



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN EL
CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L) CON LÁMINA DE AGUA**

AUTOR

Danny Roberto Avilés Rosado

DIRECTORA DE TESIS

Ing. María del Carmen Samaniego Armijos

QUEVEDO - LOS RIOS – ECUADOR

2012

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

**UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA**

TESIS DE GRADO

**EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN EL CULTIVO
DE ARROZ (*Oryza sativa* L) CON LÁMINA DE AGUA.**

**Presentada al Honorable Comité Técnico Académico Administrativo de la
Unidad de Estudios a Distancia como requisito previo para la obtención
del título de**

INGENIERO AGROPECUARIO

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Ing. Francisco Espinosa Carrillo, MSc. _____

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Lcdo. Héctor Castillo Vera, MSc. _____

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Freddy Guevara Santana, MSc. _____

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Maria Del Carmen Samaniego MSc. _____

DIRECTORA DE TESIS

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2012

DECLARACIÓN

Yo, **DANNY ROBERTO AVILÉS ROSADO**, bajo juramento declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

DANNY AVILÉS ROSADO

CERTIFICACIÓN

ING. MARÍA DEL CARMEN SAMANIEGO ARMIJOS, directora de tesis, certifica: que el Sr. Egresado **DANNY ROBERTO AVILÉS ROSADO**, realizó la tesis titulada: **EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L) CON LÁMINA DE AGUA**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con la disposición reglamentaria establecida para el efecto.

ING. MARÍA DEL CARMEN SAMANIEGO A. MSc

DIRECTORA DE TESIS

AGRADECIMIENTO

El Autor deja constancia de su agradecimiento:

A la Universidad, en cuyas aulas crecí en conocimientos, a los maestros que compartieron su sabiduría para que crezcamos profesionalmente.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo, especialmente a la Ing. María del Carmen Samaniego Armijos Directora de Tesis, por su apoyo incondicional en concluir este trabajo investigativo y su abnegada causa en la formación de profesionales con alto criterio de valores éticos; por su desinteresada y muy valiosa ayuda en la realización de este trabajo.

Ing. Roque Vivas Moreira, MSc, Rector de la UTEQ, por su gestión académica que acertadamente dirige.

Un imperecedero reconocimiento a los señores: Ing. Francisco Espinosa, MSc; Lcdo. Héctor Castillo, MSc, e Ing. Freddy Guevara, MSc.

También dejo constancia a todo el grupo administrativo, docente y de servicio de la UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

DEDICATORIA

A mí Madre, Esposa, Hijo y Hermanas Franciscanas por el soporte moral y su apoyo incondicional.

A mis maestros que supieron apoyarme y guiarme con sus conocimientos.

DANNY ROBERTO AVILÉS ROSADO

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO	PÁGINA
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. General.....	2
1.1.2. Específicos.....	2
1.2. Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Origen del arroz.....	4
2.2. Taxonomía y morfología.....	4
2.2.1 Descripción botánica.....	5
2.2.1.1. Sistema radicular.....	5
2.2.1.2. Hojas.....	5
2.2.1.3. Tallos.....	6
2.2.1.4. Inflorescencia.....	6
2.2.1.5. Riego.....	6
2.2.1.5.1. Requerimiento de agua.....	7
2.2.1.5.2. Adaptación del arroz a los suelos inundados.....	7
2.2.1.5.3. Dinámica de nutrientes en el suelo inundado.....	8
2.3. Importancia económica y distribución geográfica.....	8
2.4. Variedades cultivadas.....	9
2.4.1. Variedad INIAP 14.....	10
2.5. Fertilización del cultivo.....	11
2.5.1. Fertilización Química.....	11
2.5.1.1. Nitrógeno.....	11
2.5.1.2. Fósforo.....	12
2.5.1.3. Potasio.....	13
2.5.1.4. Calcio.....	13
	vi

2.5.1.5. Azufre.....	13
2.5.1.6. Magnesio.....	13
2.5.1.7. Silicio.....	13
2.5.1.8. Abono completo 8-20-20.....	14
2.5.1.8.1. Comportamiento en el suelo.....	15
2.5.1.8.2. Compatibilidad y estabilidad en almacenamiento....	15
2.5.1.9. Muriato de potasio 00-00-60.....	16
2.5.1.9.1. Características Físicas y Químicas.....	17
2.5.1.9.2. Contenido de Potasio.....	17
2.5.1.9.3. Comportamiento en el suelo.....	17
2.5.1.9.4. Papel nutricional.....	18
2.5.1.9.5. Usos y Recomendaciones.....	19
2.5.1.9.6. Compatibilidad y Estabilidad en almacenamiento....	19
2.5.1.10. Urea 46%.....	20
2.5.1.10.1. Comportamiento en el suelo.....	20
2.5.1.10.2. Papel nutricional.....	21
2.5.1.10.3. Usos y recomendaciones.....	21
2.5.1.10.4. Compatibilidad y Estabilidad en almacenamiento..	22
2.5.2. Fertilizantes orgánicos.....	22
2.5.2.1. Proferfol Súper Raíz.....	22
2.5.2.1.1. Riqueza garantizada.....	23
2.5.2.2. Lonite.....	23
2.5.2.2.1. Composición.....	24
2.5.2.3. Ureum.....	24
2.5.2.3.1. Características.....	24
2.5.2.4. Eco-Hum potasio engrose Bioestimulantes.....	25
2.5.2.4.1. Beneficios.....	25
2.6. Requerimientos Nutricionales.....	26
2.6.1. Valor Nutricional.....	27
2.7. Ensayos realizados en cultivos de arroz.....	27

III.	MATERIALES Y METODOS.....	30
3.1.	Localización y duración del experimento.....	30
3.2.	Condiciones meteorológicas.....	30
3.3.	Materiales y equipos.....	31
3.4.	Tratamientos.....	32
3.5.	Diseño Experimental.....	33
3.6.	Delineamiento experimental.....	34
3.7.	Mediciones experimentales.....	35
	3.7.1. Altura de planta.....	35
	3.7.2. Macollamiento por planta.....	35
	3.7.3. Longitud de la panícula.....	35
	3.7.4. Panícula por metro cuadrado.....	35
	3.7.5. Peso de mil granos.....	35
	3.7.6. Porcentaje de acame.....	36
	3.7.7. Producción ha ⁻¹	36
	3.7.8. Longitud del grano pilado.....	36
	3.7.9. Relación beneficio/costo.....	37
3.8.	Manejo del experimento.....	37
	3.8.1. Análisis del suelo.....	37
	3.8.2. Preparación del terreno.....	38
	3.8.3. Semillero.....	38
	3.8.4. Trasplante.....	38
	3.8.5. Riego.....	38
	3.8.6. Control fitosanitario.....	39
	3.8.7. Delimitación del ensayo.....	39
	3.8.8. Fertilización.....	39
	3.8.9. Control de malezas.....	40
	3.8.10. Cosecha.....	40
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1.	Altura de planta (cm).....	42

4.2.	Macollos por plantas.....	43
4.3.	Longitud de la panícula.....	44
4.4.	Número de panículas/m ²	44
4.5.	Peso de mil semillas.....	45
4.6.	Producción kg/ha ⁻¹	46
4.7.	Longitud del grano pilado.....	47
4.8.	Análisis económico.....	49
V.	CONCLUSIONES.....	52
VI.	RECOMENDACIONES.....	54
VII.	RESUMEN.....	55
VIII.	SUMMARY.....	57
IX.	BIBLIOGRAFIA.....	59
X.	ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Producción y Rendimiento en distintos países de América del Sur	9
2	Variedades y proveedores de semillas de arroz.....	10
3	Estados fisiológicos de la planta de arroz.....	10
4	Características agronómicas de la variedad INIAP 14	11
5	Riqueza garantizada del Profefol Super Raiz.....	23
6	Riqueza garantizada del Lonite.....	24
7	Riqueza garantizada del Ureum.....	25
8	Riqueza garantizada del Eco-hum Potasio.....	26
9	Requerimientos nutricionales para producir una tonelada de arroz	26
10	Arroz blanco composición del arroz blanco por 100 g de sustancia	27
11	Características meteorológicas de la Hda. La Etelvina – Colimes.	30
12	Esquema del Análisis de Varianza.....	34
13	Delineamiento de la investigación.....	34
14	Altura de la planta de arroz (Oryza sativa) en cm.....	42
15	Macollos por planta.....	43
16	Longitud de la panícula de la planta de arroz.....	44
17	Número de panículas/m ²	45

18	Peso de mil semillas.....	46
19	Producción Kg/Ha.....	47
20	Longitud del grano pilado de arroz.....	48
21	Costos y Financiamientos.....	49

El arroz (*Oryza sativa*) es uno de los cultivos más importantes en el mundo, se produce en 113 países y es el alimento básico de más de la mitad de la población mundial proporcionando el 27% de la energía alimentaria y el 20% de las proteínas. En el 2005, la superficie mundial cultivada de arroz fue de 156 millones de hectáreas, con una producción mundial de 628 millones de toneladas. Para el mismo año, China fue el responsable de 28,9% de la producción lo cual lo ubica en el primer lugar, seguido por India e Indonesia con 20,8% y 8,6% respectivamente **(FAO 2006, FAOSTAT 2006)**.

En nuestro país aproximadamente 371 mil hectáreas son destinadas al cultivo de arroz, en la costa se encuentra sembradas el 96% de la superficie, Apenas dos provincias, Guayas y Los Ríos, representan el 83% de la superficie sembrada de la gramínea en el Ecuador. Otras provincias importantes en el cultivo son Manabí con 11%, Esmeraldas, Loja y Bolívar con 1% cada una; mientras que el restante 3% se distribuye en otras provincias. **(INEC–2005-2008, MAGAP–SIGAGRO- 2009)**

Los términos utilizados para expresar la aportación externa de nutrientes al suelo: fertilización y abonado; fertilización es el aporte mineral realizado con fertilizantes químicos, cuyo efecto consiste en mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, y abonado es el aporte de productos orgánicos, que mejoran la características de la fertilidad, como la estructura, textura y el contenido de materia orgánica del suelo que es necesario en todo cultivo.

Calcular cuales son las necesidades en nutrientes de las plantas es, cada vez más, un importantísimo aspecto para rentabilizar la aplicación de fertilizantes; no se trata solo de obtener producciones que compensen los gastos, sino de un problema medioambiental, que el exceso de fertilización puede resultar contaminante.

El agua en el arroz es indispensable para la vida de la planta. El arroz bajo lámina de agua en tierras arcillosas favorece un mejor crecimiento, desarrollo y rendimiento. Los suelos arroceros de la zona de Colimes se caracterizan por

tener mal drenaje producto del elevado nivel de arcilla y la presencia de un estrato impermeable en su perfil, la mayoría son deficientes en nitrógeno, fósforo y potasio y algunos también presentan bajos niveles de micronutrientes.

La aplicación de fertilizantes tanto químico como orgánico beneficiará la estructura del suelo y mejorará la producción y rentabilidad de arroz; el propósito de la investigación es conocer que aplicaciones son las más adecuadas, refiriéndose a los tratamientos químicos y orgánicos.

La presente investigación tiene la importancia necesaria porque permitirá conocer con veracidad que aplicaciones son las más recomendables en la producción de arroz, utilizando fertilizantes químicos y orgánicos.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar el efecto de la fertilización química y orgánica en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) con lámina de agua.

1.1.2. Específicos

- Determinar los parámetros productivos del cultivo de arroz con la aplicación de fertilizante químico y orgánico.
- Establecer cuál de las aplicaciones con fertilizante químico u orgánico es la más eficiente
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.2. Hipótesis

- Con el tratamiento **T3** (75 Kg de 8-20-20 + 135 Kg de Urea 46% + 50 Kg de Muriato de Potasio + 11.25 Kg de Humi-Rossi 60-30 G y 2.25 Kg Súper Raíz +2.25 Kg de Lonite + 2.25 litros de Ureum + 750 cm de Eco-Hum Potasio) ha⁻¹, se obtiene mejor producción.
- Con el tratamiento **T2** (112.50 Kg de 8-20-20 + 202.50 Kg de Urea 46% + 75 Kg de Muriato de Potasio + 7.5 Kg de Humi-Rossi 60-30 G y 1.5 Kg Súper Raíz +1.5 Kg de Lonite + 1.5 litros de Ureum + 500 cm de Eco-Hum Potasio) ha⁻¹, se obtiene mayor utilidad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen del arroz

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz, debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo.

El género está representado en total por 23 especies en el mundo, de las cuales sólo dos especies son cultivadas: *O. sativa* y *O. glaberrima*. La primera es de origen asiático y se cultiva en todas las áreas tropicales y subtropicales del mundo, la segunda se originó hace aproximadamente 3.500 años en África Occidental, probablemente en el Delta del Río Níger. *O. glaberrima* actualmente sólo se cultiva en esa región y en unas pocas áreas de América del Sur. **Franquet J. (2004).**

En Ecuador se registra sus orígenes por el año de 1774, en las zonas de Yaguachi, Babahoyo y Baba. El área de Daule, actualmente es la región arrocera de mayor cultivo, donde se explotaba además ganado vacuno y caballar, cultivos de cacao y algodón. **INIAP (2007).**

2.2. Taxonomía y Morfología.

Taxonómicamente el cultivo de arroz se lo clasifica de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Anthophyta

Clase: Monocotyledoneae

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae

Género: *Oryza*

Especie: *sativa*

Nombre científico: *Oryza sativa*

Nombre vulgar: Arroz

Edifarm. (2004)

2.2.1 Descripción botánica

2.2.1.1 Sistema radicular

El sistema radicular del arroz es de tipo cabellera, con formación de raíces secundarias o adventicias que profundizan hasta 10 cm en condiciones de inundación. Las raíces primarias tienen una vida efímera y son sustituidas en segunda por las secundarias; y cuando se siembra el arroz en terrenos inundados, el primer síntoma de brotación de la semilla es la aparición del coleóptilo (funda del tallo inicial), en lugar de la raíz primaria. El desarrollo radicular se mantiene hasta la época de floración, momento en que las raíces alcanzan su máxima extensión. El ritmo de su crecimiento depende, entre otros factores, del tipo de siembra, de la disponibilidad de nutrientes y de la altura de la lámina de agua.

2.2.1.2 Hojas

El número de hojas de una planta de arroz está directamente relacionado con la duración del ciclo del cultivo. Las hojas tienen mucha capacidad de aportar el oxígeno necesario para los procesos respiratorios de la planta, las hojas del arroz son capaces de transportar el aire desde los estomas hasta los nudos de la base del tallo y las raíces. De esa forma la planta consigue sobrevivir en condiciones de inundación sin sufrir daño.

2.2.1.3 Tallos

En sus aspectos morfológicos los tallos son semejantes a otras gramíneas, aunque la capacidad de ahijamiento del arroz es mayor. Esta característica le

permite adaptarse a una amplia gama de densidades de siembra sin que se produzcan alteraciones en el rendimiento.

La forma en que se realice la siembra y la altura de la capa de agua son factores que influyen el número de espiga por planta. Con respecto a la capa de agua, cuanto mayor sea la profundidad de la inundación, menor será el número de tallos por planta. Esto obliga a aumentar la dosis de siembra para conseguir la cantidad de panículas por hectárea.

2.2.1.4 Inflorescencia

La inflorescencia del arroz es una panícula constituida por un eje central o raquis de donde salen las espiguillas, cada espiguilla produce una única flor, que, al ser fecundada, origina un grano llamado cariósipide.

2.2.1.5 Riego

El aporte de agua diferencia al arroz de otros cultivos. En los cultivos bajo inundación el agua influye en la morfología de la planta, el control de las malas hierbas y el mantenimiento de un ambiente térmicamente más estable. La eficiencia en el uso del agua o coeficiente de transpiración del arroz, definido como las unidades de agua para formar una unidad de materia seca, es de 250 a 350 litros de agua por Kg de materia seca. Al fijar las dimensiones de las parcelas de riego destinadas al cultivo bajo inundación debemos asegurar un caudal medio de 2 litros por segundo/Ha durante cerca de 110 días.

La inundación de las parcelas se inicia cuando las plantas tienen una altura de 30cm que es al trasplante y se mantiene hasta que alcanza el estado de grano pastoso (estado posterior al de madurez lechosa 75% de humedad y previo al de grano duro en el que la humedad es del 30%). A medida que la planta crece se va aumentando la altura de la lámina de agua, que se estabiliza a unos 20cm.

Es importante que el agua esté en constante movimiento, ya que su circulación favorece la oxigenación e impide que haya algas en la superficie. Cuando el color de la panícula cambia de color verde al amarillo pálido, se detiene la entrada de agua, una vez que los granos alcanzan la madurez pastosa, se abren las bocas del drenaje para eliminarla totalmente. **Océano Centrum (2000).**

2.2.1.5 .1 Requerimientos de agua

El agua es indispensable para la vida de la planta de arroz. El riego por inundación es favorable para un mejor crecimiento, desarrollo y rendimiento de grano; es importante señalar, que el sistema de irrigación contribuye al control de malezas. El promedio de requerimiento de agua varía entre 800 a 1240 mm durante el ciclo. **INIAP (2007).**

2.2.1.5 .2 Adaptación del arroz a los suelos inundados.

Los suelos inundados ofrecen un ambiente único para el crecimiento y nutrición del arroz, pues la zona que rodea al sistema radicular, se caracteriza por la falta de oxígeno. Por tanto para evitar la asfixia radicular, la planta de arroz posee unos tejidos especiales, unos espacios de aire bien desarrollados en la lámina de la hoja, en la vaina, en el tallo y en las raíces, que forman un sistema muy eficiente para el paso de aire.

El aire se introduce en la planta a través de los estomas y de las vainas de las hojas, desplazándose hacia la base de la planta. El oxígeno es suministrado a los tejidos junto con el paso del aire, moviéndose hacia el interior de las raíces, donde es utilizado en la respiración. Finalmente, el aire sale de las raíces y se difunde en el suelo que las rodea, creando una inter fase de oxidación-reducción. **Franquet J. (2004).**

2.2.1.5 .3 Dinámica de nutrientes en el suelo inundado

En los suelos bajo láminas de agua hay mecanismos físico-químico- biológicos, que favorece una mayor disponibilidad de algunos nutrientes minerales. La falta de oxígeno que ocasiona al suelo la lámina de agua, hace que sus compuestos férricos se reduzcan a ferrosos que son más solubles; e fósforo inicialmente incluido en los compuestos férricos, queda de esta manera liberado, aumentando su concentración lo mismo que la del hierro en la solución del suelo. Este mismo mecanismo ocasiona la reducción de los compuestos magnéticos a manganosos; y con esto el aumento de concentración e manganeso en la solución. **INPOFOS (2000) citado por Cervantes F. Mendoza D. (2007)**

2.3. Importancia económica y distribución geográfica.

El arroz 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 al mayor sector de la población rural de la mayor parte de Asia, pues es el cereal típico del Asia meridional y oriental, aunque también es ampliamente cultivado en África y en América, y no sólo ampliamente sino intensivamente en algunos puntos de Europa meridional, sobre todo en las regiones mediterráneas. **Franquet J. (2004).**

Cuadro 1. Producción y Rendimiento de arroz en distintos países de América del Sur.

País	Superficie cosechada	Rendimiento medio (kg/ha)
Argentina	193,000	5047
Bolivia	142,000	2084
Brasil	3.923,000	2558
Chile	32,000	4810
Colombia	407,000	4389
Ecuador	396,000	3400

Paraguay	98,000	2505
Perú	210,000	5719
Uruguay	150,000	5783
Venezuela	175,000	4189

Fuente: Océano Centrum, 2000.

En el período 2005 - 2009 se registran decrecimientos promedio anuales de 2.8% en superficie sembrada y de 4.2% en producción. Si el análisis se realiza para el último trienio, la superficie casi no varía mientras que la cantidad producida de arroz decrece anualmente en 2% en promedio (**MAGAP-SIGAGRO- 2009**).

2.4. Variedades Cultivadas

En el Ecuador el Estado a través del Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIAP obtiene semilla registrada y entrega a la empresa privada, luego éstas se multiplican y venden a los productores.

En pequeños productores por lo general aquellos que siembran de 1 a 20 ha., utilizan semillas recicladas constituyendo el 75% de la producción nacional.

Los productores utilizan los siguientes tipos de semillas:

- **Registrada.**- Es la que provee el Gobierno a través del INIAP para que la empresa privada lo multiplique.
- **Certificada.**- La produce la empresa privada.
- **Seleccionada.**- Algunos agricultores seleccionan las semillas en sus mismos campos.
- **Reciclada.**- Es la que se siembra en la mayoría de los campos y es obtenida por los mismos productores en sus campos.

Cuadro 2. Variedades y proveedores de semillas de arroz.

Variedades	Proveedor
------------	-----------

Iniap 415, Iniap 11,12, 14,15,16	Estado-Iniap
F-50,f-21, sgo-667,s-fl09	Pronaca
Variedades de Iniap	Agripac
Capirona	Agricultores

Fuente: Manual del cultivo de Arroz (2007).

2.4.1 Variedad INIAP 14

La variedad INIAP 14 fue obtenida por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Estación Experimental Boliche en 1999, como respuesta de las necesidades del sector arrocero de la provincia del Guayas, es una variedad de alta precocidad, muy rustica, de tamaño mediano, de grano largo.

Sus etapas de desarrollo están dadas en las siguientes tablas:

Cuadro 3. Estados fisiológicos de la planta de arroz INIAP 14.

Edades	Días
Plántula	18
Macollamiento	50
Elongación del tallo	65
Inicio del Primordio Floral	75
Grano Lechoso	95

Fuente: Folleto INIAP – 2007

Cuadro 4. Características agronómicas de la variedad INIAP 14

Rendimiento potencial (Kg/ha ⁻¹)	5.3 a 6.8 t/ha
Altura de la planta (cm)	99- 107
Ciclo vegetativo (días)	110- 127
Número de panículas/planta	14 a 38
Longitud del grano (mm)	6.0-7.1

Ancho del grano (mm)	2.19
Granos llenos/panícula (%)	89
Longitud de panícula (cm)	23
Peso de 1000garnos (g)	26
Arroz entero al pilar (%)	62
Volcamiento de la planta	tolerante
Desgrane	resistente
Latencia en semanas	4 a 6
Acame	resistente
Pyricularia orizae	resistente
Manchado de grano	moderadamente resistente

Fuente: Estación Experimental Boliche Plegable Promoción N°EEBO.02. Folleto INIAP – 2007.

2.5 Fertilización del Cultivo

2.5.1 Fertilización Química

La fertilización debe estar en cantidades adecuadas y en forma equilibrada, puesto que la falta de uno de ellos puede afectar el crecimiento y rendimiento del cultivo (Ley del Mínimo). **INIAP (2007)**.

2.5.1.1 Nitrógeno, es un constituyente esencial en los amino ácidos, ácidos nucleicos y de la clorofila. Promueve el rápido crecimiento (incremento en el tamaño de la planta y número de macollos) y aumenta el tamaño de las hojas, el número de espiguillas por panoja, el porcentaje de espiguillas llenas y el contenido de proteínas en el grano. En consecuencia el N afecta todos los parámetros que contribuyen al rendimiento. La concentración de N en las hojas está estrechamente relacionada con la tasa de fotosíntesis. Cuando se aplica suficiente N se incrementa la demanda de otros macronutrientes como P y K para el cultivo.

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 como Amonio (NH_4) y nitrato (NO_3). **Franquet J. (2004).**

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:

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

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. **Franquet J. (2004).**

2.5.1.2 Fósforo interviene en el metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas. Como fosfato inorgánico, es un compuesto rico en energía y como una coenzima esta directamente involucrado en la fotosíntesis. Las plantas con deficiencia de fósforo son raquílicas y con escaso macollamiento, las hojas jóvenes son angostas, cortas, erectas y de un color verde oscuro. Las hojas jóvenes son sanas mientras que las inferiores se tornan de color marrón y mueren, también pueden desarrollar un color púrpura y rojizo. **Suquilanda, (2002).**

2.5.1.3 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. **Franquet J. (2004).**

El potasio, actúa en la osmo-regulación, activación de enzimas, regulación del pH y balance entre aniones y cationes en las células, regulación de la transpiración por los estomas y transplante de asimilados hacia el grano de arroz. **Doberman A; Fairhust T. (2000).**

2.5.1.4 Calcio Un adecuado suministro de calcio incrementa la resistencia a enfermedades, debido que forma parte del mantenimiento de la pared celular. Es un activador enzimático y participa en la osmo-regulación y balance de aniones y cationes en las células.

2.5.1.5 Azufre es un constituyente de los aminoácidos que sintetizan la clorofila. Además forma parte de las coenzimas necesarias para la síntesis de proteínas.

2.5.1.6 Magnesio es un constituyente de la clorofila, regula el pH celular y el balance de aniones y cationes. También está involucrado en la asimilación de CO₂ y la síntesis de proteínas.

2.5.1.7 Silicio promueve el crecimiento de los órganos reproductivos de la planta de arroz. El contenido de este elemento, que se encuentra en la paja y tamo proporcionan este elemento en lugares en donde carece de este. **Fairhust T. (2002).**

2.5.1.8 Abono completo 8-20-20

El Fertilizante 8-20-20 es un fertilizantes muy completo que permite tener una fuente óptima de los tres macro nutrientes primarios NPK y su composición es exacta en cada granulo, ya que se trata de un fertilizante formulado químicamente, tiene un buen balance Nítrico-Amoniacal para un mejor

aprovechamiento del Nitrógeno, y con la ventaja de que el potasio es prácticamente libre de Cloro, evitando con esto cualquier efecto tóxico sobre el cultivo y mejorando la calidad de algunas hortalizas de hoja y ornamentales.

Es una mezcla balanceada que contiene Nitrógeno, Fósforo, Potasio, los cuales son elementos fundamentales que requieren los cultivos para generar un mayor nivel de producción. **Agrimen, (2011).**

Comportamiento en el suelo: El Fertilizante 8- 20- 20 es un producto enfocado al uso altamente eficiente de los fertilizantes, esto ya que hace disponible para los cultivos, los nutrientes esenciales en un sólo producto de alta calidad, permite una correcta dosificación con una sola calibración del equipo fertilizador, los fertilizantes complejos por su aporte balanceado de nutrientes primarios, permite reducir el número de aplicaciones de fertilizantes, al igual que la posibilidad de daño ambiental. **Agrimen, (2011).**

La compatibilidad y almacenamiento: El 8-20-20 es un producto muy sensible a las condiciones de alta humedad, y dado su índice de humedad relativa crítica, tiene una alta capacidad de tomar humedad del ambiente, lo cual provoca la desintegración (“floculación”) del perdigón o perla generando finos y polvos. **Agrimen, (2011).**

El 8-20-20 es un producto muy sensible a las condiciones de alta humedad, y dado su índice de humedad relativa crítica, tiene una alta capacidad de tomar humedad del ambiente, lo cual provoca la desintegración (“floculación”) del perdigón o perla generando finos y polvos.

En períodos prolongados de almacén, tiende a apelmazarse y compactarse por el efecto del peso y presión de las estibas. Es muy importante observar un buen manejo en almacén, preferentemente bajo condiciones adecuadas, es decir en lugares secos, frescos, ventilados y libres de cualquier agente contaminante. **Agrimen, (2011).**

En períodos prolongados de almacén, tiende a apelmazarse y compactarse por el efecto del peso y presión de las estibas. Es muy importante observar un buen manejo en almacén, preferentemente bajo condiciones adecuadas, es decir en lugares secos, frescos, ventilados y libres de cualquier agente contaminante. **Agrimen, (2011).**

2.5.1.8.1 Comportamiento en el Suelo

Nitrógeno: Las plantas absorben la mayoría del Nitrógeno en forma de iones Amonio (NH_4^+) o Nitrato (NO_3^-) y en muy pequeña proporción lo obtienen de aminoácidos solubles en agua. Los cultivos absorben la mayor parte del Nitrógeno como nitratos, sin embargo estudios recientes demuestran que los cultivos usan cantidades importantes de Amonio estando éste presente en el suelo. En el proceso de Nitrificación al convertir (NH_4^+) en (NO_3^-), se liberan iones H^+ , este proceso produce acidez en el suelo. **Agrimen, (2011).**

Fósforo: El P_2O_5 es un elemento que tiene muy poca movilidad en el suelo, y por consecuencia es un producto muy estable, por lo que las pérdidas por lixiviación son mínimas. Debido a esta característica del Fósforo, es determinante para su máximo aprovechamiento el método y la profundidad de aplicación dependiendo del cultivo, esto es colocarlo dentro del área de desarrollo radical y asegurar con ello la cercanía con el área de absorción de las raíces. El pH es un factor que influye enormemente sobre la solubilidad y disponibilidad del Fósforo, éste es más disponible en pH de 6 a 7.

Potasio: A pesar de que la mayoría de los suelos son ricos en Potasio (K), solo una mínima parte (2%) de éste es disponible para la planta. Existen dos formas de K disponible, una es el K en la solución del suelo (en agua del suelo) y el K intercambiable retenido en las arcillas y la materia orgánica del suelo en forma coloidal. Los coloides del suelo tienen cargas negativas (-) que atraen los cationes como el Potasio (K^+). **Agrimen, 2011.**

El Potasio es prácticamente inmóvil en el suelo, su movimiento hacia el sistema radical del cultivo es por difusión (a través de la película de agua que rodea las partículas del suelo). En suelos arenosos y orgánicos se puede lixiviar o percolar, los suelos arenosos tiene baja capacidad de retención de cationes por lo que el K intercambiable es menor.

2.5.1.9 Muriato de potasio 00-00-60

Contiene en su formulación el 60% de Potasio, representa alrededor del 95% de potasio que se consume en el mundo, por su alta concentración y su abundancia en la naturaleza.

El Cloruro de Potasio (KCl) o Muriato de Potasio (MOP) es la fuente de fertilización de Potasio (K) más usada en el mundo. El contenido de Potasio se expresa como equivalente de K₂O (Óxido de Potasio) o Potasa, el KCl es un fertilizante inorgánico que se obtiene de diversos minerales tales como:

- a) Silvinita: Mineral compuesto principalmente de Cloruro de Potasio (KCl) y Cloruro de Sodio (NaCl), con un contenido de 20% a 30% de K₂O.
- b) Silvita: Mineral compuesto principalmente de Cloruro de Potasio (KCl), con un contenido de 63% de K₂O.
- c) Kainita: Mineral compuesto por Cloruro de Potasio (KCl) y Sulfato de Magnesio (MgSO₄), con un contenido de 12% a 16% de K₂O.
- d) Carnalita: Mineral compuesto principalmente de Dicloruro de Magnesio (MgCl₂) y Cloruro de Potasio, con un contenido de 9% a 10% de K₂O. **Isquisa, 2011.**

2.5.1.9.1 Características Físicas y Químicas

Nombre Químico: Cloruro de Potasio

Otros Nombres: Potasa, Muriato de Potasa, Muriato de Potasio, Monocloruro de Potasio, ó Sales de Potasa

Fórmula Química: KCl

Peso Molecular (g/mol): 74.60

2.5.1.9.2 Contenido de Potasio Total (K₂O): 60% de Óxido de Potasio (w/w)

Presentación Física: Gránulos esféricos o cristales de color rojo o café laterítico

Tamaño de partícula: 1.2 a 4.5 mm.

Solubilidad en agua, a 20° C (100 g/100 ml): 34.20 g/100 ml de agua pH en solución al 10%: 5.4 – 10 Unidades.

Densidad Aparente (Kg/m³): 1,025 – 1,200 Kg/m³

Índice de Salinidad: 116.3.

Humedad Relativa Crítica (a 30° C): 84.0%.

Acidez equivalente a Carbonato de Calcio: Neutro.

Isquisa, 2011.

2.5.1.9.3 Comportamiento en el Suelo

A pesar de que la mayoría de los suelos son ricos en Potasio (K), solo una mínima parte (2%) de éste es disponible para la planta. En el suelo existe K no disponible el cual es fuertemente retenido por los minerales primarios del suelo (rocas). El K es liberado en la medida que los minerales se meteorizan o descomponen por acción de la temperatura y humedad. También hay K lentamente disponible el cual queda atrapado o fijado en las capas de algunos tipos de arcillas, estas capas de arcilla se contraen o expanden por efecto de la humedad, proceso que permite atrapar los iones de Potasio (K⁺) haciéndolos lentamente disponibles para la planta. **Isquisa, 2011.**

Existen dos formas de K disponible, una es el K en la solución del suelo (en agua del suelo) y el K intercambiable retenido en las arcillas y la materia orgánica del suelo en forma coloidal. Los coloides del suelo tienen cargas negativas (-) que atraen los cationes como el Potasio (K⁺).

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del suelo es determinante para el K disponible, mismos que son retenidos en forma intercambiable (adsorbidos), estos cationes intercambiables están en equilibrio con los presentes en la

solución del suelo, a medida que el cultivo remueve K de la solución del suelo, el K intercambiable se libera y repone el K de la solución del suelo. El K es reemplazado por otro catión (K+) en el coloide del suelo con lo cual se mantiene nuevamente en equilibrio, por lo que mediante el proceso de intercambio catiónico, el K está continuamente disponible para el crecimiento del cultivo. **Isquisa, (2011).**

El Potasio es prácticamente inmóvil en el suelo, su movimiento hacia el sistema radical del cultivo es por difusión (a través de la película de agua que rodea las partículas del suelo). En suelos arenosos y orgánicos se puede lixiviar o percolar, los suelos arenosos tiene baja capacidad de retención de cationes por lo que el K intercambiable es menor. **Isquisa, (2011).**

2.5.1.9.4 Papel Nutricional

El Potasio (K) es fundamental en el proceso de la fotosíntesis, deficiencia de K reduce la fotosíntesis e incrementa la respiración celular, resultando en una reducción de la acumulación de carbohidratos y por consecuencia un efecto adverso en el crecimiento y producción de la planta. El K es esencial para la síntesis de proteínas, es determinante en la descomposición de carbohidratos y por tanto en proveer energía para el crecimiento de la planta. El K proporciona a la planta mayor resistencia al ataque de enfermedades. El K es determinante en la formación y carga de frutos y llenado de grano. El K también incrementa la resistencia de la planta a las heladas. Una planta bien nutrida con K tiene una mayor capacidad de soportar condiciones de estrés por falta de agua, esto ya que el K es determinante en la capacidad de los estomas de abrir y cerrar cuando la planta está sometida a condiciones de sequía. **Isquisa, 2011.**

2.5.1.9.5 Usos y Recomendaciones

El Cloruro de Potasio (KCl) o Muriato de Potasio (MOP) por su alta concentración de Potasio (60%) es la fuente de aporte de Potasio (K₂O) más económica para la mayoría de los cultivos, excepto en los cultivos en donde el

follaje (hojas) son de gran valor y no es recomendable la aplicación de Cloro (Tabaco, Crucíferas y Ornamentales). El KCL es un componente básico para la elaboración de fórmulas balanceadas de fertilización (mezclas físicas). **Isquisa, 2011.**

2.5.1.9.6 Compatibilidad y Estabilidad en Almacenamiento

El Cloruro de Potasio (KCl) o Muriato de Potasio (MOP) es un producto que presenta una gran estabilidad en períodos prolongados de almacenamiento tanto a granel como envasado, no es sensible a condiciones de alta humedad ambiental y es altamente compatible con todos los fertilizantes.

Aún cuando el KCl o MOP es un producto muy estable en almacenamientos prolongados, es muy importante observar un buen manejo del producto en almacén, preferentemente bajo condiciones adecuadas, es decir en lugares secos, frescos, ventilados y libres de cualquier agente contaminante. **Isquisa, (2011).**

2.5.1.10 Urea 46% CO (NH₂)₂

La urea contiene 46% de nitrógeno total, es un producto de origen orgánico que se obtiene sintéticamente a partir del amoníaco es uno de los sólidos con mayor concentración de nitrógeno. Para aprovechar mejor los fertilizantes nitrogenados se recomienda hacer aplicaciones fraccionadas por cuanto tiende a perderse por lixiviación percolación y volatización. Las aplicaciones se las debe de fraccionar en dos o tres partes en el caso de cultivos de ciclo corto, en cultivos anuales o perennes la aplicación se la debe fraccionar mucho mas dependiendo de los mismos. **Agrimen, (2011).**

Su presentación es granulada para mejorar la disponibilidad en el suelo. Presentación: sacos de 50 kg.

La Urea es un fertilizante químico de origen orgánico. Entre los fertilizantes sólidos, es la fuente Nitrogenada de mayor concentración (46%), siendo por ello de gran utilidad en la integración de fórmulas de mezclas físicas de fertilizantes, dando grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de Nitrógeno (N). **Agrimen, (2011).**

2.5.1.10.1 Comportamiento en el Suelo

La Urea, en su forma original, no contiene Amonio (NH_4), sin embargo ésta se hidroliza con rapidez por efecto de la enzima “ureasa” y por la temperatura del suelo. En suelos desnudos y con aplicaciones superficiales de Urea, algún porcentaje de Amoniaco (NH_3) se pierde por volatilización. La Urea, al hidrolizarse produce Amonio y bicarbonato. Los iones bicarbonato reaccionan con la acidez del suelo e incrementan el pH en la zona próxima al sitio de reacción de este fertilizante (banda de aplicación). Una vez que la urea se ha convertido en Amonio (NH_4), éste es absorbido por las arcillas y la materia orgánica del suelo y el Amonio es eventualmente nitrificado o absorbido directamente. **Agrimen, (2011).**

2.5.1.10.2 Papel Nutricional

El Nitrógeno (N) es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, es parte constitutiva de cada célula viva. En las Plantas, el Nitrógeno es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de la molécula de clorofila está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. El Nitrógeno (N) también es un componente de las vitaminas y de los componentes energéticos de las plantas, igualmente es parte esencial de los aminoácidos y por tanto es determinante para el incremento en el contenido de proteínas en las plantas. Una planta deficiente de Nitrógeno (N) no puede hacer un óptimo uso de la luz solar, por lo que se ve afectada la capacidad de fotosintetizar y en consecuencia su capacidad de aprovechamiento y absorción de nutrientes, limitando con esto el crecimiento y desarrollo adecuado de las plantas. **Agrimen, 2011.**

2.5.1.10.3 Usos y Recomendaciones

La Urea es la fuente más económica de Nitrógeno (N) de alta concentración. Es un fertilizante que tiene una gran variedad de usos y aplicaciones. Es un componente indispensable para producir formulas balanceadas de fertilización. Se puede aplicar al suelo directamente como mono producto, se puede incorporar a mezclas físicas balanceadas, y por su alta solubilidad en agua, puede funcionar como aporte de nitrógeno en formulas NPK's foliares, para uso en fertirriego altamente solubles y en fertilizantes líquidos. En el caso de aplicaciones Foliares de Urea, es muy importante utilizar Urea libre de Biuret, con un contenido no mayor al 0.25%. El Biuret o Carbamyl Urea es un producto de condensación resultante de la descomposición por efecto térmico de la Urea. El Biuret es fitotóxico en aplicaciones al follaje únicamente (foliar), no así cuando se aplica al suelo. **Agrimen, 2011.**

2.5.1.10.4 Compatibilidad y Estabilidad en Almacenamiento

La Urea es compatible con la mayoría de los fertilizantes, sin embargo existe una compatibilidad limitada con Superfosfato Triple (SPT) y Superfosfato Simple (SPS). En mezclas físicas que no se envían a almacenamiento, porque son producidas para su aplicación inmediata, es posible mezclarlos, ya que al aplicarse rápidamente se evita la reacción de la Urea y estos fosfatos poco compatibles. Es claramente incompatible con productos a base de Nitrato de Amonio, ya que la mezcla de ambos tiene una reacción inmediata aún en condiciones de bajos niveles de humedad relativa. **Agrimen, (2011).**

Es muy importante asegurar las mejores condiciones durante el almacenamiento, es decir, se debe contar con un lugar seco, fresco, ventilado y libre de cualquier agente contaminante, utilizando "tarimas" o "camas" para el estibado en el caso de productos envasados. En general los fertilizantes, bajo condiciones adecuadas de almacenamiento y una vez envasados, son productos que no se degradan y que conservan íntegras sus propiedades fisicoquímicas y la concentración de nutrientes sin mayores alteraciones. Lo que si ocurre en el almacenamiento prolongado es que por su alta capacidad

higroscópica, los fertilizantes toman humedad del ambiente y se compactan o apelmazan, por efecto de la presión y el peso ejercido de sacos. **Agrimen, (2011).**

2.5.2 Fertilizantes orgánicos.

2.5.2.1 Proferfol súper raíz (Fertilizante foliar sólido N.P.K. con oligoelementos quelatados para pulverización foliar).

El conjunto de nutrientes mayores N.P.K, así como los secundarios Mg y S en concentraciones adecuadas permite un completo y armónico desarrollo de la planta además del conjunto de hormonas vegetales que completan la fórmula de Proferfol Súper Raíz.

Dosis: 2-3 kg/ha⁻¹ aplicar a los 15 y 30 días de nacido el arroz usar boquilla de abanico para aplicar.

Características: Fertilizante cuya fórmula mantiene un balance de nutrientes tal que estimulan el crecimiento de la masa radicular ya sea en plántulas de transplante o en plantas adultas que han sido afectadas por el ataque severo de nematodos o por la disminución de producción de raíces causadas por el exceso de lluvias o por drenajes insuficientes.

Cuadro 5. Riqueza Garantizada del Profefol Súper Raíz

Composición	Porcentaje
Nitrógeno total (N)	9
Fosforo Soluble (P)	45
Potasio (K)	11
Magnesio (Mg)	0.6
Azufre (S)	0.8
Fitohormonas	400 p.p.m

Agrota Cía. Ltda. (2011)

2.5.2.2 Lonite (Fertilizante orgánico natural a base de Ácidos Húmicos y Fúlvicos extraídos de Leonardita Americana). Para aplicación radicular y foliar. Dosis: 3-4 litros por hectárea de 2 a 3 aplicaciones en post transplante para favorecer a la raíz, repetir en la primera fase de crecimiento. Introducción de uso de 8 a 30 días.

Características: Fertilizante orgánico con alto contenido de materia orgánica activa y rápidamente disponible constituida por ácidos Fúlvicos y húmicos.

Mejora las funciones biológicas del suelo y directamente sobre la planta: Incrementa capacidad intercambio iónico, favorece la movilización P y de los demás micro elementos, incrementa formación radicular, controla la clorosis. Incrementa absorción elementos nutritivos, al aumentar la permeabilidad de la pared celular estimula el alargamiento vegetativo. Mejora características estructurales del suelo, reteniendo la humedad, inhibe la actividad de sustancias orgánicas e inorgánicas.

Cuadro 6. Riqueza garantizada del Lonite.

Composición	Porcentaje (%)
Materia orgánica	15
Materia orgánica seca	83
Materia orgánica humificada	90
Nitrógeno orgánico	2,2
Acido Húmico (Húmicos y Fúlvicos)	14

Quifatex Cía. Ltda.2011

2.5.2.3 Ureum (Fertilizante liquido para la prevención y corrección de carencia de nitrógeno vía foliar).

Se lo puede utilizar solo o combinado con otros productos y de ser necesario utilizar surfactantes no iónicos.

Aplicar vía foliar, también al suelo y por fertiriego en las primeras horas de la mañana o en bien por las tardes.

Dosis: de 3-4 litros por hectárea. Es compatible con la mayoría de los agroquímicos, no mezclar con productos con reacción alcalina, ni con productos ácidos.

2.5.2.3.1 Características

Se recomienda en situaciones de deficiencia de Nitrógeno, en crecimiento retardado, plantas mal desarrolladas, dificultad de absorción y problemas ambientales, mayor demanda de nutrientes por la planta, estrés causado por plagas o enfermedades y lesiones por aplicación de plaguicidas.

Cuadro 7. Riqueza garantizada del Ureum

Composición	% en Peso
Nitrógeno Total (N)	18.0
Azúcares	3.0
Proteínas	5.5
Potasio (K₂O)	2.0
Acondicionadores Inertes	71.5
Total	100.0

2.5.2.4 Eco-hum potasio engrose Bioestimulantes

Esta especialmente formulado para contribuir a la formación y llenado de frutos. Es un producto ecológico a base de sustancias húmicas concentradas y actúa como Bioestimulantes foliar y radical, mejorando el balance nutricional de los cultivos. Además de las sustancias húmicas, viene enriquecido con K, P, Mg, B y S.

2.5.2.4.1 Beneficios: Promueve la formación y desarrollo de los frutos. Formula balanceada, enriquecida con K, P, Mg, B y S. Mejores rendimientos.

Es quelatante orgánico, también actúa como desestresante y sirve para todos los cultivos. Incrementa el desarrollo y la coloración del área foliar.

Favorece el desarrollo en general de la planta al hacerla más resistente a enfermedades, reducir el estrés hídrico y estimula una mayor absorción de agua y nutrientes. Dosis: 1-1.5 litros por hectárea aplicación foliar antes y durante el desarrollo del fruto.

Cuadro 8. Riqueza garantizada del Eco-hum Potasio.

Elementos	Porcentajes
Humatos, fulvatos y ácido himatomelanico	12
Potasio (K₂O)	14
Fosforo (P₂O₄)	6
Magnesio (MgO)	1
Boro (B)	2
Azufre (S)	0.7
Coloides, coadyuvantes y disolventes orgánicos	64.3

FarmAgro 2011

2.6 Requerimientos nutricionales

Cuadro 9. Requerimientos nutricionales para producir 1 tonelada de arroz

Nutrientes	Requerimiento Kg/Tm grano
Nitrógeno	22.2
Fósforo	3.1
Potasio	26.2
Calcio	2.8
Magnesio	2.4
Azufre	0.94
Hierro	0.350
Cobre	0.027
Manganeso	0.370

Zinc	0.040
Boro	0.016

Fuente: Folleto INIAP -2007

2.6.1 Valor Nutricional.

Cuadro 10. Arroz blanco composición del arroz blanco por 100 g de sustancia

Composición	Contenido en %
Agua (%)	15.5
Proteínas (g)	6.2
Grasas (g)	0.8
Carbohidratos (g)	76.9
Fibra (g)	0.3
Cenizas (g)	0.6
Calcio (mg)	6
Fósforo (mg)	150
Hierro (mg)	0.4
Sodio (mg)	2
Vitamina B1 (Tiamina) (mg)	0.09
Vitamina B2 (Riboflavina) (mg)	0.03
Niacina (Ácido nicotínico) (mg)	1.4
Calorías	351

Fuente: Folleto INIAP -2007

2.7. Ensayos realizados en cultivos de arroz

El presente ensayo se realizó durante los meses de febrero a julio del presente año, en la Estación Experimental Boliche de Iniap, la misma que queda ubicada en el kilómetro 26 vía Duran – Tambo, parroquia Pedro J. Montero, cantón Yaguachi, provincia del Guayas, a 17 m.s.n.m, 2° 15´ de latitud sur y 79° 54´ de longitud occidental, con temperatura promedio anual de 25.1°C, precipitación promedio anual de 1342 mm, y 81% de humedad relativa anual (1/).

Este ensayo estuvo formado de nueve líneas promisorias y cuatro variedades comerciales como testigo, los objetivos fueron:

- Estudiar y evaluar el comportamiento agronómico del germoplasma utilizado.
- Identificar y seleccionar las líneas que posean características superiores o iguales a las variedades comerciales utilizadas.

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones de 13 tratamientos cada una.

Los datos tomados y analizados estadísticamente fueron: ciclo vegetativo, altura de planta, macollos y panículas/m², longitud de panículas, número de granos llenos y vanos/panículas, peso de mil semillas, longitud del grano descascarado, forma del grano, rendimiento e índice de pilada. **Cedeño (2004)**.

Trabajos realizados por José Laínez, W.Tucunango. INIAP 1982, relacionados en épocas de aplicación de nitrógeno en la variedad de arroz INIAP 415, con una topografía plana, con una población de 300 a 350.000 plantas en época seca determinó rendimientos de 6500 kg/Ha. Se probó la fertilización química que a más del nitrógeno se utilizó otros productos que contienen; fósforo, potasio, fertilizante foliar líquido con concentración de boro y zinc, además un bioestimulante radicular.

En su investigación diferentes programas de fertilización química en el cultivo de arroz bajo riego en el Cantón Marcelino Maridueña, en sus resultados que la aplicación del tratamiento 5 Nitrofoska azul (100kg/Ha) + Urea (138Kg/Ha) obtuvo un rendimiento de 7042.1 Kg/Ha. **Sarmiento H y Caicedo W (2005)**.

En su investigación Fertilización de arroz variedad Carvajal en el Cantón Balzar, con fertilizante Reyarroz mostró ser superior a Ultrasol y Urea más Potasio, con un rendimiento de 3700 Kg/Ha. **Cervantes, F. Mendoza D (2007)**.

El 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 microelementos en arroz INIAP 14. 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. **Medina (2008)**

Los datos fueron analizados en un diseño de Bloques completamente al azar, que consistieron en 11 tratamientos con 4 repeticiones. Los tratamientos fueron: T1 = Nitrógeno T2 = Nitrógeno + Fósforo T3 = Nitrógeno + Fósforo + Potasio T4 = Nitrógeno + Fósforo T5 = Nitrógeno + Tamo quemado en suelo. T6 = Nitrógeno + Tamo carbonizado T7 = Nitrógeno + Fósforo + Potasio + Cubierta vegetal. T8 = Nitrógeno + Fósforo + Potasio + Herbicida Pre-emergente (Butaclor + 2,4 D). T9 = Nitrógeno + Fósforo + Potasio + Herbicida Post-emergente (Propanil + 2,4 D). T10 = Testigo absoluto T11 = Nitrógeno + Fósforo + Potasio + Deshierba Manual.

Los resultados fueron: altura de planta, T7 con 109,2 cm; número de macollos, T5 con 456.25 macollos/m²; peso de 1000 g, Con excepción del Testigo absoluto (19 g.) y del tratamiento Nitrógeno + Fósforo + Potasio + Herbicida Post-emergente (20 g.), todos los demás tratamientos tuvieron un peso de grano semejantes (25-26 gramos/1000 granos); Número de granos por panoja, T8 con 89 granos; Porcentaje de granos vanos (%), T10 con 51.57%; Porcentaje de granos manchados, el Testigo Absoluto presentó el mayor porcentaje con 27.1%. Los demás tratamientos tuvieron bajo porcentaje que oscila entre 1% y 7%; Rendimiento, T5 con 7054.1 Kg/ha⁻¹, Mayor beneficio económico T5 con 2116.23 dólares por ha⁻¹.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en la Hacienda La Etelvina, a 1 Kilometro de la Cabecera Cantonal de Colimes, en la Provincia Guayas, cuya situación geográfica es latitud sur 1° 33` y longitud oeste 80° 1`.

El sitio seleccionado presenta una topografía plana, con un tipo de suelo franco arcilloso. La duración del trabajo de campo fue de 120 días.

3.2 Condiciones meteorológicas

En el cuadro 11, se presenta las condiciones meteorológicas del lugar donde se realizo la investigación.

Cuadro 11. Características meteorológicas de la Hda. La Etelvina – Colimes.

Parámetros	Promedio
Altitud msnm	20
Temperatura (°C)	24.9
Humedad relativa (%)	83
Heliofanía (horas/luz/años)	744.8
Precipitación anual total (mm)	2229
Zona ecológica	Bosque húmedo tropical

Fuente: INAHAMI 2011.

3.3 Materiales y equipos

Entre las herramientas (materiales y equipos) se utilizaron para la presente investigación, se citan los siguientes:

Descripción	Cantidad
Terreno (m ²)	564
Semilla INIAP 14 (kg)	5
Fertilizantes químicos	
Urea 46 % (kg)	15.6
Muriato de Potasio (kg)	2.29
Abono Completo 8-20-20 (kg)	3.19
Fertilizantes orgánicos	
Humi-Rossi 60-30G (g)	280
Súper Raíz (g)	11.26
Lonite (cc)	11.26
Ureum (cc)	11.26
Eco-Hum Potasio (cc)	3.76
Evergreen (l)	1.5
Herramientas	
Machete	1
Hoz	2
Calibrador	1
Balanza de precisión	1
Materiales	
Piola (lbs)	1
Cinta métrica de 50 m	1
Pintura litro	1/2
Rótulos	26
Bomba de Mochila	1
Lona (m ²)	2

Sacos	75
Herbicidas	
Pendimentalyte (cc)	200
Insecticidas	
Cipermetrina (cc)	30
Endosulfan (cc)	125
Phyrisect (cc)	50
Bomba 6" (Horas)	33
Agua m ³	875
Fungicidas	
Carbendazim (cc)	50
Muestra de tierra para análisis (kg)	1
Registro para datos	1
Esferográfico	2
Lápiz	1
Borrador	1
Computador	1
Resma de papel bond	1
Calculadora	1
Cámara fotográfica	1
Impresora	1
Pen drive	1
Internet (modem)	1

3.4 Tratamientos

Con la combinación de los fertilizantes químicos y orgánicos, se obtienen los siguientes tratamientos:

T1 (150 Kg de 8-20-20 + 270 Kg de Urea 46% + 100 Kg de Muriato de Potasio + 3.75 Kg de Humi-Rossi 60-30 G y 0.75 Kg Súper Raíz + 0.75 Kg de Lonite + 750 cm de Ureum + 250 cm de Eco-Hum Potasio ha).

T2 (112.50 Kg de 8-20-20 + 202.50 Kg de Urea 46% + 75 Kg de Muriato de Potasio + 7.5 Kg de Humi-Rossi 60-30 G y 1.5 Kg Súper Raíz +1.5 Kg de Lonite + 1.5 litros de Ureum + 500 cm de Eco-Hum Potasio ha).

T3 (75 Kg de 8-20-20 + 135 Kg de Urea 46% + 50 Kg de Muriato de Potasio + 11.25 Kg de Humi-Rossi 60-30 G y 2.25 Kg Súper Raíz +2.25 Kg de Lonite + 2.25 litros de Ureum + 750 cm de Eco-Hum Potasio ha).

T4 (37.50 Kg de 8-20-20 + 67.50 Kg de Urea 46% + 25 Kg de Muriato de Potasio + 15 Kg de Humi-Rossi 60-30 G y 3 Kg Súper Raíz +3 Kg de Lonite + 3 litros de Ureum + 1 litro de Eco-Hum Potasio ha).

T5 (50 Kg de 10-20-10 + 135 Kg de Urea 46% + 50 Kg de Muriato de potasio ha).

3.5 Diseño experimental

En el presente trabajo se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 5 repeticiones. La Unidad Experimental estuvo constituida en 5m ancho x 4 m longitud. Para determinar las diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos se aplicó la Prueba de Rangos Múltiples de Tuckey ($P. \leq 0.05$).

Cuadro 12. Esquema del Análisis de Varianza

fuelle de variación	fórmula	grados de libertad
---------------------	---------	--------------------

Repeticiones	$(r-1)$	4
Tratamientos	$t-1$	4
Error	$(t-1)(r-1)$	16
Total	$(t \times r)-1$	24

3.6 Delineamiento experimental

Cuadro 13. Delineamiento de la investigación.

Área total del experimento (m ²)	564
Área útil del experimento (m ²)	500
Número de parcelas	25
Longitud de la parcela (m ²)	3
Ancho de la parcela (m ²)	5
Total de plantas	8000
Total de plantas por parcelas	320
Plantas a evaluar 10 %	32
Distancia entre hileras (cm)	25
Distancia entre plantas (cm)	25
Distancia entre bloques (m)	1

3.7 Mediciones experimentales

Se efectuaron las siguientes mediciones experimentales:

3.7.1 Altura de planta

Se tomó 15 plantas al azar de cada tratamiento a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante, desde el suelo hasta la hoja bandera con la ayuda de un flexómetro y se expresó en cm.

3.7.2 Macollamiento por planta

Se tomó 15 plantas del área útil de cada unidad experimental a los 40 días del trasplante y se expresó en unidades de macollos.

3.7.3 Longitud de la panícula.

Se tomó dentro del área útil al azar 15 plantas en todos los tratamientos, se procedió a medir desde la panoja hasta el final de la espiguilla y se expresó en cm.

3.7.4 Panículas por metro cuadrado

Se contó al momento de la cosecha en 2 m² dentro del área útil de cada unidad experimental.

3.7.5 Peso de mil granos (PMG).

Este dato se obtuvo en base al peso de 1000 semillas al azar dentro del área útil en cada parcela y se expresó en gramos.

3.7.6 Porcentaje de acame.

Se clasificó con la escala siguiente:

1. Sin volcamiento.

2. Tendencia a volcamiento.
3. Moderadamente volcadas.
4. Mayoría de plantas caídas.
5. Todas caídas.

3.7.7 Producción en ha⁻¹.

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$Tm/ha = \frac{p \text{ parc} \times 10000m^2}{m^2 \text{ de parcela útil}}$$

Donde:

Tm /ha toneladas métricas por hectárea

p par producción por parcela

10000 m² ha

m² parcela útil del ensayo

$$\text{Sacas/ha} = \frac{Tm/Ha \times 1000}{Kg}$$

3.7.8 Longitud del grano pilado.

Dentro del área útil se tomó al azar 10 granos previamente pilado desde la base hasta la punta y se expresó en mm, en la escala:

1. Mayor a 7.5m.m.
2. De 6.6 a 7.5m.m.
3. Medio de 5.51 a 6.6m.m.

4. Corto de 5.5m.m. o menos.

3.7.9 Relación beneficio/costo

Se la obtuvo dividiendo el beneficio neto de cada tratamiento con los costos totales del mismo.

$$R (B/C) = BN/ CT \times 100$$

R (B/C) = relación beneficio costo

BN = beneficio neto

CT = costos totales.

3.8 Manejo del experimento

Para realizar este trabajo se consideraron los siguientes pasos:

3.8.1. Análisis del suelo

Se tomaron 10 submuestras del suelo en zig, zag de 10 a 20 cm de profundidad, se las mezcló y se tomó una muestra de un kg de suelo la cual fue analizada en el Departamento de Suelos de la Estación Experimental Pichilingue del INIAP para obtener las características físicas y químicas del suelo. Los resultados obtenidos mostraron deficiencia en materia orgánica, azufre y boro, que fueron sustituidos con los abonos químicos y orgánicos en los tratamientos en estudio.

3.8.2. Preparación del terreno

Se realizó un arado y fanguero utilizando un motocultor con gavias para picar e incorporar los restos de material vegetativo que se encontraron para dejar listo el terreno y realizar la siembra.

3.8.3. Semillero

Se utilizó la semilla INIAP 14. Se realizó al voleo en el terreno ya preparado (fanguero y nivelado), utilizando una densidad de 1.10 kg/m², en una poza húmeda de 1.00 metro de ancho x 5.00 metros de largo, el ciclo duró 22 días, a los 5 días de establecido el semillero se realizó un control preventivo con Cypermetrina 30cc con bomba de mochila para la langosta, Carbendazim 50cc con bomba de mochila para la cinta amarilla.

3.8.4. Trasplante

A los 23 días de realizado el semillero manualmente, se procedió al arrancar con cuidado las plántulas del semillero para luego ser trasplantado al sitio de investigación y se colocó de 8 – 10 plántulas por golpe, a una distancia de 25 cm entre hileras y 25 cm entre plantas.

3.8.5. Riego.

Se lo realizó con lamina de agua en el suelo para que el cultivo no presente problemas en el desarrollo, al momento de la siembra se realizó un drenaje y entrada de agua cada 6 días, esta labor cultural es para realizar el control por la incidencia de plaga como es el caso del caracol y se hizo aproximadamente hasta los 18 días se mantuvo una lámina de baja de agua (8-10 cm) hasta que el tallo alcanza mayor consistencia y engrosamiento. Luego de esto se mantuvo el nivel del agua de 15 cm en el cultivo hasta los 85 días de edad del arroz, excepto las épocas que se aplicaron los fertilizantes, herbicidas, insecticidas. etc. La cantidad de agua utilizada en la investigación fue de 875 m³, se realizó 13 entradas de agua.

3.8.6. Control Fitosanitario.

Para el control fitosanitario una vez efectuado el semillero a los 5 días se realizó el control preventivo con fungicida (control sogata) Skekura I.A. (Carbendazim 500g/kg) con 50cc por bomba de mochila de 20 litros; insecticida para control de plagas (caracol) Mariscal I.A. (Endosulfan 350g/l) con 125cc por bomba de 20 litros, control (langosta) Ciperpac I.A. (Cypermctrina 200g/l) con 30 cc en bomba de 20 litros. Se aplicó a los 12 y 75 días un insecticida orgánico Phyrisect I.A. (Pirtrinas naturales 5%, Inerte nr 1 etahol 65%, Inerte 2 aceite vegetal (rosmary oil) 30%) 50cc en bomba de mochila de 20 litros para el control de insectos plagas como mosca blanca, pulgon, trips.

3.8.7 Delimitación del ensayo.

La ubicación y formación de parcelas se la hizo manualmente con la ayuda de un flexómetro y una piola, se cuadró el terreno se midieron las parcelas de 3 m x 4 m y se distribuyeron los tratamientos al azar.

3.8.8. Fertilización

La aplicación del abono completo 8-20-20 se la realizó al momento del primer pase del fanguero en dosis de 150 kg/ha. La Urea se aplicó 270 kg/ha⁻¹ se lo incorporó fraccionariamente a los 25 y 57 días. El Muriato de Potasio se lo aplicó 100 kg/ha⁻¹, a los 7 días después del trasplante.

El abono orgánico Humi-Rossi 60-30 G se aplicó 15 Kg/ha⁻¹ a los 12 días, El Lonite 3 lts/ha⁻¹ a los 12 y 38 días, Eco-Hum potasio 1 L/ha⁻¹ a los 12 días, Súper Raíz 3 kg/ha⁻¹ a los 12 y 38 días después del trasplante. Y el fertilizante foliar Evergreen 1.5 L/ha⁻¹ en 200 lts de agua, a los 18 y 45 días después del trasplante.

3.8.9. Control de malezas

Para el control de malezas se utilizó herbicida residual pre-emergente y post emergente Feroz I.A. (Pendimentalin 400g/l) con 200cc en bomba de 20 litros a los 4 días después del trasplante, luego del control químico se realizó tres controles manual (deshierba) en el cultivo.

3.8.10. Cosecha

A los 114 días se realizó la cosecha en forma manual dentro del área útil (2 m²), cuando la madurez fisiológica de los tratamientos en estudio alcanzó el 95%; se utilizó hoces, sacos y lona.

3.8.11. Análisis Económico

Para efectuar el análisis económico de esta investigación en sus respectivos tratamientos, se utilizó lo siguiente:

:

3.8.11.1. Ingreso bruto por tratamiento

Este valor se dió por los valores totales en la etapa de investigación para lo cual se planteó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{IB = Y \times PY}$$

IB = ingreso bruto

Y = producto

PY = precio del producto

3.8.11.2. Costos totales por tratamiento

Se estableció mediante la suma de los costos fijos y variables, empleando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{CT = CF + CV}$$

CT = Costos totales

CF = Costos fijos

CV = Costos variables

3.8.11.3. Beneficio neto (BN)

Se estableció mediante la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales.

$$\mathbf{BN = IB - CT}$$

BN = beneficio neto

IB = ingreso bruto

CT = costos totales

3.8.11.4. Relación Beneficio/Costo

Se obtuvo de la división del beneficio neto de cada tratamiento con los costos totales del mismo, cuya fórmula es:

$$\mathbf{R\ B/C = BN/ CT}$$

R B/C = relación beneficio costo

BN = beneficio neto

CT = costos totales

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según las variables analizadas, los tratamientos y las condiciones en las que se llevo a cabo este ensayo, los resultados de dichas variables son:

4.1 Altura de plantas (cm).

Las medias de la variable altura de planta se reportan en el cuadro 14, en relación a altura de la planta el resultado indica, que hay diferencias significativas, cuando se realizó la comparación de medias utilizando Tukey al 0.05%, como se observa en el cuadro 14. La mayor altura de planta a los 15, 30, 45 y 60 días lo reportó el T1 con 33.87 cms, 65.62 cms, 72.55 cms y 87.94 cm respectivamente y el menor promedio se observó en el T5 testigo absoluto con 24.61 cms, 42.96 cms, 55.69 cms y 74.66 cms respectivamente.

Cuadro 14. Altura de la planta en centímetros, efecto de la fertilización química y orgánica en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) con lámina de agua.

Tratamientos	15 días	30 días	45 días	60 días
T1	33,87 d	65,62 c	72,55 c	87,94 c
T2	29,42 b	60,88 bc	65,59 b	82,50 abc
T3	32,82 cd	57,83 b	64,17 b	83,75 bc
T4	31,30 c	48,67 a	60,19 ab	77,18 ab
T5	24,61 a	42,96 a	55,69 a	74,66 a
CV%	2,65	6,80	5,37	5,24

Promedios con las mismas letras son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

4.2. Macollos por planta

Las medias de la variable se reportan en el cuadro 15, en relación a número de macollos de la planta el resultado indica, que hay diferencias significativas cuando se realizó la comparación de medias utilizando Tukey al 0.05%, como se observa en el cuadro 15. El mayor número de macollos se registró en el T1

con 44.75, presentando igualdad estadística el T2 y T3, y diferencia estadística con T1, T4 y T5, el menor promedio se observó en el T5 con 27.07 respectivamente.

Al evaluar la fertilización química y orgánica en las variables altura de planta 87.94, macollo por planta 44.75, presentó la mayor respuesta a la fertilización en base de (150 kg 8-20-20, 270 kg urea 46%, 100 kg Muriato de Potasio, 3.75 kg Hummi-Rossi 60-30G, 0.75 kg Súper Raíz, 0.75 kg Lonite, 750 cc Ureum, 250cc Eco-Hum Potasio) esto se debe a que la urea por su alto contenido de nitrógeno es de gran importancia para el desarrollo de la planta lo cual concuerda con **Franquet J (2004)**, Nitrógeno, es un constituyente esencial en los aminoácidos, ácidos nucleicos y de la clorofila. Promueve el rápido crecimiento (incremento en el tamaño de la planta y número de macollos) y aumenta el tamaño de las hojas, el número de espiguillas por panoja, el porcentaje de espiguillas llenas y el contenido de proteínas en el grano.

Cuadro 15. Macollos por planta en arroz, efecto de la fertilización química y orgánica en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) con lámina de agua.

Tratamientos	N° Macollos 40 días
T1	44,75 c
T2	38,86 bc
T3	37,85 bc
T4	32,14 ab
T5	27,07 a
CV%	13,44

Promedios con las mismas letras son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

4.3. Longitud de panícula

Las medias de la variable se reportan en el cuadro 16, en relación a longitud de panícula de la planta el resultado indica, que hay diferencias significativas cuando se realizó la comparación de medias utilizando Tukey al 0.05%, como se observa en el cuadro 16. La mayor longitud de la panícula lo registró el T2

con 23.74 cm, presentando diferencia estadísticas todos los tratamientos en estudio, el menor promedio se observó en el T5 con 20.50 cm respectivamente.

Cuadro 16. Longitud de la panícula de la planta de arroz, efecto de la fertilización química y orgánica en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) con lámina de agua.

Tratamientos	Longitud de la panícula
T1	23,74 bc
T2	24,57 c
T3	22,09 abc
T4	21,23 ab
T5	20,50 a
CV%	6,53

Promedios con las mismas letras son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

4.4. Número de panículas/m².

Las medias de la variable se reportan en el cuadro 17, en relación al número de panícula de la planta el resultado indica, que hay diferencias significativas cuando se realizó la comparación de medias utilizando Tukey al 0.05%, como se observa en el cuadro 17. El mayor promedio de número de panículas/m² lo registró el T2 con 26.89 panículas, presentando igualdad estadística T1, T2 y T3, y diferencia estadística con el T4 y T5, el menor promedio se observó en el T5 con 18.16 panículas respectivamente.

El T2 (112.50 kg 8-20-20, 202.50 kg urea 46%, 75 kg Muriato de Potasio, 7.5 kg Hummi-Rossi 60-30G, 1.5 kg Súper Raíz, 1.5 kg Lonite, 1.5 Lt Ureum, 500cc Eco-Hum Potasio) reportó el mayor número de panícula por m² 503.52, longitud de la panícula 24.57, la urea por su gran contenido de N es necesaria para el desarrollo de la planta de arroz por lo cual concuerdo con **ISQUISA, (2011)**. Una planta deficiente de Nitrógeno (N) no puede hacer un óptimo uso de la luz solar, por lo que se ve afectada la capacidad de fotosintetizar y en

consecuencia su capacidad de aprovechamiento y absorción de nutrientes, limitando con esto el crecimiento y desarrollo adecuado de las plantas.

Cuadro 17. Número de panícula/m² de la planta de arroz, efecto de la fertilización química y orgánica en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) con lámina de agua.

Tratamientos	Número de Panículas/m ²
T1	25,69 b
T2	26,89 b
T3	25,32 b
T4	20,77 a
T5	18,16 a
CV%	7,93

Promedios con las mismas letras son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey (P<0.05).

4.5. Peso de mil semillas

Las medias de la variable se reportan en el cuadro 18, en relación al peso de mil semillas el resultado indica, que hay diferencias significativas cuando se realizó la comparación de medias utilizando Tukey al 0.05%, como se observa en el cuadro 18. El mayor promedio de peso de mil semillas lo registró el T3 con un peso de 15.84 gramos, presentando igualdad estadística el T1, T2 y T4, y diferencia estadística con el T3 y T5, el menor promedio presentó el T5 con 14.93 gramos respectivamente.

Tratamientos	Peso de mil semillas
T1	15,55 ab
T2	15,48 ab
T3	15,84 b
T4	15,58 ab
T5	14,93 a

CV%	2,68
-----	------

Cuadro 18. Peso de mil semillas de arroz, efecto de la fertilización química y orgánica en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) con lámina de agua.

Promedios con las mismas letras son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey (P<0.05)

4.6. Producción Kg/ha⁻¹

Las medias de la variable se reportan en el cuadro 19, en relación al rendimiento kg/ha⁻¹ el resultado indica, que hay diferencias significativas cuando se realizó la comparación de medias utilizando Tukey al 0.05%, como se observa en el cuadro 19. El tratamiento que registró el mayor promedio en rendimiento T1 con 7.59 kg, presentando igualdad estadística T1 y T2 y diferencia estadística con T3, T4 y T5, el menor promedio de rendimiento lo registró el T5 con 5.68 kg respectivamente.

El T1 (150 kg 8-20-20, 270 kg urea 46%, 100 kg Muriato de Potasio, 3.75 kg Hummi-Rossi 60-30G, 0.75 kg Súper Raíz, 0.75 kg Lonite, 750 cc Ureum, 250cc Eco-Hum Potasio) reportó el mayor promedio de longitud del grano pilado 6.62 mm, producción kg por hectárea 7.59 kg, peso de mil granos 15.84 gr, al aplicar abono Muriato de Potasio ayuda al llenado de frutos y granos, Abono completo ayuda a un mayor nivel de producción concordando con **AGRIMEN, (2011)**. Es una mezcla balanceada que contiene Nitrógeno, Fósforo, Potasio, los cuales son elementos fundamentales que requieren los cultivos para generar un mayor nivel de producción.

Cuadro 19. Producción kg/ha⁻¹ de arroz, efecto de la fertilización química y orgánica en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) con lámina de agua.

Tratamientos	Producción kg/ha ⁻¹
T1	5.06 d
T2	5.03 d
T3	4.90 c

T4	4.46 b
T5	3.78 a
CV%	1.34

Promedios con las mismas letras son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey (P<0.05)

4.7. Longitud del grano pilado (mm)

Las medias de la variable se reportan en el cuadro 20, en relación al Longitud del grano pilado el resultado indica, que hay diferencias significativas cuando se realizó la comparación de medias utilizando Tukey al 0.05%, como se observa en el cuadro 20. Se registró el mayor promedio de diámetro del grano en el T1 con 6.62 mm, presentando igualdad los tratamientos T1 y T2, T4 y T5, y diferencia estadística con el T3, el menor diámetro lo registró el T5 con 5.18 mm respectivamente.

El T1 (150 kg 8-20-20, 270 kg urea 46%, 100 kg Muriato de Potasio, 3.75 kg Hummi-Rossi 60-30G, 0.75 kg Súper Raíz, 0.75 kg Lonite, 750 cc Ureum, 250cc Eco-Hum Potasio) reportó el mayor promedio de Longitud del grano pilado 6.62 mm, rendimiento kg por hectárea 7.59 kg, peso de mil granos 15.84 gr, al aplicar abono Muriato de Potasio ayuda al llenado de frutos y granos, Abono completo ayuda a un mayor nivel de producción concordando con **ISQUISA, (2011)**. El Potasio es determinante en la formación y carga de frutos y llenado de grano. **AGRIMEN, (2011)**. Es una mezcla balanceada que contiene Nitrógeno, Fósforo, Potasio, los cuales son elementos fundamentales que requieren los cultivos para generar un mayor nivel de producción.

Cuadro 20. Longitud del grano pilado de arroz, efecto de la fertilización química y orgánica en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) con lámina de agua.

Promedios con las mismas letras son estadísticamente iguales según prueba Tukey (P< 0.05).

Tratamientos	Longitud del grano pilado mm
T1	6,62 c
T2	6,38 c
T3	5,97 b
T4	5,44 a
T5	5,18 a
CV%	2,24

Por lo cual se rechaza la primera hipótesis que dice: Con el tratamiento **T3** (75 Kg de 8-20-20 + 135 Kg de Urea 46% + 50 Kg de Muriato de Potasio + 11.25 Kg de Humi-Rossi 60-30 G y 2.25 Kg Súper Raíz +2.25 Kg de Lonite + 2.25 litros de Ureum + 750 cm de Eco-Hum Potasio) ha⁻¹, se obtiene mejor producción.

La mayor utilidad neta se presentó con el tratamiento T1 con \$ 648.16 y la mayor rentabilidad lo presentó T1 con 62.58%; la menor utilidad neta con el tratamiento T5 con \$ 375.13 y la menor rentabilidad el T5 con 42.41%.

Rechazando la segunda hipótesis que dice: con el tratamiento **T2** (112.50 Kg de 8-20-20 + 202.50 Kg de Urea 46% + 75 Kg de Muriato de Potasio + 7.5 Kg de Humi-Rossi 60-30 G y 1.5 Kg Súper Raíz +1.5 Kg de Lonite + 1.5 litros de Ureum + 500 cm de Eco-Hum Potasio) ha⁻¹, se obtiene mayor utilidad.

4.8. Análisis económico

Costo en dólares por tratamiento

Cuadro 21. Costos en dólares por tratamientos, efecto de la fertilización química y orgánica en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) con lámina de agua.

Rubro/Actividad	Unidad	Costos Tratamiento 1	Costos Tratamiento 2	Costos Tratamiento 3	Costos Tratamiento 4	Costos Tratamiento 5
Preparación del suelo		11.87	11.87	11.87	11.87	11.87
Análisis de suelo	1 muestra	5.37	5.37	5.37	5.37	5.37
Fangueada y nivelada	1/2 hora	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30
Arreglo de muros	1 jornal	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
División de parcelas		1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Siembra		5.78	5.78	5.78	5.78	5.78
Semilla	100 kg	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Semillero	1 jornal	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Trasplante	2 jornales	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20
Herbicidas		1.84	1.84	1.84	1.84	1.84
Feroz (Pendimentalyte)	200 cc	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
Control de maleza	1 jornales	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Fertilizantes químicos		27.27	24.88	22.40	19.78	18.63
Urea	15.6 kg	9.30	7.75	6.20	4.65	3.10
Muriato de potasio	2.29 kg	2.03	1.69	1.35	1.01	0.68
Abono completo npk	3.19 kg	2.54	2.04	1.45	0.72	1.45
Evergreen	200 cc	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Mano de obra	4 jornales	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80
Fertilizantes orgánicos		5.72	8.22	10.75	12.06	0.00
Súper raíz	11.26 g	0.28	0.56	0.85	1.13	
Lonite	11.26 cc	0.32	0.64	0.96	1.28	
Ureum	11.26 cc	0.38	0.75	1.13	1.50	
Eco-hum potasio	3.76 cc	0.60	1.20	1.80	2.40	
Humi-Rossi	280 gr	0.94	1.87	2.81	3.75	
Mano de obra	2 Jornal	3.20	3.20	3.20	3.20	
Riego		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Bomba de 6"	33 horas	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Insecticidas y fungicidas		4.52	4.52	4.52	4.52	4.52
Phyrisect	50 cc	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Endosulfan	125 cc	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Carvendazim	50 cc	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
Cypermctrina	30 cc	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
Mano de obra	2 jornal	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20
Cosecha		16.32	16.32	16.32	16.32	16.32
Sacos (Cosechados)	Sacas sacos	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87
Envases	25	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Rótulos madera	1	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00

Rótulo (gigantografía)	1 lb	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Pirola	1 ha	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Alquiler de terreno	100	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Funda (5x8)						
Costo total /tratamiento	\$	76.32	76.43	76.48	75.17	61.96
Producción kg /ha⁻¹.	kg	5061.27	5037.33	4902.67	4460.00	3786.67
Sacas de 205 lbs.	ha	54.32	54.05	52.61	47.86	40.63
Ingreso bruto	\$ 31	1683.92	1675.55	1630.91	1483.66	1259.53
Costo de producción/ha⁻¹	ha	1035.76	1048.38	1060.50	983.71	884.40
Utilidad USD	\$	648.16	627.17	570.41	499.95	375.13
Rentabilidad USD	%	62.58	59.82	53.78	50.82	42.41
Relación Beneficio/Costo	\$	1.62	1.60	1.53	1.50	1.42

El mayor costo de producción se presentó con el tratamiento T3 con \$1.060,50 y el menor costo de producción se encontró en el tratamiento T5 con \$ 884.40.

El mayor ingreso bruto lo presentó el T1 con \$ 1.683.92 y el menor ingreso bruto se registró con el tratamiento T5 con \$ 1.259,53.

La mayor utilidad neta se presentó con el tratamiento T1 con \$ 648.16; la menor utilidad neta con el tratamiento T5 con \$ 375,13

La mayor rentabilidad lo presentó el tratamiento T1 con 62,58%, y la menor rentabilidad el T5 con 42,41 %.

La mejor relación beneficio/costo se obtuvo en el T1 con \$ 1,62 y la menor relación beneficio/costo en el T5 con \$ 1,42.

Por lo tanto se rechaza la segunda hipótesis que con el T2 (112.50 Kg de 8-20-20 + 202.50 Kg de Urea 46% + 75 Kg de Muriato de Potasio + 7.5 Kg de Humi-

Rossi 60-30 G y 1.5 Kg Súper Raíz +1.5 Kg de Lonite + 1.5 litros de Urereum + 500 cm de Eco-Hum Potasio) ha⁻¹, se obtiene mayor utilidad.

V. CONCLUSIONES

Al evaluar el efecto de la fertilización química y orgánica en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) con lámina de agua, se concluye q si existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

El tratamiento T1 (150 Kg de 8-20-20 + 270 Kg de Urea 46% + 100 Kg de Muriato de Potasio + 3.75 Kg de Humi-Rossi 60-30 G y 0.75 Kg Súper Raíz + 0.75 Kg de Lonite + 750 cm de Ureum + 250 cm de Eco-Hum Potasio) obtuvo mayor altura a los 60 días (87.94cc), número de macollos(44.75), la mayor

longitud del grano pilado el diámetro (5.18 mm), producción (5061.27kg), ingreso bruto (\$1683.92), utilidad (\$648.16), rentabilidad (62.58%) y mejor relación beneficio costo (\$1.62)

La mayor longitud de la panícula por planta se mostró con el tratamiento T2 (112.50 Kg de 8-20-20 + 202.50 Kg de Urea 46% + 75 Kg de Muriato de Potasio + 7.5 Kg de Humi-Rossi 60-30 G y 1.5 Kg Súper Raíz +1.5 Kg de Lonite + 1.5 litros de Ureum + 500 cm de Eco-Hum Potasio) con 24.57 cms y la menor longitud se presentó en el tratamiento T5 (50 Kg de 10-20-10 + 135 Kg de Urea 46% + 50 Kg de Muriato de potasio) con 20.50 cm.

El mayor número de panículas por metro cuadrado se presentó con el tratamiento T2 (112.50 Kg de 8-20-20 + 202.50 Kg de Urea 46% + 75 Kg de Muriato de Potasio + 7.5 Kg de Humi-Rossi 60-30 G y 1.5 Kg Súper Raíz +1.5 Kg de Lonite + 1.5 litros de Ureum + 500 cm de Eco-Hum Potasio) con 503.52 panículas y el menor número de panículas lo presentó el tratamiento T5 (50 Kg de 10-20-10 + 135 Kg de Urea 46% + 50 Kg de Muriato de potasio) con 290.56 panículas.

El mayor peso de 1000 granos lo presentó el tratamiento T3 (75 Kg de 8-20-20 + 135 Kg de Urea 46% + 50 Kg de Muriato de Potasio + 11.25 Kg de Humi-Rossi 60-30 G y 2.25 Kg Súper Raíz +2.25 Kg de Lonite + 2.25 litros de Ureum + 750 cm de Eco-Hum Potasio) con un peso de 15.84 gr y el menor peso de 1000 granos los presentó el tratamiento T5 (50 Kg de 10-20-10 + 135 Kg de Urea 46% + 50 Kg de Muriato de potasio) con un peso 14.93 gr.

VI. RECOMENDACIONES

En base los resultados y conclusiones se presentan las siguientes recomendaciones.

Aplicar 150 Kg de 8-20-20 + 270 Kg de Urea 46% + 100 Kg de Muriato de Potasio + 3.75 Kg de Humi-Rossi 60-30 G y 0.75 Kg Súper Raíz + 0.75 Kg de Lonite + 750 cm de Ureum + 250 cm de Eco-Hum Potasio en combinación para mejorar la producción del cultivo de arroz con semilla INIAP-14.

Realizar trabajos de investigación con otros tipos de semilla de arroz y otras combinaciones, en diferentes zonas del país.