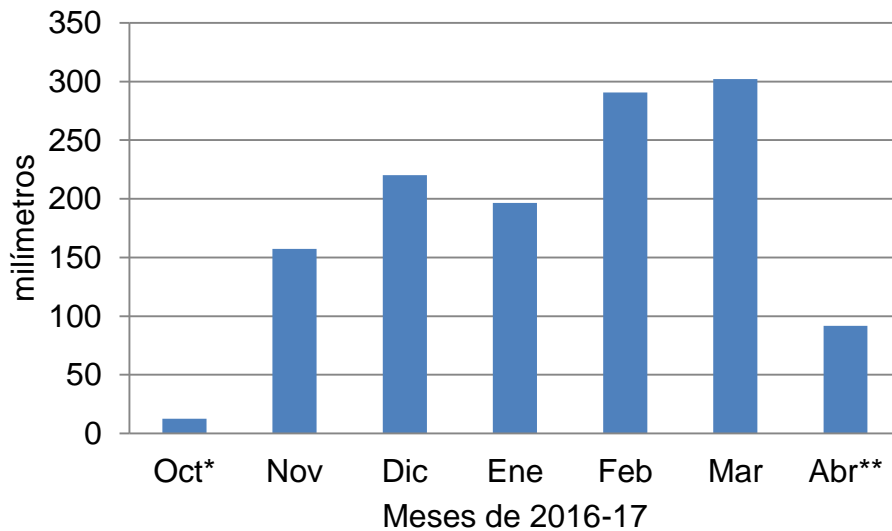
Promedios de Temperatura, durante el estudio



Los datos correspondientes a la precipitación pluvial que se detalla en el Cuadro N° 1 y Gráfico N° 2, indican que durante el periodo de estudio, se registró una precipitación total de 1270,7 mm, equivalente a 7,56 mm/día.

Gráfico N° 2

Precipitación pluvial, registrada durante el estudio



En el gráfico N° 2 se observa que el mes de marzo del 2017 se registró la máxima precipitación total de 302,2 mm/mes, mientras que el menor se registró en noviembre con 12,4 mm, esto debido a las características propias de la época de lluvias que se registra en la región.

4.2. Condiciones edáficas

Los resultados del análisis de suelo se muestran en el Cuadro N° 2, en el mismo se puede observar que el pH (potencial de hidrogeniones) es muy ácido, con muy bajo contenido en materia orgánica y bajo contenido nitrógeno total, bajo en fósforo y bajo de potasio; alto en aluminio intercambiable, bajo en calcio, y sodio, muy bajo en magnesio. En resumen de baja fertilidad por el contenido alto de aluminio intercambiable.

Cuadro N° 2
Características del suelo del área experimental

Variables	Unidad	Valor	Interpretación
pH (1:5 agua destilada)		4,39	Muy ácido
M.O.	%	0,08	Muy bajo
N Total	mg/kg	636,65	Medio
P	ppm	0,485	Bajo
K	meq/100g	0,20	Bajo
Al	meq/100g	2,10	Alto
Ca	meq/100g	0,45	Bajo
Mg	meq/100g	0,03	Muy bajo
Na	mg/kg	0,21	Bajo
Textura	%	62,40 Arena 19,72 Limo 17,88 Arcilla	Franco arenoso

Fuente: Laboratorio de suelos del ACBN-UAP

4.3. Ciclo de producción

4.3.1. Días a la emergencia y floración y cosecha

Cuadro N° 3

Número de días desde la siembra

Variedades	Emergencia	Floración	Cosecha
A Jasayé	5	129	165
B Perlita	5	133	168

Fuente: Elaboración propia

La variedad introducida Jasayé demostró ser más precoz (tres días menos a la floración y a la cosecha), con respecto a la otra variedad introducida y la variedad local.

4.4. Características morfológicas

4.4.1. Altura de planta

La altura de planta promedio fue de 113,6 cm y varió desde 96,4 hasta 124,5 cm.

El resumen por variedades indica que la variedad introducida Jasayé obtuvo la mayor altura de planta mientras que la menor se observó en la variedad testigo local Perlita. Comparando el efecto de la fertilización se observa que existe una diferencia entre los tratamientos con fertilizantes respecto al testigo.

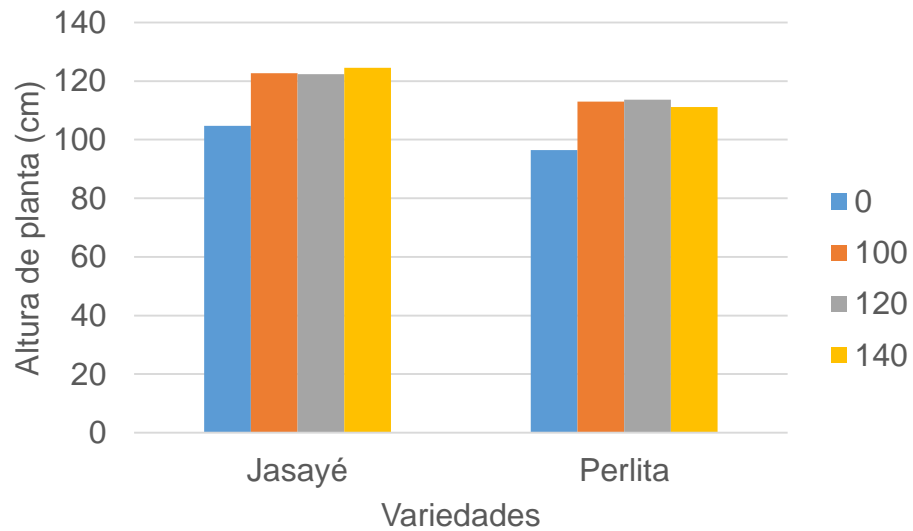
Cuadro N° 4

Altura de planta por variedades y fertilización

Variedades	Dosis de fertilizante nitrogenado (kg/ha)				Media
	Testigo	100	120	140	
Jasayé	104,7	122,7	122,4	124,5	118,6
Perlita	96,4	113,0	113,7	111,1	108,5
Media	100,6	117,9	118,0	117,8	113,6

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3. Altura de planta a la floración



El análisis de varianza para altura de planta a nivel del 5% de probabilidad de error indica diferencias estadísticas no significativas entre repeticiones e interacción y, significativa entre variedades fertilización, por lo que los promedios de dosis de fertilización fueron sometidos a la prueba de Dúncan.

Cuadro N° 5

Análisis de Varianza para Altura de Planta

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Ft	Sign.
Repeticiones	27,29	3	9,10	0,70	3,07	n.s.
Variedades	807,02	1	807,02	62,04	4,32	*
Fertilización	1800,24	3	600,08	46,13	3,07	*
Interacción	32,22	3	10,74	0,83	3,07	n.s.
Error	273,17	21	13,01			
Total	2939,94	31				

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la prueba de Duncan para altura de planta comparando variedades indican que las tres dosis de N son estadísticamente iguales y superiores al testigo.

Cuadro N° 6

Prueba de Duncan para altura de planta por variedades

Dosis de N	Subconjuntos
Testigo	100,6
140 kg/ha	117,8
100 kg/ha	117,9
120 kg/ha	118,0

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Longitud de la panícula

La longitud de panícula promedio fue de 18,9 cm y varió desde 16,4 hasta 21,5 cm.

El resumen por variedades indica que la variedad introducida Jasayé obtuvo la mayor altura de planta mientras que la menor se observó en la variedad testigo local Perlita. Comparando el efecto de la fertilización se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con fertilizantes.

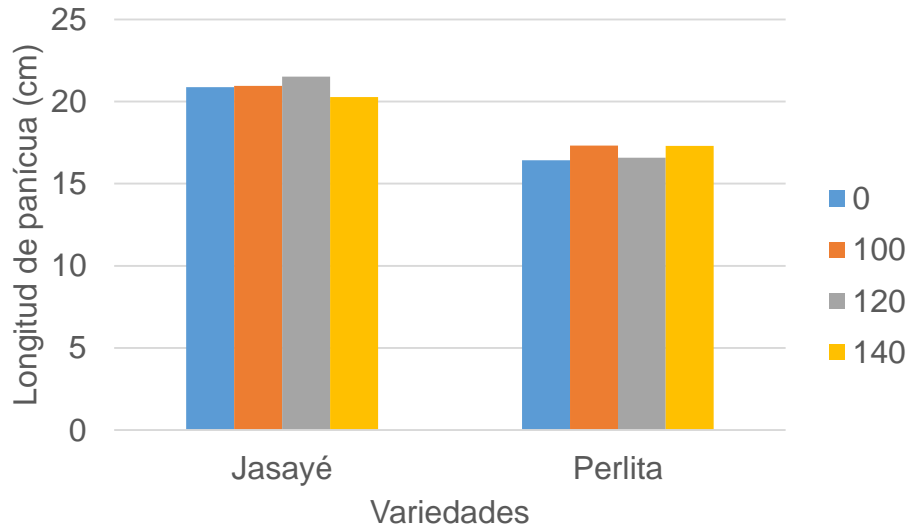
Cuadro N° 7

Longitud de panícula por variedades y dosis de fertilización

Variedades	Dosis de fertilizante nitrogenado (kg/ha)				Media
	Testigo	100	120	140	
Jasayé	20,9	21,0	21,5	20,3	20,9
Perlita	16,4	17,3	16,6	17,3	16,9
Media	18,7	19,1	19,1	18,8	18,9

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 4. Longitud de panícula



El análisis de varianza indica diferencias estadísticas no significativas entre repeticiones, interacción y dosis de fertilización, significativa entre variedades.

Cuadro N° 8

Análisis de Varianza para Longitud de Panícula

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados libertad	Cuadrados medios	Fc	Ft	Sign.
Repeticiones	2,18	3	0,73	0,64	3,07	n.s.
Variedades	128,00	1	128,00	112,19	4,32	*
Fertilización	1,23	3	0,41	0,36	3,07	n.s.
Interacción	4,59	3	1,53	1,34	3,07	n.s.
Error	23,96	21	1,14			
Total	159,96	31				

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 9

Prueba de Duncan para longitud de la panícula

Variedades	Subconjuntos
Perlita	16,9
Jasayé	20,9

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados muestran que la variedad introducida Jasayé fue estadísticamente superior en longitud de panícula a la variedad local Perlita.

4.5. Características agronómicas

4.5.1. Número de macollos por planta.

El número de macollos por planta promedio fue de 8,77 y varió desde 7,45 hasta 9,68.

El resumen por variedades indica que la variedad introducida Jasayé obtuvo el mayor número de macollos por planta, mientras que la menor se observó en la variedad testigo local Perlita. Comparando el efecto de la fertilización se observa que existe una diferencia entre los tratamientos con fertilizantes respecto al testigo.

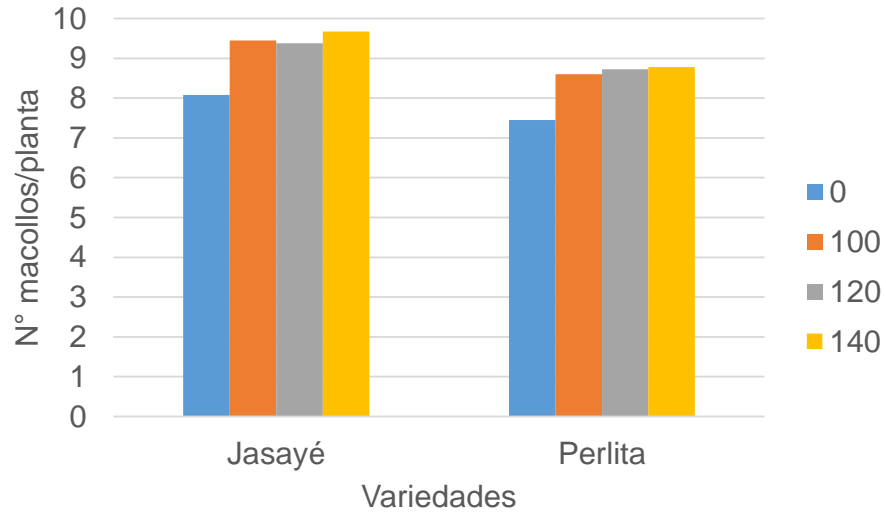
Cuadro N° 10

Número de macollos por planta por variedades y dosis de fertilización

Variedades	Dosis de fertilizante nitrogenado (kg/ha)				Media
	Testigo	100	120	140	
Jasayé	8,08	9,45	9,38	9,68	9,14
Perlita	7,45	8,60	8,73	8,78	8,39
Media	7,76	9,03	9,05	9,23	8,77

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 5. Numero de macollos por planta



El análisis de varianza para el número de macollos por planta a nivel del 5% de probabilidad de error indica diferencias estadísticas no significativas entre repeticiones e interacción y, significativa entre variedades fertilización, por lo que los promedios de dosis de fertilización fueron sometidos a la prueba de Dúncan.

Cuadro N° 11

Análisis de Varianza para número de macollos por planta

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Ft	Sign.
Repeticiones	0,17	3	0,06	1,34	3,07	n.s.
Variedades	4,58	1	4,58	106,28	4,32	*
Fertilización	10,92	3	3,64	84,58	3,07	*
Interacción	0,12	3	0,04	0,90	3,07	n.s.
Error	0,90	21	0,04			
Total	16,69	31				

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la prueba de Duncan para número de macollos por planta comparando variedades indican que las tres dosis de N son estadísticamente iguales y superiores al testigo.

Cuadro N° 12

Prueba de Duncan para N° de macollos/planta por variedades

Dosis de N	Subconjuntos
Testigo	7,76
100 kg/ha	9,03
120 kg/ha	9,05
140 kg/ha	9,23

Fuente: Elaboración propia.

Mientras que entre variedades, la variedad Jasayé es estadísticamente superior en número de macollos por planta respecto a la variedad Perlita.

4.5.2. Peso de 1000 granos.

El peso de mil granos promedio fue de 29,6 gramos y varió desde 28,9 gramos hasta 30,2 gramos.

El resumen por variedades indica que las dos registraron resultados similares con escasa diferencias. Comparando el efecto de la fertilización se observa que existe una diferencia mínima entre los tratamientos con fertilizantes, por lo que los resultados se sometieron al análisis de varianza.

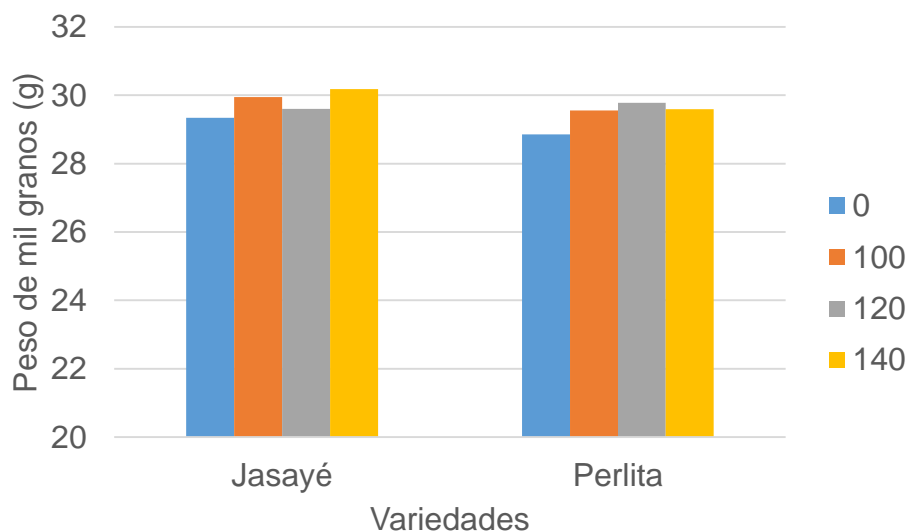
Cuadro N° 13

Peso de mil granos por variedades y dosis de fertilización

Variedades	Dosis de fertilizante nitrogenado (kg/ha)				Media
	Testigo	100	120	140	
Jasayé	29,3	30,0	29,6	30,2	29,8
Perlita	28,9	29,6	29,8	29,6	29,4
Media	29,1	29,8	29,7	29,9	29,6

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 6. Peso de mil granos



El análisis de varianza para el peso de mil granos a nivel del 5% de probabilidad de error indica diferencias estadísticas no significativas entre repeticiones, entre variedades, entre dosis de fertilización, ni hubo interacción entre variedades y dosis de nitrógeno por lo que los promedios no fueron sometidos a la prueba de Dúncan.

4.5.3. Rendimiento (kg/ha)

El rendimiento promedio fue de 2062 kg/ha y varió desde 1362 hasta 2664 kg/ha.

El resumen por variedades indica que la variedad introducida Jasayé obtuvo el mayor rendimiento mientras que el menor rendimiento se observó en la variedad testigo local Perlita. Comparando el efecto de la fertilización se observa que existe una diferencia entre los tratamientos con fertilizantes respecto al testigo.

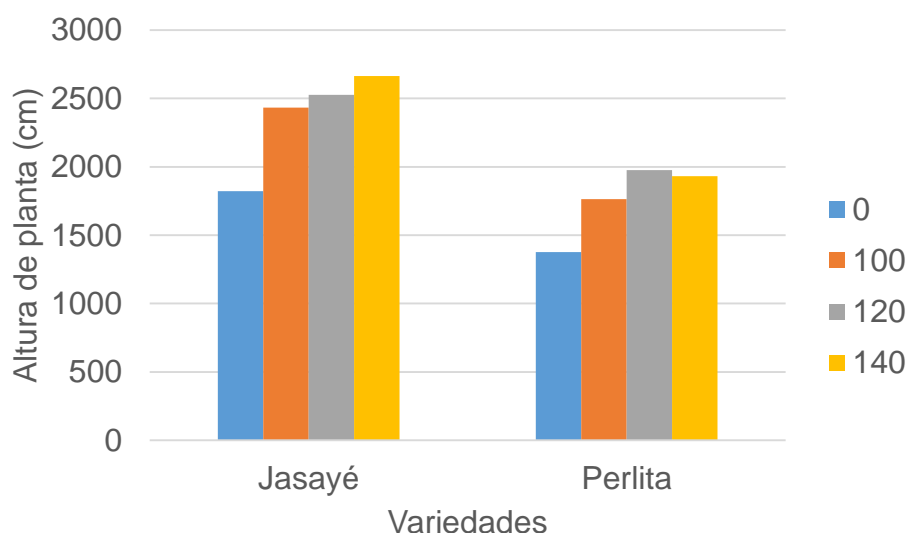
Cuadro N° 14

Rendimiento de grano por variedades y dosis fertilización

Variedades	Dosis de fertilizante nitrogenado (kg/ha)				Media
	Testigo	100	120	140	
Jasayé	1821	2434	2527	2664	2361
Perlita	1376	1764	1976	1931	1762
Media	1598	2099	2251	2298	2062

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 7. Rendimiento de grano (kg/ha)



El análisis de varianza para rendimiento de grano a nivel del 5% de probabilidad de error indica diferencias estadísticas no significativas entre repeticiones y significativa entre variedades, entre dosis de fertilización e interacción, por lo que los promedios de dosis de fertilización por variedad fueron sometidos a la prueba de Dúncan.

Cuadro N° 15

Análisis de Varianza para rendimiento de grano

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Ft	Sign.
Repeticiones	8198	3	2733	0,70	3,07	n.s.
Variedades	2876401	1	2876401	732,30	4,32	*
Fertilización	2462365	3	820788	208,96	3,07	*
Interacción	98072	3	32691	8,32	3,07	n.s.
Error	82486	21	3928			
Total	5527522	31				

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la prueba de Duncan para rendimiento de grano indican que la dosis de 140 kg/ha en la variedad Jasayé fue la que obtuvo el mayor rendimiento, seguido por la dosis 120 kg/ha en la misma variedad, mientras que el menor rendimiento tuvo lugar en el testigo de la variedad local Perlita.

Cuadro N° 16

Prueba de Duncan para rendimiento de grano para la interacción

Variedad	Dosis de N	Subconjuntos homogéneos
Perlita	0	1376
Perlita	100	1764
Jasayé	0	1821
Perlita	140	1931
Perlita	120	1976
Jasayé	100	2434
Jasayé	120	2527
Jasayé	140	2664

Fuente: Elaboración propia.

4.6. Incidencia de plagas, enfermedades

4.6.1. Insectos

Durante el periodo de investigación se observó la presencia de varias especies de insectos, sin embargo, la mayoría de ellos no causaron daño a las plantas, el único insecto que causó daño fue el chinche de la espiga (*Oebalus insularis*), su incidencia tuvo lugar en las fases pre y post floración hasta el estado de grano lechoso, su incidencia fue menor al 5% por lo que no se practicó algún tipo de control.

4.6.2. Enfermedades

Durante el ciclo del cultivo no se observó la incidencia de enfermedades, por lo que no tampoco fue necesaria practicar algún tipo de control.

4. DISCUSIÓN

5.1. Condiciones climáticas

Durante el periodo de investigación temperatura promedio fue de 27,0°C, la mínima media de 22,4°C y la máxima media de 31,6°C. Al respecto, Márquez (2013) para germinar un mínimo de 10 a 13°C, considerándose su óptimo entre 30 y 35°C. Por encima de 40°C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo de 7° C, considerándose su óptimo en los 23°C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El espigado está influido por la temperatura y por la disminución de la duración de los días. En consecuencia, la temperatura del área de estudio se enmarca a lo establecido por la bibliografía.

Los datos correspondientes a la precipitación pluvial indican que durante el periodo de estudio, se registró un total de 1270,7 mm, equivalente a 7,56 mm/día. Al respecto Márquez (2013), afirma que el agua es un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta. Está demostrado que el arroz no tolera la escasez de agua. Una lluvia bien distribuida moderada se requiere (800 a 1240 mm por ciclo de cultivo) pero el tiempo seco durante la cosecha es esencial. En consecuencia, la precipitación registrada durante el periodo de investigación fue superior a lo requerido por el cultivo, lo que favoreció al desarrollo de las dos variedades de arroz.

5.2. Condiciones edáficas

Los resultados del análisis de suelo indican que el pH (potencial de hidrogeniones) es muy ácido, con un contenido medio en materia orgánica y nitrógeno total, muy bajo contenido de fósforo y bajo en potasio y bajo en magnesio, calcio y sodio. En resumen de baja fertilidad y agravado por el contenido alto de aluminio intercambiable. Al respecto Villavicencio y Vásquez (2008) afirman que el cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de

textura fina y media, propias del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para suelos alcalinos ocurre lo contrario. El pH óptimo para el arroz es 6.6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y además las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico. Para el cultivo de arroz en nuestro medio es considerado el suelo arcilloso, franco arcilloso o franco limoso, con buen drenaje y un pH de 6,5 a 7,5. En consecuencia el suelo del área de estudio caracterizado por la baja fertilidad, pH ácido y salino influyeron en la baja productividad de las dos variedades de arroz comparado con los obtenidos en otras zonas de tradición arrocería.

5.3. Efecto de la fertilización en las características morfológicas

La altura de planta promedio fue de 113,6 cm y varió desde 96,4 hasta 124,5 cm. La variedad Jasayé obtuvo la mayor altura de planta mientras que la menor se observó en la variedad testigo local Perlita. Comparando el efecto de la fertilización se observa que existe una diferencia entre los tratamientos con fertilizantes respecto al testigo; mientras que la longitud de panícula promedio fue de 18,9 cm y varió desde 16,4 hasta 21,5 cm, la variedad Jasayé alcanzó la mayor altura mientras que la menor se observó en la variedad testigo local Perlita. Comparando el efecto de la fertilización se observa que existe una diferencia entre los tratamientos con fertilizantes respecto al testigo.

Estos resultados concuerdan con (Halevy *et al*, 2010). “Los requerimientos nutricionales de los cultivos varían con el nivel de producción (fertilización y tecnología de manejo de cultivos), suelo, clima y ambiente. Si se considera directamente la concentración de N”. También se asemeja a lo que dice Mestanza y Alcívar, (2002), informan que el arroz, como todas las especies

vegetales cultivables, para su nutrición, necesita disponer de una cantidad adecuada y sobre todo de nutrientes, suministrado por el suelo o por una fertilización balanceada.

Los mismos autores (2002) mencionan que cada uno de los nutrientes minerales juegan un rol específico en el metabolismo vegetal (Ley de la esencialidad), ninguno de ellos puede ser reemplazado por otro, de tal manera que no importa que las plantas dispongan de suficiente cantidad de todos ellos, si sólo uno está en cantidad o proporción deficiente: ese es el que determina el crecimiento y rendimiento del cultivo (Ley del mínimo).

Según Mite, (2009). “La aplicación del Nitrógeno (N) en el momento oportuno es tan importante en el manejo eficiente de este nutriente como la fuente o la dosis aplicada”.

5.4. Efecto de la fertilización en las características agronómicas

El número de macollos por planta promedio fue de 8,77 y varió desde 7,45 hasta 9,68. La variedad Jasayé obtuvo el mayor número de macollos, mientras que la menor se observó en la variedad testigo local Perlita. Comparando el efecto de la fertilización se observa que existe una diferencia entre los tratamientos con fertilizantes respecto al testigo.

Mientras tanto, el peso de mil granos promedio fue de 29,6 gramos y varió desde 28,9 a 30,2 gramos, se registraron resultados similares con escasa diferencias. Comparando el efecto de la fertilización se observa que existe una diferencia mínima entre los tratamientos con fertilizantes.

El rendimiento promedio fue de 2062 kg/ha y varió desde 1362 hasta 2664 kg/ha. La variedad Jasayé obtuvo el mayor rendimiento mientras que el menor rendimiento se observó en la variedad testigo local Perlita. Comparando el efecto de la fertilización se observa que existe una diferencia entre las dosis con fertilizantes respecto al testigo.

Los resultados se asemejan a los expresados por Rodríguez, (2006) quien menciona que el arroz es una planta muy exigente en agua, luminosidad y

temperatura; y que el nitrógeno determina el macollamiento y el nivel de producción, siendo el fósforo importante para un buen enraizamiento. De igual manera coinciden con INIAP, (2006) “La nueva variedad de arroz INIAP 15, muestra menos posibilidad de quebrarse, y su rendimiento por hectárea es mayor a lo normal. Consecuentemente concordamos con CIAT, (2004). “La absorción de nitrógeno, es rápida durante la primera etapa de su desarrollo hasta el final del período vegetativo, decae ligeramente durante el estado de máximo macollamiento y vuelve a ser absorbido con rapidez hasta la etapa de grano pastoso. La absorción de fósforo, es lenta hasta cuando se inicia el primordio floral, luego es un poco más rápida hasta poco después de la floración. El potasio, es absorbido según el crecimiento de la planta hasta el final de la etapa lechosa del grano y luego decae.

Al observar que a medida que se aumenta los porcentajes de fósforo disminuye en rendimiento esto se debe a que, según Welsh, (2007). “indica que la posibilidad de añadir fertilizantes fosfóricos a los sistemas orgánicos, limita la habilidad de los suelos para balancear otros nutrientes, como nitrógeno (N) y azufre (S) y reduce la posibilidad de lograr los rendimientos deseados.

Al observar el rendimiento por parcela y por hectárea se concuerda con León et al. (2005). “manifiesta que el nitrógeno es el nutrimento que más influye en los rendimientos de arroz, se le considera como un factor limitante en la producción.

5.5. Plagas y enfermedades

Durante el periodo de investigación se observó la presencia de varias especies de insectos, sin embargo, la mayoría de ellos no causaron daño a las plantas, el único insecto que causó daño fue del chinche de la espiga (*Oebalus insularis*), su incidencia tuvo lugar en las fases pre y post floración hasta el estado de grano lechoso, su incidencia fue menor al 5% por lo que no se practicó algún tipo de control. En cuanto a las enfermedades, no se observó la incidencia alguna, por lo que no tampoco fue necesaria practicar

algún tipo de control. Al respecto, (CORPOICA, 1996) sostienen que se presentan plagas como: Sogata, Novia del arroz, grillo topo y chinche de la espiga y, que las enfermedades no tienen incidencia económica significativa y sólo en algunas ocasiones se presenta *Piricularia* y la hoja blanca. Entre otras enfermedades del arroz se mencionan las siguientes: Anublo de la vaina, Helminthosporiosis y el Escaldado. Comparando con los resultados de la presente investigación se corrobora lo afirmado por los autores mencionados.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, el análisis de los mismos y contrastadas con la bibliografía consultada, permiten efectuar las siguientes conclusiones:

- Las condiciones agroecológicas del área de estudio, caracterizadas por una temperatura media de 27,0°C, mínima media de 22,4°C y máxima media de 31,6°C, precipitación (1270,7 mm), estas características fueron favorables para el desarrollo del cultivo y no influyeron en el rendimiento. Las condiciones del suelo con un pH (4,39) muy ácido, contenidos medios en nitrógeno y materia orgánica, muy bajo en fósforo y bajo en potasio, es decir de baja fertilidad, también contribuyeron a que los rendimientos sean relativamente bajos.
- La aplicación del fertilizante nitrogenado (urea) tuvo efectos significativos en algunas características como altura de planta, número macollos por planta y no así en otras características como el ciclo de desarrollo, longitud de panícula y el peso de mil granos.
- Se observó efecto significativo de la fertilización sobre el rendimiento, en las dosis de 140 y 120 kg/ha con un incremento de 844 y 706 kg/ha respectivamente en la variedad Jasayé, también se observó incremento significativo en la variedad local Perlita con incrementos de 555 y 600 kg/ha para las mismas dosis de fertilización.
- Durante la investigación se observó la presencia de varias especies de insectos cuyo daño no fue significativo, el único insecto que causó daño fue del chinche de la espiga (*Oebalus insularis*), que tuvo lugar en las fases pre y post floración hasta el estado de grano lechoso, su incidencia fue menor al 5% por lo que no se practicó algún tipo de control. No se registraron enfermedades.

6. RECOMENDACIONES

A partir de lo todo lo expuesto anteriormente, para posteriores estudios, es posible efectuar las siguientes recomendaciones:

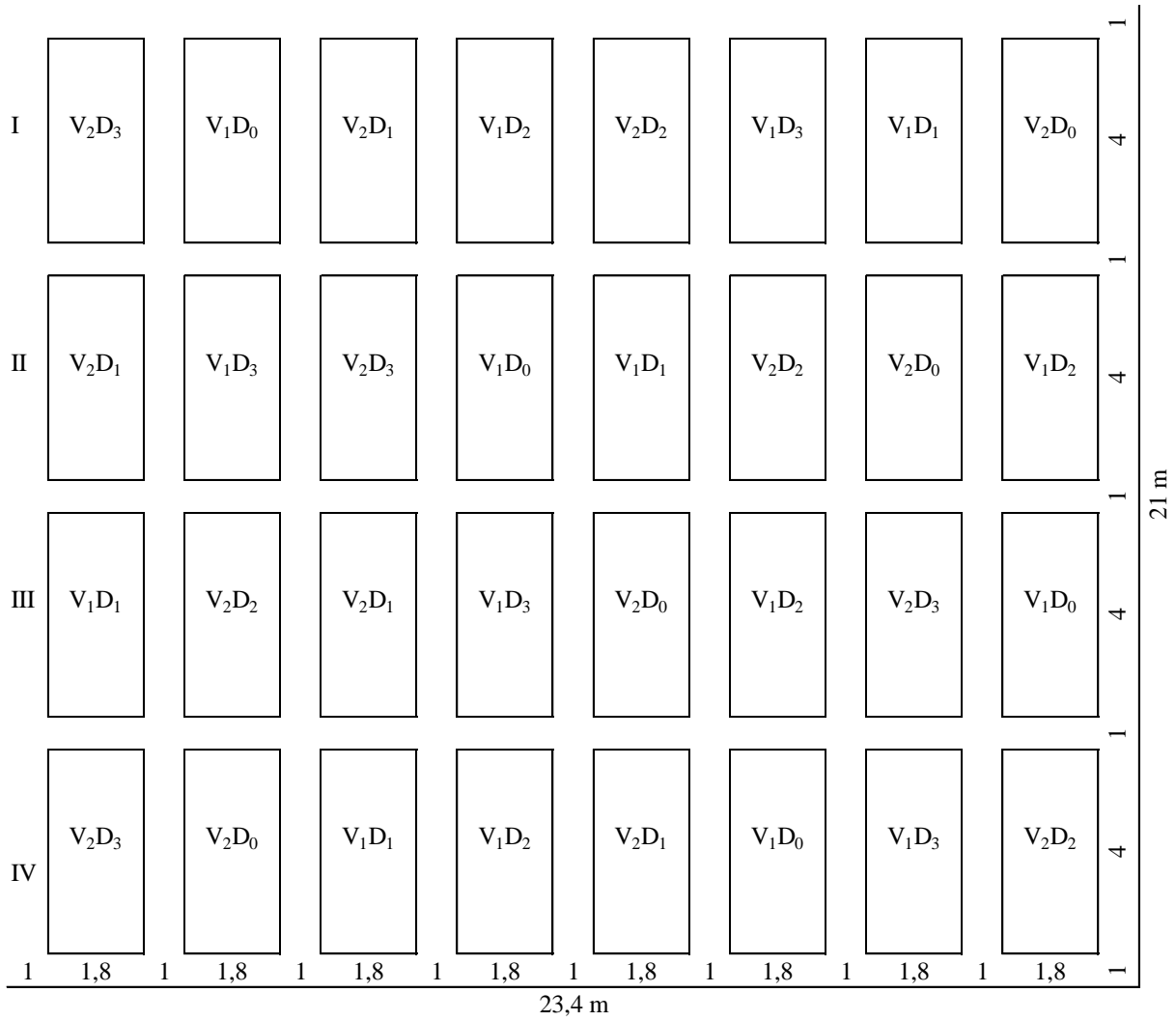
- Considerando que la fertilización nitrogenada (urea) incrementó la productividad del cultivo de arroz, se sugiere efectuar nuevas investigaciones con abonos orgánicos que proporcionan nitrógeno al suelo y los cultivos.
- Considerando que el suelo del área experimental tenía baja fertilidad y alto contenido de aluminio intercambiable que dificultó la absorción de nutrientes por las plantas, se recomienda realizar nuevas investigaciones en suelos con mayor fertilidad y/o correcciones del contenido de aluminio.
- Hasta mientras no se realicen nuevas investigaciones, se sugiere emplear el fertilizante nitrogenado urea, en la dosis de 120 y 140 kg/ha en la variedad Jasayé de arroz.
- Asimismo se recomienda realizar nuevas investigaciones con la variedad Jasayé, toda vez que demostró tener una adaptabilidad a las condiciones agroecológicas del área de estudio, sin embargo su rendimiento fue inferior a las obtenidas en otras regiones como Santa Cruz de la Sierra.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buso, G.S.C., Rangel, P.H, Ferreira, M.E. 2001. Analysis of random and specific sequences of nuclear and cytoplasmic DNA in diploid and tetraploid american wild rice species (*Oryza* spp.). *Genome*. 44: 476-494.
- Caicedo, Y. J. 2008. Evaluación de características agronómicas de cuatro líneas interespecificas de arroz (*Oryza sativa*/*Oryza latifolia*) comparadas con dos variedades comerciales y una nativa en el corregimiento # 8 de Zacarías municipio de Buenaventura.
- Cheaney y Jennings. Problemas en cultivos de arroz en América Latina. CIAT. Cali, Colombia 1975.
- CORPOICA. Caracterización de los Sistemas de Producción en la Región Pacífico Colombiana. (1996); 175 P.
- Federación Nacional de Arroceros 2008, FEDEARROZ. III Censo Nacional Arroceros Bogotá D.C., pag. 9
- González, F.J. (1985). El arroz: Origen, Taxonomía y Anatomía de la planta de Arroz (*Oryza sativa* L.). Investigación y producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre Arroz dictados por el centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Editado por Tascón, J.E.; García, D.E.. P. 47-62
- Khush, G.S. 1997. Origen, dispersal, cultivation and variation of rice. *Plant Mol. Biol.* 35:25-34.
- Márquez de la Plata 2013. Incidencia del fósforo en el macollamiento de arroz (*Oryza sativa*) variedad INIAP 15. Tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.
- Ospina J. y Aldana H. 2001. Enciclopedia Agropecuaria, Producción Agrícola. Tomo 1. Terranova.
- Pérez J. UNAD. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cultivos Tomo1 (2000).

- Pinheiro, B. S. 1998. Morfología e crescimento da planta de arroz. Goiânia.
- PRONATTA.2001. Reactivación Del Cultivo de Arroz en los Municipios de Guapi y Timbiquí en la Costa Pacífica Caucana: Variedades, Manejo, Postcosecha / Validación y Difusión Participativa. M. Vales, Proyecto Colaborativo. CIRAD-CIAT. 2003. Informe final UMATA Guapi Cauca.
- Villarraga A. y Andrade, 1985. Fitopatología Colombiana. Vol. 11. Nº 1.
- Zamora, A., Barbosa, C., Lobo, J., Espinoza, A. 2003. Diversity of native rice (*Oryza Poaceae*) species of Costa Rica. Genetic Resources and Crop Evolution. 50: 855- 870.
- ZONISIG 2007. Zonificación Agroecológica y Socioeconómica y Perfil Ambiental del departamento Pando.

**ANEXO N° 1
CROQUIS DE CAMPO**



REFERENCIAS

V₁ D₀ = Variedad perlitá sin fertilización
 V₁ D₁ = Variedad perlitá con 100 kg/ha de Urea
 V₁ D₂ = Variedad perlitá con 120 kg/ha de Urea
 V₁ D₃ = Variedad perlitá con 140 kg/ha de Urea

V₂ D₀ = Variedad Jasayé sin fertilización
 V₂ D₁ = Variedad Jasayé con 100 kg/ha de Urea
 V₂ D₂ = Variedad Jasayé con 120 kg/ha de Urea
 V₂ D₃ = Variedad Jasayé con 140 kg/ha de Urea

ANEXO N° 2
CROQUIS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

