

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“POTENCIAL DE RENDIMIENTO DE LÍNEAS MUTANTES DE
ARROZ (*Oryza sativa* L.) DESARROLLADAS MEDIANTE
APLICACIÓN DE RAYOS GAMMA EN CONDICIONES DEL VALLE
DE JEQUETEPEQUE”**

Presentado por:

DORIS PAOLA RODRÍGUEZ ZURICHAQUI

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima – Perú

2017

DEDICATORIA

Con mucho cariño a mi querida madre Sonia Zurichaqui por el amor y apoyo incondicional que me brinda día con día para el desarrollo de mis metas.

AGRADECIMIENTO

A mi patrocinadora, Ing. Mg. Sc. Elizabeth Heros Aguilar, por su valioso apoyo en la realización y culminación de este trabajo.

Al programa de Cereales y granos nativos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Al ingeniero Armando Noriega Manguini; por las facilidades brindadas para la instalación y desarrollo del área experimental.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 GENERALIDADES.....	4
2.1.1 Clasificación taxonómica del arroz	4
2.1.2 Descripción botánica del arroz	5
2.2 FACTORES EDAFOCLIMÁTICOS QUE AFECTAN EL CULTIVO DE ARROZ	6
2.2.1 Clima	6
2.2.2 Suelos	8
2.3 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS IMPORTANTES EN LA OBTENCIÓN DE NUEVAS VARIEDADES	9
2.3.1 Vigor Vegetativo	9
2.3.2 Macollamiento.....	9
2.3.3 Maduración.....	9
2.3.4 Desgrane.....	10
2.3.5 Porcentaje de fertilidad o esterilidad de las espiguillas.....	11
2.3.6 Número de granos por panoja	11
2.3.7 Peso de 1000 granos	11
2.3.8 Rendimiento	11
2.3.9 Calidad de grano.....	12
2.4 MEJORAMIENTO GENÉTICO	13
2.4.1 Mutación.....	13
2.5 ANTECEDENTES.....	21
2.6 CARACTERISTICAS DEL CULTIVAR CAPIRONA	24
2.6.1 Morfología.....	25
2.6.2 Reacción de enfermedades	25
2.6.3 Calidad molinera (rendimiento de pila).....	25
2.6.4 Dormancia	25
2.6.5 Periodo Vegetativo.....	26
2.6.6 Manejo Agronómico	26
III. MATERIALES Y METODOS.....	27
3.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	27
3.2 MATERIALES	27

3.2.1	Equipos.....	27
3.2.2	Material Genético.....	27
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	28
3.3.1	Disposición de los tratamientos.....	29
3.4	MANEJO AGRONÓMICO	30
3.4.1	Siembra	30
3.4.2	Transplante	30
3.4.3	Fertilización.....	30
3.4.4	Riego	31
3.4.5	MANEJO DE MALEZAS	31
3.4.6	Manejos de plagas y enfermedades	31
3.4.7	COSECHA	31
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	32
V.	CONCLUSIONES.....	46
VI.	RECOMENDACIONES.....	48
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA	49
VIII.	ANEXO.....	57

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 01. Clasificación taxonómica del arroz.	5
Cuadro N° 02. Respuesta del cultivo de arroz a diferentes temperaturas en diferentes etapas de crecimiento.	7
Cuadro N° 03. Agentes Mutagénicos físicos y químicos empleados en la inducción de mutaciones	18
Cuadro N°04. Lista de líneas mutantes y testigos	28
Cuadro N° 05. Fuentes de variabilidad y grados de libertad.	29
Cuadro N°06: Cuadro ANVA de Rendimiento obtenido por la prueba de Tukey, de ocho líneas mutantes y dos variedades comerciales de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 % de probabilidad.	32
Cuadro N° 07. Rendimiento de arroz cáscara (kg ha ⁻¹) de ocho líneas mutantes y dos variedades de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.	33
Cuadro N° 08. Número de Panículas /m ² de ocho líneas mutantes y dos variedades de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.	35
Cuadro N° 09. Numero de granos totales / panícula de ocho líneas mutantes y dos variedades comerciales de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05% de probabilidad.	36
Cuadro N° 10. Granos llenos / panícula (%)de ocho líneas mutantes y dos variedades comerciales de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.	37
Cuadro N° 11. Porcentaje de granos vanos / panícula de ocho líneas mutantes y dos variedades comerciales de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.	38
Cuadro N° 12. Peso de 1000 granos (g), de ocho líneas mutantes y dos variedades comerciales de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.	39
Cuadro N° 13. Número de días de Maduración de ocho líneas mutantes y dos variedades comerciales de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.	40
Cuadro N° 14. Características importantes para la selección de nuevas variedades de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.	41

Cuadro N° 15. Componentes de rendimiento de diez líneas mutantes, del ensayo realizado en el valle de Jequetepeque 2013.	42
Cuadro N° 16. Características biométricas de granos sin cáscara, de ocho líneas mutantes y dos variedades comerciales de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.	43
Cuadro N° 17. Calidad molinera de ocho líneas mutantes y dos variedades comerciales de arroz.	44

LISTA DE FIGURAS

- Figura N°01:** Disposición de los tratamientos. 30
- Figura N° 02.** Gráfico de barras de Rendimiento de arroz cascara (Kg/Ha),
de ocho líneas mutantes y dos variedades de arroz. 34

RESUMEN

En noviembre del 2012, en el valle de Jequeteque, distrito de Chepén, región de La Libertad, se efectuó el estudio de 8 líneas mutantes de Capirona y dos testigos (cultivares comerciales) de arroz (*Oryza sativa L.*). El objetivo fue determinar el potencial genético de rendimiento de las líneas mutantes, evaluar características secundarias relacionadas al rendimiento y calidad molinera. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los resultados obtenidos en campo fueron procesados con el programa estadístico SAS, demostrando que la línea MC-25-20-1 obtuvo el mayor rendimiento con 8575 Kg ha⁻¹, produciendo 738 Kg ha⁻¹ más que el testigo Capirona. La línea sales A obtuvo el mayor número de panículas por metro cuadrado, logrando 417 panículas m⁻² seguido de la línea MC-25-20-1 que obtuvo 412 panículas m⁻². La línea MC35-11-1 fue la que obtuvo el mayor peso de 1000 granos con 30.4 g. superando a la variedad comercial Capirona la cual obtuvo 26.6 g. El testigo La Conquista obtuvo el mayor porcentaje de granos llenos con 88% seguido de la línea MC35-123-3 con 86%. La línea MC35-123-3 redujo el número de días a la maduración en 15 días con respecto al testigo Capirona. No se encontraron mejoras significativas en cuanto a la calidad molinera de las líneas mutantes con respecto a los testigos.

Palabras clave: Capirona, línea, mutante, rendimiento.

I. INTRODUCCIÓN

El arroz *Oryza Sativa* L, es una planta gramínea que pertenece a la familia poaceae, es uno de los principales alimentos básicos en muchos continentes como del Asia, América Latina y el Caribe. Constituye el segundo alimento más utilizado del mundo después del trigo y el primero en Asia. Naciones de grandes poblaciones como la China o la India basan fundamentalmente su alimentación en este alimento. Podemos decir entonces que casi la mitad de la población mundial depende de este cereal.

El arroz fue introducido al Perú por los españoles en la segunda mitad del siglo XVI, localizándose en los valles costeros del sur del país. Actualmente ocupa importantes extensiones de los valles del Norte y de la Ceja de Selva y Selva. Es un componente alimenticio básico de la canasta familiar peruana, su cultivo y consumo están completamente difundidos a nivel nacional.

En el Perú, además de su importancia como alimento, es el producto que más aporta al PBI agropecuario y agrícola, por cual genera la mayor cantidad de empleos en el sector agrario. Aportó con el 4.5% del PBI agropecuario y con el 7.7% del PBI agrícola del país en el año 2011, generando una gran fuente de ocupación en el campo y en la industria molinera, ocupa alrededor de 44.7 millones de jornales los que equivalen a 161,300 empleos anuales permanentes, es por esto que tiene en el medio rural una fuerte influencia económica y social (MINAG, 2012). Así mismo, ofrece a través de sus subproductos, materia prima para la preparación de bebidas y alimentos balanceados en ganadería y avicultura.

La producción de arroz en el Perú, se caracteriza por mostrar un crecimiento horizontal traducido en una ampliación de áreas cultivadas antes que en un mejoramiento de la productividad. Así, mientras que las siembras crecen a una tasa anual del 8 % y la productividad lo hace al 2 %. (APEAR, 2010).

La mayor concentración de las siembras se da en los meses de noviembre a marzo siendo aproximadamente el 54.8% del total de siembras a nivel nacional, debido fundamentalmente que en este periodo del año existe una mayor disponibilidad del recurso hídrico en el norte de país, posibilitando el incremento de las siembras en este periodo (MINAG, 2012).

León (2015) menciona que la producción Nacional de arroz creció 55.8% durante el periodo 2004-2014, y que el aumento de la producción de arroz se relaciona al incremento en el rendimiento del cereal, que pasó de 5.6 toneladas por hectárea en los años 90, a 7.7 toneladas por hectárea en el 2013.

Según el IV Censo Agrícola del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2012), el arroz ocupa una de las mayores áreas de cultivo con 224 298. 36 hectáreas, y representa alrededor del 14% del valor total de la producción agrícola.

A pesar del importante incremento en la producción de arroz, nuestro país se ve en la obligación de seguir importando dicho cereal. En el 2014, las importaciones de este producto sumaron US\$ 139 millones, representando un aumento de 14.3% respecto al 2013, según cifras de la SUNAT.

La población peruana está creciendo a un ritmo muy acelerado (1.3 % según INEI, 2014), lo que resulta en un aumento en la demanda de arroz y de la presión para aumentar la producción, por esta razón investigadores buscan la forma de incrementar los rendimientos sin aumentar los costos de producción, recurriendo a las inducciones de mutación como una estrategia de mejoramiento.

La inducción de mutaciones en el mejoramiento genético de los cultivos es una técnica bien establecida para aumentar la variabilidad genética existente en el germoplasma. El uso de mutaciones en la agricultura, es una técnica de mucho interés, que ha sido utilizada en las últimas décadas y que permite variar caracteres heredables en el mejoramiento de germoplasmas como el arroz, incrementado rendimiento, generando resistencia a plagas y enfermedades y reduciendo el número de días de maduración (variedades precoces). Lo ideal para los agricultores es tener una mayor producción en menos tiempo, ya que esta disminución del tiempo de maduración reflejara a su vez una disminución en los costos de producción.

Las técnicas de mutación inducida empleando radiación gamma o iones pesados, han dado resultados prácticos trascendentales. La tecnología de mutación inducida ha ampliado el significado de la mutación clásica, mostrando su rol en la conservación y preservación de la biodiversidad de los cultivos y en el mejoramiento genético de estos.

En el presente trabajo se evalúan 8 líneas mutantes obtenidas del cultivar Capirona, con el principal objetivo de determinar su potencial genético de rendimiento, además se evalúan las características secundarias relacionadas al rendimiento y la calidad molinera. El proyecto se instaló en el Fundo “La Calera”, ubicado en el Distrito de Guadalupe, Región de La Libertad. El diseño a utilizar es un DBCA o Diseño de Bloques al Azar con tres repeticiones.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES

Grist (1982), indica que el género *Oryza* comprende veinticinco especies distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales de Asia, África, América Central y del Sur y Australia. Existen tantas especies diploides ($2n = 24$) y tetraploides, siendo más numerosas las primeras. Su taxonomía es compleja y no se ha llegado a un acuerdo final en la sinonimia o las relaciones de algunas de las especies.

Ochse *et al.*, (1989), mencionaron que el arroz es un cultivo originario de la india y constituye la especie más importante dentro del género *Oryza*. Gonzales (1982), indica que el arroz, es una planta de alta variabilidad genética, representada por muchas especies y miles de cultivares que han resultado de procesos naturales de evolución y procesos de cruces artificiales realizados por el hombre. Actualmente, solo dos especies se cultivan: *Oryza sativa* L. y *Oryza glaberrima* Steud.

Acevedo *et al.*, (2006), señala que el cultivo del arroz, *Oryza sativa* L., comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Este cultivo es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial. A nivel mundial, ocupa el segundo lugar después del trigo con respecto a superficie cosechada. El arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquiera de los otros cereales cultivados

FAO (2004). El arroz es el alimento básico predominante para 17 países de Asia y el Pacífico, nueve países de América del Norte y del Sur y ocho países de África. Este cereal proporciona el 20 por ciento del suministro de energía alimentaria del mundo.

2.1.1 Clasificación taxonómica del arroz

Strasburger (1986), clasifica taxonómicamente al arroz de la siguiente manera:

Cuadro N° 01. Clasificación taxonómica del arroz.

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Subdivisión	:	Magnoliophytina
Clase	:	Liliopsida
Subclase	:	Liliidae
Superorden	:	Commelinanae
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Subfamilia	:	Oryzoideae
Tribu	:	Oryzeae
Género	:	Oryza
Especie	:	<i>Oryza sativa</i> Linn.

2.1.2 Descripción botánica del arroz

Gonzales (1982). El arroz cultivado es una planta con estructura adaptada para el desarrollo bajo condiciones semi acuáticas y acuáticas (variedades flotantes).

El sistema radicular consta de una raíz seminal de corta duración y raíces secundarias de origen adventicio que forman un fascículo poco profundo. Los tallos son huecos y más o menos redondos, formados por nudos y entrenudos que varían en número y tamaño según los cultivares. De cada nudo nace una hoja y una yema capaz de producir un nuevo tallo o macollo, que a su vez forman nuevos macollos.

Las hojas son largas, más o menos angostas, y constan de vaina, cuello (o collar) y lamina o limbo. En el cuello de la hoja se insertan la lígula y las aurículas.

Las espiguillas son trifloras y hermafroditas, la última es la fértil y las dos inferiores están representadas por órganos vestigiales; y se encuentran reunidas en inflorescencias racimosas formando panículas. El número de espiguillas o flores es variable según los cultivares y condiciones de manejo. A la madurez las panículas adoptan una posición pendiente debido al peso de los granos maduros.

El fruto es un cariósipide envuelto por las glumelas (Lemma y palea) y la semilla propiamente dicha está constituida por el endospermo y el embrión.

El tamaño de la planta es muy variable, presentándose tipos de estaturas muy bajas (cultivares enanos) hasta tipos que alcanzan los 7 metros de altura (cultivares flotantes). Los cultivares modernos preferidos presentan alturas semi enanas (1 m) a intermedias (1.30 m) y son resistentes al vuelco.

2.2 FACTORES EDAFOCLIMÁTICOS QUE AFECTAN EL CULTIVO DE ARROZ

2.2.1 Clima

Los Factores climáticos que afectan el cultivo de arroz son: la temperatura, radiación solar y la precipitación pluvial (de Datta, 1981).

a. TEMPERATURA

Angladette (1955), la temperatura puede constituir un factor limitante para el cultivo de arroz. El descenso de esta en el momento de la iniciación panicular es particularmente crítico.

Las temperaturas nocturnas por debajo de 13°C reducen las formaciones opacas, mientras que las temperaturas superiores a 30°C las incrementan (Salazar, 1986).

Por otro lado, Hernández (1982) sostiene que las temperaturas críticas altas y bajas inciden en el rendimiento, afectando el macollamiento, número de espiguillas y maduración. Sánchez (1967), manifiesta que la temperatura óptima para germinar es de 32 a 34°C, para el macollamiento 32 y 34°C, para la fase de floración se considera entre 30 y 32°C y para la maduración de granos de 20 a 25°C.

Cuadro N° 02. Respuesta del cultivo de arroz a diferentes temperaturas en diferentes etapas de crecimiento. (Yoshida. 1981)

Etapa de crecimiento	Temperaturas críticas		Optimo
	Baja	Alta	
Germinación	10	45	20 - 35
Establecimiento	12 - 13	35	25 - 30
Enraizamiento	16	35	25 - 28
elongación de hojas	7 -12	45	31
Macollamiento	9 - 16	33	25 - 31
Inicio de formación de panículas	15	-	-
Diferenciación panicular	15 - 20	38	-
Antesis	22	35	30 - 33
Maduración	12- 18	30	20 - 25

b. RADIACIÓN SOLAR

En los trópicos y zonas templadas, el rendimiento de arroz por hectárea esta principalmente determinado por el nivel de irradiación (Hernández, 1983)

Kawano y Velásquez (1970), reportan que usualmente altas radiaciones solares y temperaturas relativamente bajas en las noches durante las épocas de floración y maduración, están directamente correlacionados con la buena maduración de granos y un alto rendimiento.

Hernández (1982), manifiesta que cuando se presenta una baja radiación solar por nubosidad con altas temperaturas, el periodo de maduración de las variedades, se acorta afectando el rendimiento; también menciona que en los trópicos una radiación de 300 calorías/cm²/día, durante la fase reproductiva hace posible un rendimiento de 5t/ha.

Mientras más radiación solar exista, menos será la estatura de las plantas, ya que no tienen que crecer mucho para obtener más luz; cuando más baja sea la estatura de la planta, menos será la inclinación de la misma.

c. PRECIPITACIÓN

Angladette (1975), menciona que el agua es indispensable para el desarrollo radicular, floración, espigado y maduración del grano, enfatizando además que, en estos periodos, la planta de arroz es más sensible a la sequía.

La precipitación pluvial excesiva es otro factor limitante en la fase de maduración del cultivo de arroz, ocasionando ennegrecimiento de los granos que está asociado a la presencia de enfermedades (De Datta, 1981).

De Datta (1981), reporto que 1000 mm de precipitación anual y 200 mm de precipitación mensual durante el desarrollo vegetativo es adecuado para la producción de arroz.

2.2.2 Suelos

Los suelos para el cultivo de arroz son variados, siendo los más convenientes los de textura franco limoso-arcilloso o franco-arcilloso; deben tener buena fertilidad, sin problemas de drenaje y/o salinidad.

Con respecto a la acidez del suelo, las amplitudes de pH para el cultivo de arroz oscilan entre 5.5 y 6.5 cuando el cultivo es de secano y entre 7.0 y 7.2 cuando se trata de arroz bajo riego (Vergara, 1982 y FAO, 1987).

Los suelos de la Costa Peruana, son aluviales fértiles, de textura variable entre franco-arenosos y franco arcillosos, de pH alcalino (7.8 a 8.8), bajos en materia orgánica, deficientes en nitrógeno (N), moderados en fósforo (P) y altos en potasio (K). Más

de un 30 % del área está afectado por sales en las partes medias y bajas de los valles como consecuencia de mal manejo del agua y falta de drenaje. (MINAG, 2012).

2.3 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS IMPORTANTES EN LA OBTENCIÓN DE NUEVAS VARIEDADES

2.3.1 Vigor Vegetativo

El vigor inicial es bajo en tipos moderadamente cortos de pobre macollamiento y es usualmente alto en variedades no mejoradas, pero estas variedades después tienen follaje excesivo lo que conduce al sombreamiento mutuo y al vuelco; se debe seleccionar para un buen vigor inicial siempre y cuando este no conduzca al crecimiento excesivo y al sombreamiento mutuo. El vigor inicial se combina fácilmente con características tales como: maduración intermedia, poca altura e insensibilidad al fotoperiodo (Jennings, 1981).

2.3.2 Macollamiento

En el sistema de transplante, la capacidad de macollamiento es una característica muy importante, esto permite disminuir la densidad de siembra; es una característica cuantitativa, teniendo una heredabilidad de baja a intermedia (Jennings, et al., 1981).

En el Perú el macollamiento de los cultivares comerciales mejorados, fluctúa de 300 a 450 macollos por metro cuadrado (Fernández, 1978). El número total de macollos es una característica varietal, que puede variar según el sistema de cultivo y el medio ambiente.

2.3.3 Maduración

La mayor parte de las variedades modernas son de maduración intermedia. En general, la madurez intermedia y tardía recombinan fácilmente con otros caracteres deseables.

Es muy difícil la recombinación de la madurez precoz (menos de 105 días) con alto rendimiento y caracteres morfológicos deseables; un rendimiento alto en variedades muy

precoces, solo puede esperarse en tipos de plantas excepcionalmente vigorosas, en términos de desarrollo inicial de área foliar por unidad de tiempo (Jennings 1981).

Las variedades semi tardías alcanzan una buena relación grano/ panoja, por lo que un periodo semi tardío es considerado importante en un programa de mejoramiento.

Jennings *et al* (1981). Menciona que el objetivo más difícil del mejoramiento genético es la recombinación de la madurez precoz con el rendimiento alto y caracteres morfológicos causales (vigor inicial, buen macollamiento, tallos cortos y fuertes, y hojas erectas). Un rendimiento alto en variedades tropicales muy precoces solo puede esperarse en tipo de plantas excepcionalmente vigorosas en términos de desarrollo inicial de área foliar por unidad de tiempo.

2.3.4 Desgrane

Esta característica es uno de los principales objetivos de mejoramiento ya que tiene mucha importancia económica. Depende del grado de adherencia de la espiguilla a su pedicelo; se considera a un material como muy resistente cuando el porcentaje de desgrane es menor a 1%; resistente 1-5%; intermedio de 6 a 25% y muy susceptible de 51-100% (CIAT, 1983)

Jennings *et al* (1981), afirmaron que el desgrane o caída del grano es de gran importancia económica y uno de los principales objetivos del mejoramiento genético. La resistencia al desgrane es especialmente importante en variedades de tallos rígidos, resistentes al acame, cuyos tallos erectos, a diferencia de la plantas sensibles al volcamiento, no están protegidos de severas sacudidas. En algunas regiones del mundo donde el arroz se cosecha manualmente y se desgrana de inmediato golpeando las panículas contra tambores, troncos u otros objetos sólidos, se prefieren tipos con resistencia intermedia al desgrane para reducir el tiempo de esta labor. Se cree que el desgrane está controlado por un solo gen considerado como dominante, aunque algunas veces se ha registrado lo inverso. Cualquiera que sea su modo de herencia, el estado de madurez del grano y el medio ambiente influyen marcadamente en el grado de desgrane, aunque el último factor no se conoce muy bien. Los diversos grados de desgrane son genéticamente independientes de todas las otras características importantes y pueden combinarse con cualquiera de ellas.

2.3.5 Porcentaje de fertilidad o esterilidad de las espiguillas

Factores como ambiente, tipo de suelo, aplicación de fertilizantes, incidencia de plagas y enfermedades, afectan el llenado de espiguillas o porcentaje de esterilidad. (Yoshida, 1981 y Racchumi, 1992)

2.3.6 Número de granos por panoja

En general, el número de granos de una panoja es una función de su longitud y varía entre 50 y 500 según la variedad y el nivel de fertilización. La mayoría de las variedades tienen entre 100 y 150 granos por panoja (Racchumi, 1992).

2.3.7 Peso de 1000 granos

Hernández (1982), manifiesta que el peso de 1000 granos es una característica muy estable, puede alterar en cierto grado el rendimiento pero que no siempre es un factor determinante para ello. Está relacionado con el tamaño de las glumelas que puede ser afectado con fuertes sombreamientos antes de la floración por reducir el tamaño de glumelas

Vergara (1970), menciona que el peso del grano está controlado por el tamaño de las glumelas y el peso promedio de 1000 granos de una variedad debe ser igual o superior a 22 gramos.

2.3.8 Rendimiento

Mohammadi et al., (2012), manifiesta que el rendimiento es el objetivo principal de los programas de mejoramiento y el “gran integrador” de la genética y el medio ambiente.

Slafer (2013), dice que el rendimiento es el resultado de un conjunto de procesos de crecimiento y desarrollo que tienen lugar a lo largo del ciclo del cultivo condicionado directa o indirectamente por un gran número de factores genéticos entre estos, los principales son aquellos que determinan la adaptación al medio de cultivo y los que tienen efecto sobre el potencial de cultivo

Según Chastain (s.f.), el potencial de rendimiento genético es la capacidad absoluta del cultivo, genotipo de producir rendimientos económicos bajo condiciones óptimas de producción, cuyas condiciones hacen que los componentes de rendimiento se expresen en su máximo posible tanto en el genotipo como en el entorno de producción. El mejoramiento de los cultivos mejora el potencial de rendimiento genético y los rendimientos económicos van a depender de la constitución genética del cultivo.

En cereales, el rendimiento final está determinado por el producto de tres componentes: el primero es el número de macollos, que causa un incremento en el área foliar o fotosintética. El segundo componente es el número de granos por espiga, el tercer componente es el peso del grano. Gallagher *et al.*, 1975 (mencionado por Baldoce, 2015).

Aunque entre estos componentes hay un efecto de compensación mutua, la limitación de uno de ellos puede suponer reducciones considerables en la producción final. La interacción genotipo-ambiente determinará cuál de los componentes será el principal determinante del rendimiento (Gonzales, 2001)

Con frecuencia la utilidad de los componentes de rendimiento, como criterio de selección, puede verse limitada a los efectos de compensación, debido a la influencia climática, dosis de semilla y aplicación de fertilizantes entre otros factores (Mitchell *et al.*, 1996; Sheehy *et al.*, 2001).

2.3.9 Calidad de grano

Por lo general, se prefieren arroces con un endospermo claro, y translucido; los granos con áreas opacas en el endospermo se quiebran más fácilmente durante la molinería, perdiendo su valor nutricional. (Arbildo, 2007).

Jennings, *et al.*, (1981). Manifiesta que la longitud y la forma del grano se heredan independientemente, no obstante, son caracteres relativamente difíciles de manejar; la longitud del grano tiene alta heredabilidad.

El rendimiento de molinería debe ser superior o igual a 68%, por lo que se deben descartar líneas que posean un porcentaje menor y con más de 15% de arroz quebrado (Hernández, 1982).

Hernández (1982), porcentajes menores al 15% de granos quebrados y rendimientos de molinería superiores al 68% de pila, son los valores ideales para la selección de líneas, ya que no solo es importante los altos rendimientos sino tener en cuenta la calidad molinera.

De Datta (1986), menciona que después del rendimiento, la calidad de grano es el factor más importante considerado por los fitomejoradores. Los consumidores son un factor importante ya que si no aceptan el sabor, textura, aroma o aspecto de una variedad recién desarrollada, su utilidad disminuye considerablemente.

De Datta (1986), El tamaño y forma del grano, recuperación del arroz entero durante la molienda, ausencia de cavidad blanca, contenido apropiado de amilosa, temperatura de gelatinización, consistencia del gel y aroma, son factores importantes en el desarrollo de una variedad exitosa de arroz

2.4 MEJORAMIENTO GENÉTICO

Los objetivos para el establecimiento de un programa de mejoramiento genético son la necesidad de identificar los problemas varietales limitantes del rendimiento, conocer los defectos y méritos de los cultivares comerciales y conocer las proyecciones de los métodos culturales. (Hernández, 1982).

2.4.1 Mutación

Las mutaciones son una de las fuentes de las fuerzas directrices de la evolución.

Srb y Owen (1965) y Poehlman y Allen (2003), dicen que las mutaciones son cambios repentinos en la estructura genética, siendo por ello hereditarios.

Sigurbjörnsson (1977), menciona que las mutaciones son la última fuente de variabilidad en los organismos; la variabilidad en el caso de las variaciones inducidas no es necesariamente diferente a aquella variabilidad causada por las mutaciones espontáneas durante la evolución.

Elliot (1964), dice que las mutaciones son en sentido general, cambios heredables repentinos en el organismo, por los cuales la descendencia muestra una alteración en tamaño, forma o composición. La inducción de mutaciones se presenta ahora como un método importante en el mejoramiento de plantas, siendo un hecho notable el que las mutaciones genéticas inducidas por radiación en organismos no sean distinguibles de las llamadas mutaciones espontaneas.

Las mutaciones naturales de las plantas de arroz son más frecuentes de lo que generalmente se cree; la introducción de mutaciones artificiales puede tener un uso particularmente eficiente en las plantas autógamias.

Según Cornide, 1975 (citado por Argumedo, 2013), la idea de provocar mutaciones artificialmente y emplearlas con fines de mejoramiento fue planteado a principio del siglo XX, por Hugo de Vries. Durante una conferencia celebrada en Call Spring Harber en 1904, propuso el empleo de los rayos X, descubiertos hacia solo nueve años por Roentgen.

Cuando se cuenta con una variedad que es básicamente satisfactorias para las necesidades tanto del agricultor como del consumidor, a la que solamente le falta un carácter de herencia relativamente simple y si tal carácter se sospecha que ha podido encontrarse entre las mutaciones inducidas artificialmente, este método puede resultar muy ventajoso para obtener una variedad con el carácter adicional deseado (Brauer, 1987 y Angladette, 1975).

La variación causada por mutaciones inducidas no difiere esencialmente de la variación causada por las mutaciones espontaneas que ocurren durante la evolución. Los rayos X, los rayos gamma y los neutrones son radiaciones ionizantes efectivas que inducen mutaciones.

El etil-metano sulfonato (EMS) es uno de los varios mutágenos químicos que se han utilizado.

Ramiah y Parthasarathy, 1938 (mencionado por De Datta. 1986). Los cambios por mutación de importancia agronómica que se han registrado son el tamaño de planta, los periodos de floración y de maduración, la resistencia a enfermedades e insectos y un mayor contenido de proteínas en el arroz. Unos de los primeros informes sobre el uso de agentes mutagénicos que inducen variación artificial en el arroz en relación con mutantes inducidos por rayos X, es la variedad de arroz GEB24 de la India.

Elliot (1964), clasifica las mutaciones en tres tipos:

- a) Aquellas en las que ocurre cambio en la estructura química del gen (mutación genética o de punto)
- b) Las que implican alteraciones cromosómicas (translocación, inversiones y duplicaciones)
- c) Las que implican cambios en el número de cromosomas.

Donini *et al.*, (1984) afirma que las mutaciones dadas a conocer e incorporadas en programas de mejoramiento genético consisten, principalmente en cambios enfocados en la arquitectura de la planta; tiempo de floración; forma y color de la flor; forma; color y tamaño del fruto y resistencia a patógenos e insectos.

A. Importancia de la inducción de mutaciones

IRRI (1986), la primera variedad de arroz mutante inducida por radiación fue realizada en Japón en 1966.

Benjavad et al. (2012), manifiesta que más de 430 nuevas variedades vienen siendo derivados como mutantes de arroz (*Oryza sativa* L.), provenientes de diferentes agente mutagénicos. Mutágenos químicos como el Ethyl metano (EMS), derivado del diepoxybutane (DEB), sodio acido e irradiaciones (rayos gamma, rayos X y neutrones rápidos) vienen siendo extensamente usados para inducir un largo número de variaciones funcionales en arroz y otros cultivos.

IRRI (1986), El aspecto más importante de la mutación es la rápida rectificación de defectos en las variedades y líneas avanzadas, la inducción de mutaciones polygeneticas y el desarrollo de ideotipos para varias condiciones agroclimáticas.

Brunner (1995) afirma que la inducción de mutaciones se ha convertido en un método de generación de variabilidad dentro de un cultivo. Además, ofrece la posibilidad de inducir atributos deseados que bien no se han podido expresar en la naturaleza o se han perdido durante la evolución.

IRRI (1986), el éxito alcanzado con las técnicas de mutación especialmente para el mejoramiento de cultivos mayores como el arroz, cebada y el trigo se debe a que complementa la tecnología convencional.

El uso directo de la mutación es una herramienta complementaria valiosa para el fitomejorador, en particular cuando se desea mejorar una o dos características fácilmente identificables en una variedad bien adaptada.

Las mutaciones inducidas ofrecen tres ventajas (IAEA, 1971):

1. Confieren mejoras específicas a las variedades sin afectar en forma significativa sus funciones y el tiempo requerido para que ocurra dicho mejoramiento específico es más corto que cuando solo se utiliza la hibridación.
2. Representan el único método posible de crear una característica que no se encuentra en la población natural y su uso suele ser más fácil y más rápido si la característica deseada forma parte de un genotipo inconveniente.
3. Ofrecen un método de romper enlaces firmes produciendo translocaciones para la transferencia de genes.

Según Molina. 1989 (mencionado por Aldaba, 2014), podemos distinguir dos situaciones en las cuales la inducción de mutaciones debe ser aconsejablemente usada:

1. Corrección de un efecto concreto en una variedad (en lo demás ya adaptada) sobre todo cuando el carácter está gobernado por un solo gen, por ejemplo: resistencia al acame, precocidad o resistencia a una raza concreta de un patógeno.
2. Inducción de variabilidad en un carácter que no muestra variación en los genotipos disponibles, al objetivo de incluirlo en un programa de mejora por cruzamiento.

B. Limitaciones del empleo de la inducción de mutaciones en el mejoramiento

Poelhman (1969), afirma que la técnica de irradiación presenta ciertas limitaciones:

- La mayor parte de las mutaciones que se presentan, son indeseables y no tienen valor para el fitomejorador. Muchas de ellas son letales.
- La proporción de mutaciones producidas en el mejor de los casos es muy baja y es necesario examinar poblaciones de plantas muy numerosas para encontrar mutaciones favorables.
- La estabilidad de una línea mutante es todavía desconocida.

Es posible que haya que modificar la idea original de que el fitomejorador puede mejorar una o dos características y al mismo tiempo mantener la identidad y comportamiento de una variedad en todos los demás aspectos. Por ejemplo, una mutación para paja más corta o para mayor precocidad en una variedad de avena puede cambiar la fisiología de la planta de tal forma que ya no sea tan productiva como antes.

C. Agentes mutagénicos

Suzuki *et al.*, 1992; Ames *et al.*, 1993; Guízar, 1994; Thompson *et al.*, 1996; Lewin, 2000 (mencionado por Landeros, 2012). Un mutágeno es un agente causante de que las mutaciones ocurran con una frecuencia superior a la espontánea, incrementa el rango de mutación espontánea al causar cambios en el ADN.

El tratamiento con agentes mutagénicos altera los genes o causa cambios estructurales en los cromosomas (Konzak *et al.*, 1965; Novak & Bruner, 1992) También Donini & Sonnino, 1998 (mencionado por Yarango, 2013), señalan que estos elementos son reconocidos por inducir cambios a nivel génico, cromosómico y genómico, tanto en el ADN nuclear y citoplasmático.

Soraluz (2015), menciona que el mejoramiento genético de plantas exige variación genética de las características útiles para mejorar los cultivos y cuando no se logra a través de las hibridaciones, se puede emplear agentes mutagénicos, como la radiación y algunos productos químicos, para inducir mutaciones y generar variaciones genéticas de los cuales pueden seleccionarse los mutantes deseados.

Cuadro N° 03. Agentes Mutagénicos físicos y químicos empleados en la inducción de mutaciones.

Agentes Físicos	Agentes Químicos
Rayos Gamma	Etil metano sulfonato
Rayos C	Dietilosulfonato
Rayos Ultravioleta	Azida sódica
Partículas Alfa	Atilinina
Partículas Beta	Colchicina

Fuente: Fita et al., 2008.

Según Rekha&Langer (2007), las alteraciones genéticas producidas por los mutágenos físicos son debidas a la ionización y la excitación de la molécula de ADN, induciéndose además diferentes tipos de cambios químicos. Existen evidencias en la literatura que demuestran que estos tipos de irradiación estimulan la actividad metabólica de las plantas, como la respiración, la glicolisis, la actividad de la enzima catalasa y la fosforilación oxidativa.

Mendoza (1994), menciona que un agente mutagénico no produce una mutación específica. Por lo tanto, lo que busca es aumentar la frecuencia de las mutaciones en general y así tener una mayor probabilidad de obtener mutaciones útiles desde el punto de vista agronómico. Se tienen indicios de mutaciones específicas entre diferentes agentes pero no es posible basarse en estos para producir una mutación específica que predomine entre otras, porque estas ocurren al azar.

Fita *et al.* (2008), pueden aplicarse a la semilla, aunque también se pueden aplicar a otros órganos o estructuras como yemas, granos de polen, tejidos y células somáticas, tubérculos, bulbos, etc.

D. RADIACIÓN

Manrique (2002), menciona que las radiaciones capaces de inducir cambios citológicos se clasifican en ionizantes y no ionizantes. Entre las radiaciones ionizantes están los rayos X, gamma, alfa, beta, protones y neutrones; y entre las no ionizantes se encuentran por ejemplo los rayos ultravioleta.

Strickberger, 1988 (citado por Sanjinez, 2001), sostiene que la luz que se observa es solo una pequeña parte del espectro electromagnético que consiste en energía en la forma de una variedad de longitudes de onda. A medida que la longitud de onda se hace más corta, la energía que contiene, se hace más fuerte y más penetrante. Potencialmente el mejoramiento de plantas a través de la mutación tiene disponible además de la luz ultravioleta, algunos tipos de radiación ionizante, llamados rayos X, rayos gamma, partículas alfa, partículas beta, protones y neutrones. Cada uno de ellos tiene en común la propiedad de formar discretos disparos de energía, llamados ionizaciones o pares de iones. El espectro de ondas electromagnéticas va desde las ondas de radio largas, hasta los rayos cósmicos, extremadamente cortas.

Benjavad *et al.*, 2012. Radiaciones ionizantes normalmente producen reordenamiento y supresiones cromosómicas. Cambios en el porcentaje de germinación se atribuyen a tratamientos con rayos gamma.

Elliot (1964), dice que cuando se utilizan dosis altas de rayos X, rayos gamma y partículas beta, se provocan cambios en el crecimiento y desarrollo de las raíces, tallos, hojas y flores en plantas superiores. La dosis a utilizar depende de la especie o variedad que se va a utilizar, la edad, condiciones fisiológicas y de la radiosensibilidad. La respuesta puede ser la muerte, inhibición del crecimiento, anomalía fisiológica o proliferación celular. El desarrollo es inversamente proporcional a la dosis empleada, dependiendo de la habilidad de la planta para desarrollar.

Malaszynski *et al.*, (2000), menciona que, de acuerdo al reporte de la base de datos de variantes mutantes de la FAO/IAEA para el año 2000, se registraron 2252 nuevas variedades mutantes, de estas 1585 fueron obtenidas directamente después del tratamiento mutagénico y selección en las generaciones posteriores; siendo la gran mayoría (1411) obtenidas con el uso de la radiación como agente mutagénico; los rayos gamma representan el 64.49% con un total de 910 variedades mutantes.

Chen *et al*, (2006) en su reporte al IAEA mencionan que de las 77 nuevas variedades de arroz lanzadas en China durante los años 1991 al 2004, el 58.4% fue obtenida mediante la inducción con rayos gamma, el 13% con rayos gamma más cultivo de tejidos, el 5.2% por haces de iones; y lo restante por otras técnicas de inducción de mutaciones.

E. Efecto de las mutaciones producidas por radiación sobre material vegetal

Swanson, 1958 (citado por Sanjinez, 2001), señala que las radiaciones pueden producir tres tipos de efectos sobre las células:

- **Efecto fisiológico:** es aquel que produce alteración química de ciertas moléculas que afectan el funcionamiento normal de la célula, llegando en ocasiones hasta causar la muerte de estas. Esto tiene repercusión en la síntesis de DNA y se puede alterar mucho la mitosis, produciéndose el aglutinamiento de los cromosomas, aunque estos no se rompan.
- **Efecto mutacional:** aplicado a la teoría del blanco, se producen mutaciones de punto sin que sean capaces de producir la ruptura del cromosoma.
- **Efecto cromosómico:** en este tipo de efecto se llega a la ruptura del cromosoma, la cual puede afectar el cromosoma completo, o a una cromátida.

F. RADIACIÓN GAMMA

Strickberger, 1988 (citado por Heros, 1999), menciona que en general los rayos gamma tienen una longitud de onda más corta y por lo tanto poseen más energía por fotón que los rayos X. La radiación gamma monoenergetica es usualmente obtenida de los radioisótopos, en contraste con los rayos X, que son generalmente producidas en un amplio rango de energías.

La ventaja de los rayos gamma es que pueden ser usados esencialmente de la misma manera que la máquina de los rayos X para exposiciones ligeras (agudas) o semi-ligeras. Sin embargo, el origen de la radiación gamma tiene ventajas en lo que se refiere a los

tratamientos prolongados, de tal manera que las plantas pueden ser colocadas en un invernadero o en el campo.

Las principales fuentes de rayos gamma son el cobalto 60 y Cesio 137, que utilizan en trabajos radiobiológicos. Es importante conocer las propiedades de los rayos gamma, para así poder determinar cuál emisión gamma utilizar. La fuente de Cesio 137 es utilizada en muchas instalaciones, por tener una vida media más larga que la del Cobalto 60. Los rayos gamma son almacenados en contenedores de plomo cuando no se utilizan. Cuando el material es irradiado se recomienda que todas las labores que se realizan se operen bajo control remoto. Los rayos gamma generan un efecto biológico, principalmente por ionización en el tejido que se ha utilizado.

Nakagawa (2009) menciona que en Japón; en colaboración con el instituto de desarrollo de radiación; se generaron mediante el uso de irradiación, mutación química y variaciones soma clonales unas 242 variedades de arroz; de las cuales un 61% de estas fueron inducidas por radiación con rayos gamma; indicando que la mutación desarrollada vía rayos gamma es altamente efectiva.

2.5 ANTECEDENTES

FAO Y OIEA (2013), en su publicación “Arroz y Sorgo: Mali”, concluyen que la producción de arroz puede incrementarse en un 15% con ayuda de la mutagénesis, esto lo concluyen través de los resultados de las investigaciones pasadas que se han realizado en Mali. Además afirman que la mutagénesis contribuye de una manera útil a la seguridad alimentaria, brindando así una gran ayuda a las familias rurales de los países subdesarrollados.

Luzi-Kihupi *et al.*, (2009), realizaron un proyecto de investigación en la Universidad Sokoine de Agricultura en Tanzania, el cual tuvo como objeto reducir la altura de planta y el periodo de maduración de la variedad indígena “Supa”, para esto irradiaron semillas de arroz con rayos gamma con el apoyo del OIEA en Viena. El proyecto trabajo con la generación M₄ y con las líneas SSD1, SSD3, SSD5, SSD7 y SSD35, donde se obtuvo como resultado que la línea mutante SSD35 fue el que obtuvo el más alto rendimiento con 5 296 kg ha⁻¹ y mostro resistencia al virus del moteado amarillo del arroz y al añublo del arroz. Además se concluyó que la mutagénesis puede reducir el periodo de maduración en hasta 24 días y que la

radiación gamma resulta útil en la liberación de nuevas variedades, sirviendo como una fuente adecuada de germoplasma y estudios genéticos.

Akbar *et al.*, (1998), ejecutaron un proyecto en los campos experimentales del Instituto Nuclear de Agricultura y Biología en Pakistán, utilizando como material genético líneas mutantes provenientes de la variedad Basmati, teniendo como objetivo evaluar los efectos directos e indirectos de los componentes de rendimiento, concluyendo así que el número de espiguillas por panojas y el número de panículas son los componentes de rendimiento más importantes para incrementar el rendimiento.

Shylaraj y Sasidharan (2005), en el Departamento de Botánica de la Universidad de Kerala sometieron a mutagénesis inducida a semillas de la variedad “Mahsuri”, con el objetivo de buscar precocidad, mayor rendimiento y tolerancia a estrés abiótico ocasionado por salinidad y acidez. Se trabajó con la generación M₅. El sistema utilizado fue “Pokkali”, el cual es un sistema único donde en la época de baja salinidad (Noviembre - Abril) se cultiva arroz, y en la fase de alta salinidad su uso es como criadero de Camarones. Como resultado de la investigación obtuvieron que de todas las líneas con la que se trabajó VTL5 fue la que obtuvo el mayor rendimiento con 3 331 kg ha⁻¹, redujo su ciclo de cultivo en 20 días y además buenas cualidades organolépticas y culinarias.

Sanjinez (2001), realizó una prueba de dosimetría en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina, donde irradío semillas de arroz variedad Amazonas con rayos gamma. La instalación en campo de las generaciones M₁ y M₂ se realizó en el área experimental de la Universidad Nacional de Tumbes, como resultado de este trabajo se encontraron 24 líneas mutantes probables para precocidad, las cuales fueron de 11 a 17 días más precoces que el testigo. También fueron identificadas 46 líneas mutantes probables para reducción de altura de planta, el porcentaje de reducción fue desde 25 a 46% con respecto al testigo.

Gonzales (2004), realizó un trabajo de investigación en el fundo “Santa Ana” ubicado en la parte baja del valle de Chancay en Chiclayo. Se determinaron las características cualitativas y cuantitativas de 74 líneas probables mutantes de la variedad de arroz “Amazonas” en generación M₃ obtenidas por exposición a rayos gamma. Los resultados obtenidos en el experimento demostraron que el empleo de la radiación gamma mejoró las características agronómicas deseables; mostrando reducción en el ciclo de vida y altura de planta, y manteniendo o mejorando los componentes de rendimiento (hasta 12 267 kg ha⁻¹).

Islam *et al.* (2007), condujeron un experimento en macetas llevado a cabo en el instituto nuclear para agricultura de Bangladesh (BINA), para conocer los atributos de rendimiento y crecimiento de mutantes de arroz en diferentes niveles de salinidad. Se utilizaron tres genotipos Q-31, Y-1281 y MR-219. Se utilizaron cinco niveles de salinidad, 15dSm-1, 12 dSm-1, 9 dSm-1, 6 dSm-1, 3 dSm-1 y un tratamiento control. Los resultados indicaron que el crecimiento y el rendimiento de los genotipos de arroz como altura de planta, número de macollos, tamaño de panícula, número de granos llenos por panícula, peso de 1000 granos y rendimiento decrecen con el incremento del nivel de salinidad en comparación con el control. Obtuvieron que MR-219 fue el genotipo más resistente a sales con un rendimiento de 4.67 g/planta a, 9 dSm-1.

Bughio *et al.*, (2007), a través de un proceso de mutación y selección, obtuvieron la línea Bas-15-2 perteneciente a la generación M₃, obtenida a través de rayos gamma (150 Gy), esta línea obtenida presenta una altura de Planta 32 cm más corta que su madre la variedad Basmati-370 y en promedio se obtuvo 16.7 panículas por hilera cuyo rendimiento de grano por hilera es 28.36 gramos, en promedio por cada panícula se obtuvo 89 granos fértiles, la evaluación se realizó en un periodo de 3 años en los cuales se obtuvo como promedio un rendimiento de 3196 kg ha⁻¹. Estos resultados de alto rendimiento se lograron gracias a la reducción de la altura de planta que conduce a la resistencia al acame.

Kya y Thi-Lang (2005), realizaron una serie de experimentos llevados a cabo en la granja experimental de Cuu Long Delta Rice Research Institute en Vietnam en donde se determinaron la variabilidad genética y la tolerancia a sales en el cultivo de arroz variedad “Indica”, como resultado obtuvieron líneas mutantes promisoras bajo estrés de 6 dSm-1 de conductividad y como moderadamente tolerantes a 15 dSm-1, para designarlas así se compararon con líneas verificadas como: tolerantes Pokkali, susceptibles IR29 y comerciales AS996.

Ishiy *et al.*, (2006), en la Estación Experimental Epagri de Itajaí, Santa Catarina – Brasil, desarrollaron la variedad SCS Andosan 114 que fue seleccionado de la progenie mutante de IR 841 a través de radiaciones gamma. La variedad fue seleccionada en la generación M₈, durante este proceso se fueron seleccionando las características como resistencia a pyricularia, tolerancia a toxicidad de hierro, características agronómicas, rendimiento, calidad molinera, culinaria y contenido de amilosa. También se probó esta variedad en

distintos tipos de suelos y climas. La variedad obtenida por mutaciones presenta un rendimiento de 9 000 kg ha⁻¹.

Baloch *et al.*, (1999), irradiaron 500 semillas de Jaja 77. El mutante fue identificado en la generación M₃ y M₄. Para la evaluación de los resultados usaron una DCA. Los resultados indicaron que la variedad mutante obtenida Jajai 77-30 fue 37 cm menor en tamaño que su parental Jajai 77 y en cuanto a rendimiento en grano obtuvo un rendimiento de 4 920 kg ha⁻¹ que fue mayor que el de su parental Jajai 77 con 2 491 kg ha⁻¹.

Bhat *et al.*, (2007), indujeron a mutación a la variedad de arroz Abhilash (IET5882), derivada de CR63-6218/Pankaj, porque pese a que presenta buenas características agronómicas, presenta un tamaño de grano inaceptable. Como resultado obtuvieron un M₃ que mantenía las características agronómicas deseables y además que incrementaba el rendimiento en 31.9% más que el control.

2.6 CARACTERISTICAS DEL CULTIVAR CAPIRONA

INIA (2001) Variedad desarrollada por el Programa Nacional de Investigación en Maíz y Arroz de la Estación Experimental El Porvenir – Tarapoto, adaptada a las condiciones de la selva alta Irrigada y de la costa peruana.

El arroz Capirona INIA, es la principal variedad de la selva alta irrigada, como Jaén y Bagua, ocupa alrededor del 60% del área arrocera de la región San Martín. En los últimos años se viene sembrando en los valles de Tumbes y Piura.

La variedad es moderadamente resistente al virus de la hoja blanca, y aunque presenta moderada susceptibilidad al “quemado” causado por *Pyricularia grisea* Saac es una variedad de alta productividad, rinde hasta 9.5 t/ha, tiene 73.5% de rendimiento total de pila y 65.5% de grano entero.

Heros & Gomez (2010), mencionan que Capirona es el cultivar más importante de Selva Alta, pero es de maduración semi-tardía (145 días), susceptible al desgrane y a tumbada.

INIA .1998 (Mencionado por Ríos, 2003), menciona el paquete tecnológico de la variedad Capirona:

2.6.1 Morfología

- Habito de crecimiento: Semi Erecto
- Altura de planta: 115 cm
- Periodo vegetativo: 135 días
- Tipo de hoja bandera: erecto
- Tamaño de grano descascarado
 - Largo: 7.95 mm
 - Ancho: 2.10 mm
- Arista: Ausente
- Resistencia a desgrane: Intermedio
- Peso de 1000 granos: 30 g

2.6.2 Reacción de enfermedades

- Pyricularia grises: Medianamente susceptible.
- Hoja blanca: Resistente en campo.
- Escaldado: Resistente.
- Manchado: Resistente.

2.6.3 Calidad molinera (rendimiento de pila)

- % de grano entero: 68.5%
- % grano quebrado: 5%
- %de pila total: 73%

2.6.4 Dormancia

- 40 días.

2.6.5 Periodo Vegetativo

- Días a madurez fisiológica: 125
- Días a madurez de cosecha: 135

2.6.6 Manejo Agronómico

- Sistema de producción: Monocultivo
- Tipo de suelo : Franco Arcilloso
- Época de siembra : Todo el año
- Propagación : Semilla
- Rendimiento Experimental : 10,0 TM/ha

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El estudio se ubicó en el valle Jequetepeque, en un fundo de la Ex – Cooperativa La Calera (Coordenadas: Latitud: -7.2833, Longitud: -79.4667), en el distrito de Chepén, Región de la Libertad.

Este valle es uno de los grandes valles arroceros del Perú, tiene 32000 ha con sembríos de arroz y tiene un rendimiento de 9 t/ha (MINAG 2012).

3.2 MATERIALES

3.2.1 Equipos

- Estufa
- Medidor de humedad “Sasaki”
- Contador de granos
- Vernier
- Balanza
- Estereoscopio

3.2.2 Material Genético

Muestras de 250 gr. de semilla fueron irradiados con rayos gamma, en las dosis de 150, 250 y 350 Gy. De las líneas en estudio, se obtuvo mejoras en características agronómicas en las que fueron irradiadas bajo la dosis de 250 y 350 Gy.

Se tomaron los mejores mutantes de Capirona (ocho líneas), seleccionados en ensayos anteriores, en evaluaciones realizadas en Selva Alta (Juan Guerra, Tarapoto).

Capirona es un cultivar de buena adaptación en Selva Alta, su principal defecto es su estatura intermedia (1.25 m), y sus tallos delgados que la predisponen a la tumbada. Su ciclo de maduración es de 145 a 165 días, tiene buena apariencia de grano y es de cocción aceptable, endureciéndose después de la cocción (INIA 2001).

La relación de mutantes y testigos se indican en la tabla.

Cuadro N° 04. Lista de líneas mutantes y testigos.

N° de entrada	Línea Mutante
1	MC 35 – 11 – 1
2	MC 25 – 23 – 1
3	MC 25 – 20 – 1
4	MC 35 – 45 – 4
5	MC 35 – 21 – 1
6	MC 35 – 123 – 3
7	Capirona (Testigo)
8	La Conquista (Testigo)
9	Línea Sales A
10	Línea Sales B

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue de Bloques Completos al azar, con 3 repeticiones y 10 tratamientos.

Modelo aditivo lineal (B.C.A)

$$Y_{ij} = \mu - T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Media

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

B_j =Efecto del j-ésimo bloque

E_{ij} = Error experimental

Las fuentes de variabilidad y los grados de libertad se consignan en el cuadro N° 01.

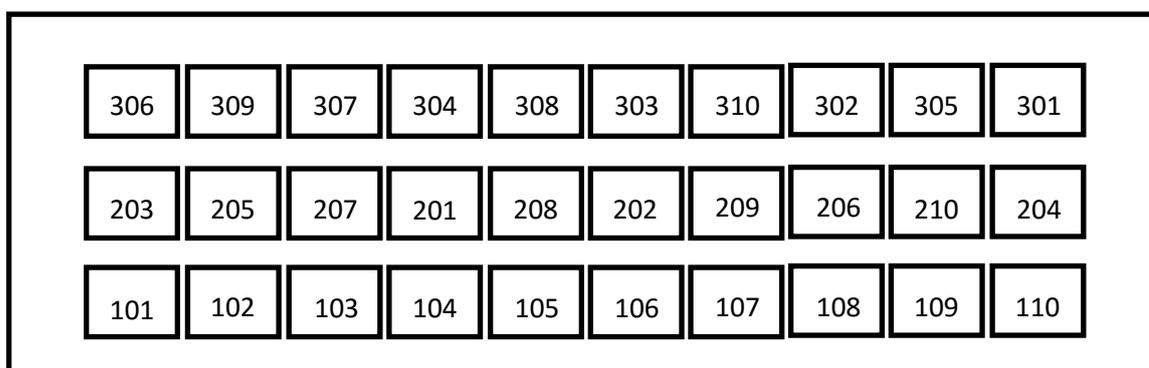
Cuadro N° 05. Fuentes de variabilidad y grados de libertad.

F.V	G.L
Bloques	2
Tratamientos	9
Error	18
Total	29

3.3.1 Disposición de los tratamientos

Las parcelas tuvieron 4 hileras de 5m de largo, separados a 0.25 m. Los golpes de 4 a 6 plantas, fueron colocados a 0.20m. Cada hilera tuvo 25 golpes y cada línea 100 golpes por repetición. A la cosecha, el área neta de siega fue de 0.50 x 4 m (2m²).

Figura N°01: Disposición de los tratamientos.



3.4 MANEJO AGRONÓMICO

3.4.1 Siembra

La siembra de almácigos se realizó el 28 de noviembre del 2012, en camas elevadas, con suelo batido y semilla remojada. Las hileras tuvieron 0.25 m de separación y 5 m de largo, con 4 hileras por tratamiento, separados por una hilera en blanco.

3.4.2 Transplante

El transplante se ejecutó el 14 de enero del 2013 en pozas al batido en hileras, colocando 4-5 plantas por golpe, en hileras de 5 m de largo. El distanciamiento entre golpes fue de 0.20m y 0.25m entre hileras.

3.4.3 Fertilización

La fertilización se realizó a los 18 días del transplante, aplicando 140 kg N/Ha en Urea. Al inicio de la fase reproductiva se aplicó 140 kg adicionales, totalizando 280 kg N ha⁻¹. Su aplicación se realizó en agua estática, que es la forma fundamental de aplicar los fertilizantes.

3.4.4 Riego

El riego fue por inundación, que es el sistema de riego dominante en el valle de Jequetepeque.

3.4.5 MANEJO DE MALEZAS

- A los cuatro días posteriores a la siembra se realizó la aplicación de Saturno, un herbicida a base de Benthiocarb, voleándolo a una dosis de 5gr/m².
- A los cuatro días después del transplante se realizó la aplicación de Butaclor a una dosis de 3 L/Ha de producto comercial (Machete).
- Posteriormente durante el desarrollo del cultivo se realizaron desyerbos manuales, para eliminar coquito (*Cyperus rotundus*) y moco de pavo (*Echinochloa crus galli*).

3.4.6 Manejos de plagas y enfermedades

- El insecto plaga dominante fue la mosca minadora (*Hydrellia wirthi*), durante el desarrollo del almácigo se aplicó Cipermetrina, para su control, posterior al prendimiento se trató con aplicaciones de nitrógeno en Urea. El ataque fue moderado.
- No se realizaron controles para *Fusarium sp.* a la vaina ya que mostraron baja incidencia.

3.4.7 COSECHA

La cosecha fue manual, la siega y trilla se realizó el mismo día, los granos trillados fueron expuestos al sol para su secado. Estos rendimientos después fueron ajustados al 14% de humedad.

Cuadro N° 07. Rendimiento de arroz cáscara (kg/ha) de ocho líneas mutantes y dos variedades de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.

Línea	Rendimiento (kg/ha)
MC 25 – 20 – 1	8575.5 A
MC 35 – 45 – 4	8544.8 A
La Conquista (Test)	8455.7 A
MC 35 – 123 – 3	8111.9 A B
MC 25 – 23 – 1	7900.1 A B
MC 35 – 21 – 1	7844.9 A B
Capirona (Test)	7837.4 A B
MC 35 – 11 – 1	7723.8 A B
Línea Sales A	7518 A B
Línea Sales B	7208.4 B

Prueba Tukey al 0.05%.

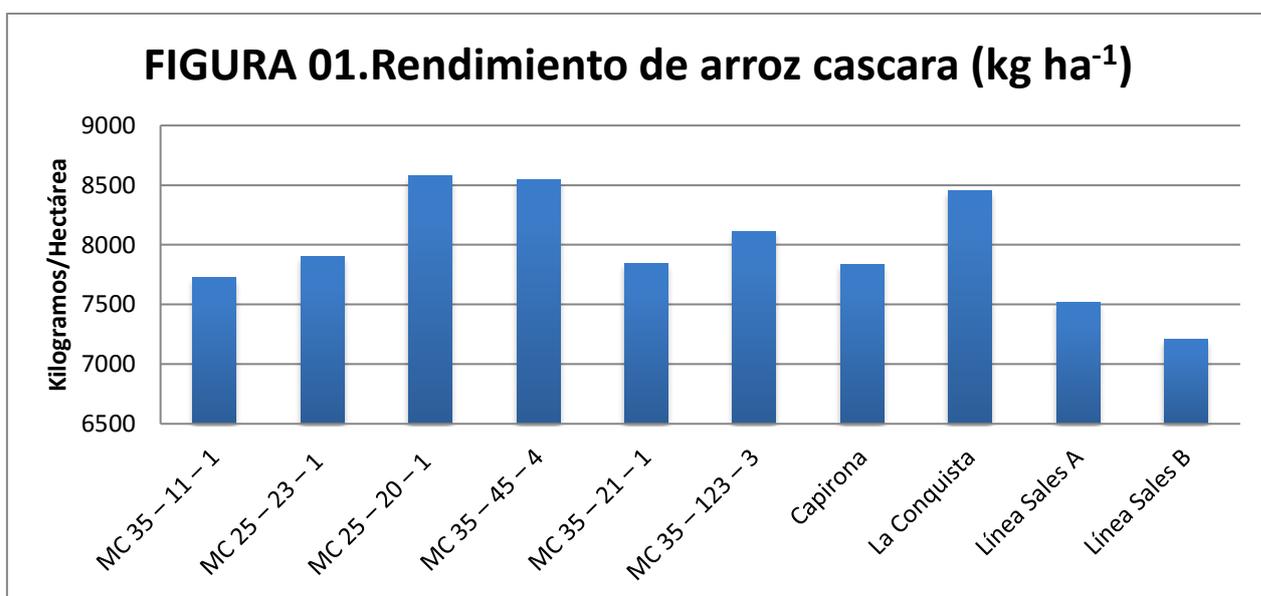
En el cuadro N°07, se observa que la línea con mayor rendimiento de arroz cascara fue MC 25 – 20 – 1, con 8575.5 kg ha⁻¹, mientras que las de menor rendimiento de arroz cascara fueron las líneas Sales A y Sales B, con 7518 y 7208.4 kg ha⁻¹ respectivamente.

Martínez, (1985), menciona que el rendimiento de cualquier cultivo es el objetivo final en los experimentos de materiales promisorios, y las líneas introducidas o evaluadas deben rendir por encima o en su de efecto igual al rendimiento de la variable testigo.

De acuerdo al análisis estadístico, los rendimientos con las mismas letras poseen resultados similares, por lo tanto, las líneas MC 25 – 20 – 1, MC 35 – 45 – 4 y La Conquista poseen rendimientos similares, sin embargo, MC 25 – 20 – 1 obtuvo 120 kg ha⁻¹ más que el testigo La Conquista, y 738 kg ha⁻¹ más que el testigo Capirona.

Las líneas sales A y Sales B obtuvieron un rendimiento inferior al testigo Capirona en 319.4 y 629 kg ha⁻¹ respectivamente.

Grafico N° 02. Gráfico de barras de rendimiento de arroz cascara (Kg ha⁻¹), de ocho líneas mutantes y dos variedades de arroz.



La figura N° 01, muestra un comparativo entre los rendimientos de las líneas utilizadas, donde MC 25 – 20 – 1, MC 35 – 45 – 4 y La conquista, destacaron por tener los mayores rendimientos de arroz cascara con 8575.5, 8544.8 y 8455.7 kg ha⁻¹ respectivamente.

Cuadro N.º 08. Número de Panículas /m² de ocho líneas mutantes y dos variedades de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.

Línea	Nº de panículas / m²
Línea Sales A	417.33 A
MC 25 – 20 – 1	412.00 A
MC 35 – 45 – 4	406.67 A
La Conquista (Test)	406.67 A
Capirona (Test)	394.67 A
MC 25 – 23 – 1	389.33 A
MC 35 – 21 – 1	388.00 A
Línea Sales B	385.33 A
MC 35 – 123 – 3	380.00 A
MC 35 – 11 – 1	374.67 A

Prueba Tukey al 0.05%. discusión

En el cuadro N.º 08, muestra el N.º de panículas / m², donde la línea Sales A, logró 417 panículas / m² a la cosecha; mientras que la línea MC35 – 11 – 1 con 374 panículas / m² obtuvo el valor más bajo.

La línea Sales A es la que presento mayor número de panículas /m², sin embargo, es una de la que más bajo rendimiento de arroz cascara presento, por lo tanto, se corrobora lo dicho por Jennings et al (1981). Los caracteres de la panícula no causan o determinan estrictamente el rendimiento. Tales características permiten simplemente que el rendimiento sea divisible en subunidades llamadas componentes de rendimiento. A diferencia de la inflorescencia de otros cereales, la panícula de arroz aporta poco fotosintatos a la formación del grano.

Arbildo (2007), menciona que el número de panículas está directamente relacionado con la cantidad de macollos y su fertilidad; porque no todos los macollos llegan a producir panículas. El mayor porcentaje de panículas derivan de los macollos primarios y secundarios. Además, la cantidad de panículas depende del nivel de fertilidad del suelo y de la disponibilidad de agua durante la fase de iniciación panicular; otro factor que afecta el número de panojas es el ataque de plagas y enfermedades.

Cuadro N° 09. Número de granos totales / panícula de ocho líneas mutantes y dos variedades comerciales de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05% de probabilidad.

Línea	N° de granos totales / Panícula		
Línea Sales B	140	A	
MC 35 – 11 – 1	119	A	
Línea Sales A	118	A	
MC 35 – 21 – 1	108	A	B
MC 35 – 45 – 4	106	A	B
MC 25 – 23 – 1	104	A	B
MC 35 – 123 – 3	103	A	B
Capirona (Test)	102	A	B
MC 25 – 20 – 1	102	A	B
La Conquista (Test)	77		B

Prueba de Tukey al 0.05%.

En el cuadro N° 09, se muestra el número de granos totales / panícula, donde sobresale la Línea Sales B con 140 granos totales/ panícula con el valor más alto, y la línea La conquista con 77 granos totales/ panícula con el valor más bajo.

El número de granos de una panoja está en función de la longitud y su densidad, fluctuando entre 50 y 500 según la variedad y el nivel de fertilización. La mayoría de las variedades tienen entre 100 a 150 granos/ panoja (Racchumi, 1992).

De Data (1986), afirma que en la fase vegetativa se determina el número de vástagos que equivale al número potencial de panículas. El número de granos por panícula es un componente considerado de importancia para obtener buenos rendimientos y todo está ligado con la fertilidad o estabilidad de la panícula. El número de granos por panícula está en función de su longitud y las condiciones ambientales. La mayoría de la variedades comerciales oscilan entre 100 y 150 granos por panícula (Soto, 1991).

Cuadro N° 10. Granos llenos / panícula (%) de ocho líneas mutantes y dos variedades comerciales de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.

Línea	Granos llenos /Panícula (%)		
La Conquista (Test)	88.	A	
MC 35 – 123 – 3	86	A	
MC 35 – 45 – 4	83	A	
Capirona (Test)	80	A	B
MC 25 – 20 – 1	79	A	B
MC 35 – 11 – 1	78	A	B
MC 25 – 23 – 1	75	A	B
Línea Sales A	72	A	B
MC 35 – 21 – 1	71	A	B
Línea Sales B	62		B

Prueba Tukey al 0.05%.

En el cuadro N° 10, se muestra que la línea con mayor porcentaje de granos llenos por panícula fue La Conquista con 88%, mientras que la línea de menor porcentaje de granos llenos por panícula fue la Línea Sales B con 62%.

CIAT. 1983, manifiesta que a las espiguillas se les considera altamente fértiles cuando es superior a 90 por ciento, fértiles de 75 a 89, parcialmente fértiles de 50 a 75, estéril de 51 a 90 y altamente estéril de 91 a 100 por ciento, respectivamente.

Cuadro N° 11. Porcentaje de granos vanos / panícula de ocho líneas mutantes y dos variedades comerciales de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.

Línea	Granos vanos / Panícula (%)
Línea Sales B	38 A
MC 35 – 21 – 1	29 A B
Línea Sales A	28 A B
MC 25 – 23 – 1	25 A B
MC 35 – 11 – 1	22 A B
MC 25 – 20 – 1	21 A B
Capirona (Test)	20 A B
MC 35 – 45 – 4	17 B
MC 35 – 123 – 3	14 B
La Conquista (Test)	12 B

Prueba Tukey al 0.05%.

En el cuadro N° 11, se muestra a la línea Sales B con el más alto porcentaje de granos vanos por panícula con 38 %, por otro lado, la línea La Conquista presentó el porcentaje más bajo de granos vanos por panícula con 11.9 %.

León (1968) y Grist (1982). Es importante que la panícula salga por completo de la vaina de la hoja superior, pues de otra manera se presenta esterilidad en las espiguillas inferiores.

Factores como el ambiente, tipo de suelo, aplicación de fertilizantes, incidencia de plagas y enfermedades influyen en el porcentaje de espiguillas no fertilizadas; y en el porcentaje de espiguillas parcialmente llenas (Racchumi, 1992).

Cuadro N° 12. Peso de 1000 granos (g), de ocho líneas mutantes y dos variedades comerciales de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.

Línea	Peso de 1000 granos (g)		
MC 35 – 11 – 1	30.4	A	
MC 35 – 123 – 3	29.6	A	B
Línea Sales B	29.5	A	B
MC 35 – 21 – 1	29.5	A	B
La Conquista (Test)	29.0	A	B
MC 25 – 20 – 1	29.0	A	B
MC 25 – 23 – 1	28.1	A	B
MC 35 – 45 – 4	27.6	A	B
Línea Sales A	27.0		B
Capirona (Test)	26.6		B

Prueba Tukey al 0.05%.

En el cuadro N° 12, se muestra el peso de 1000 granos, donde destaca la línea MC 35 – 11 – 1 con 30.4 gramos, mientras que el peso de 1000 granos más bajo lo presentó la línea Capirona con 26.6 gramos.

El peso de 1000 granos evaluados en las líneas trabajadas fluctúan entre 30.4 y 26.6 gramos, estos resultados son mayores a lo mencionado por Vergara (1970), quien dice que el pesos de 1000 granos de una variedad debe ser igual o superior a 22 gramos

Según Hernández (1982), el peso de 1000 granos es una característica varietal muy estable y está relacionado con el tamaño de las glumelas; puede alterar en cierto grado el rendimiento; pero rara vez es un factor determinante. Fuertes sombreamientos antes de la floración reducen el tamaño de las glumelas o decrece el peso de los 1000 granos.

Cuadro N° 13. Número de días de Maduración de ocho líneas mutantes y dos variedades comerciales de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.

Línea	Maduración (días)
Capirona (Test)	163 A
MC 25 – 23 – 1	163 A
MC 35 – 45 – 4	161 A
Línea Sales B	161 A
La Conquista (Test)	161 A
MC 35 – 11 – 1	158 A
MC 35 – 21 – 1	156 A
MC 25 – 20 – 1	153 A
Línea Sales A	153 A
MC 35 – 123 – 3	148 A

Prueba Tukey al 0.05%.

En el cuadro N° 13, se observa que la línea que necesito más días para su maduración fue Capirona con 163 días, mientras que la más precoz fue MC 35 – 123 – 3, con 148 días para su maduración.

Además, las líneas sales A y Sales B redujeron el número de días para su maduración en 10 y 2 días respectivamente, con relación al testigo Capirona.

Cuadro N° 14. Características importantes para la selección de nuevas variedades de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.

N° de línea	Pedigree	Rendimiento ⁽¹⁾ (Kg/ha)	Maduración (Días)	Altura de planta (cm)
3	MC 25 – 20 – 1	8575.5 A	153 A	94 A
4	MC 35 – 45 – 4	8544.8 A	161 A	91 A B
8	La Conquista (Test)	8455.7 A	161 A	90 A B
6	MC 35 – 123 – 3	8111.9 A B	148 A	88 A B
2	MC 25 – 23 – 1	7900.1 A B	163 A	86 B
5	MC 35 – 21 – 1	7844.9 A B	156 A	87 A B
7	Capirona (Test)	7837.4 A B	163 A	90 A B
1	MC 35 – 11 – 1	7723.8 A B	158 A	88 A B
9	Línea Sales A	7518 B	153 A	89 A B
10	Línea Sales B	7208.4 B	161 A	91 A B

Prueba de Tukey al 0.05%

(1) Ajustado al 14% de Humedad.

El cuadro N°14, muestra que la línea que posee el más alto rendimiento presentó 153 días a la maduración, y una altura de planta de 94 cm, además la línea que posee el tamaño más pequeño a su vez posee el mayor número de días de maduración y la línea con menor número de días de maduración, posee un rendimiento mayor a la variedad Capirona, pero menor al de la variedad La conquista.

Cuadro N° 15. Componentes de rendimiento de diez líneas mutantes, del ensayo realizado en el valle de Jequetepeque 2013.

N° de Línea	Pedigree	N° de panículas/m ²		N° Granos totales/Panícula		Granos llenos/Panícula (%)		Granos vanos/Panícula (%)		Peso de 1000 Granos (g)	
1	MC-35-11-1	375	A	119	A	77.62	A B	22.38	A B	30.42	A
2	MC-25-23-1	389.33	A	104	A B	75.36	A B	24.64	A B	28.1	A B
3	MC-25-20-1	412	A	102	A B	78.64	A B	21.36	A B	29.06	A B
4	MC-35-45-4	406.67	A	106	A B	82.94	A	17.06	B	27.58	A B
5	MC-35-21-1	388	A	108	A B	71.13	A B	28.87	A B	29.46	A B
6	MC-35-123-3	380	A	103	A B	85.88	A	14.12	B	29.63	A B
7	Capirona	394.67	A	102	A B	80.35	A B	19.65	A B	26.63	B
8	La Conquista	406.67	A	77	B	88.09	A	11.91	B	29.06	A B
9	Línea Sales A	417.33	A	118	A	72.25	A B	27.75	A B	27.06	B
10	Línea Sales B	385.33	A	140	A	61.61	B	38.39	A	29.46	A B
X		395.47		107.91		77.39		22.61		28.65	
C.V. (%)		9.52		12.01		8.39		28.6		3.61	

Prueba de Tukey al 0.05%.

El cuadro N° 15, muestra que la línea con mayor rendimiento no obtuvo el mayor número de panículas/m², ni el mayor número de granos, ni el mayor peso de 1000 granos.

Kihupi, A. 1995. Demostró que el número de macollos productivos, número de panículas por metro cuadrado y porcentaje de granos llenos en la panícula son características importantes que influyen en el rendimiento.

Afirma que la mutagénesis crea mucha variación en tamaño de planta, maduración, fertilidad de espiguillas y longitud de panícula. Por tanto la inducción de variación puede ser muy útil en selección de plantas deseadas.

Cuadro N° 16. Características biométricas de granos sin cáscara, de ocho líneas mutantes y dos variedades comerciales de arroz. Resultado de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.

N° de Línea	Pedigree	Largo(mm)	Ancho(mm)	L/A de grano pilado	Formaciones opacas (Tiza)
1	MC-35-11-1	7.84 A	2.46 A	3.19 A	0 A
2	MC-25-23-1	7.6 A	2.35 A B	3.25 A	0 A
3	MC-25-20-1	7.71 A	2.41 A B C	3.21 A	0.08 A
4	MC-35-45-4	7.64 A	2.37 A B C	3.22 A	0.12 A
5	MC-35-21-1	7.89 A	2.42 A B C	3.27 A	0.25 A
6	MC-35-123-3	7.6 A	2.38 A B C	3.2 A	0.08 A
7	Capirona	7.57 A	2.28 A B C	3.33 A	0 A
8	La Conquista	7.92 A	2.31 A B C	3.44 A	0 A
9	Línea Sales A	7.52 A	2.36 B C	3.19 A	0.3 A
10	Línea Sales B	7.8 A	2.34 C	3.34 A	0.12 A
X		3.26	7.71	2.37	0.1
C.V. (%)		3.32	2.48	1.97	185.2

Prueba de Tukey al 0.05%

El cuadro N°16, muestra que las variedades Capirona y La Conquista presentaron los valores más altos en la relación L/A, lo que indica que sus granos son más largos y más angostos que las líneas mutantes.

León (1968), afirma que la forma de la semilla y su tamaño constituyen los factores más corrientes para clasificar comercialmente el arroz. La longitud del grano varía entre 5 a 14 mm. Su forma está determinada por la relación entre la longitud y la anchura; esta última varía de 1.5 a 2.5 mm y puede indicarse que entre más largo el grano tiende a ser más angosto.

Cuadro N° 17. Calidad molinera de ocho líneas mutantes y dos variedades comerciales de arroz.

Pedigree	Calidad Molinera			
	%E	%Q	%T	Centro Blanco ⁽¹⁾
MC-35-11-1	69	4	73	3
MC-25-23-1	62	8	70	2
MC-25-20-1	64	8	72	3
MC-35-45-4	71	3	73	3
MC-35-21-1	63	8	71	2
MC-35-123-3	66	5	71	2
Capirona	65	5	70	2
La Conquista	63	5	68	3
Línea Sales A	63	6	69	5
Línea Sales B	68	4	72	4

Molino experimental Satake. Cantidad 100 g. de arroz cascara, 2014.

%E= porcentaje de grano entero

%Q = Porcentaje de grano quebrado

% T = % total de pila.

(1) Escala de CIAT

El cuadro N° 16, muestra que la línea con menos porcentaje de granos quebrados fue MC-35-45-4 y las de mayor porcentaje fueron MC-25-23-1 y MC-25-20-1. Además, la línea con mayor porcentaje de granos enteros fue MC-35-45-4 y la de menor porcentaje fue MC-25-23-1.

Hernández (1982), menciona que para la selección de líneas se deben considerar porcentajes menores del 15% de granos quebrados y rendimientos de molinería superiores a 68% de pila.

Para la obtención de nuevas variedades, no solo es importantes los altos rendimientos sino tener en cuenta la calidad molinera (alto porcentaje de granos enteros) como factor importante (Racchumi, 1992).

V. CONCLUSIONES

La línea MC 25 – 20 – 1, alcanzo el más alto rendimiento con 8.57 t ha^{-1} , superando a los demás tratamientos. Le sigue por una mínima diferencia la línea MC 35 – 45 – 4 con 8.54 t ha^{-1} .

La variedad Capirona presento un rendimiento de $7837.4 \text{ kg ha}^{-1}$, la cual fue superada en 738.1 kg ha^{-1} , por la línea mutante MC 25 – 20 – 1 ($8575.5 \text{ kg ha}^{-1}$).

El mayor número de panículas por metro cuadrado lo obtuvo la línea mutante Sales A, con $417 \text{ panículas/m}^2$. Sin embargo presento uno de los más bajos rendimientos. La siguiente línea con más alto número de panículas por metro cuadrado fue MC 25 – 20 – 1, con $412 \text{ panículas/m}^2$, presento el mayor rendimiento, por lo tanto, si bien el número de panículas $/\text{m}^2$ no es estrictamente determinante, es un componente que influye de manera importante en el rendimiento.

El mayor porcentaje de granos llenos por panícula lo presenta la variedad La Conquista con 88%, seguido de la línea mutante MC 35 – 123 – 3 con 86%, mientras que el porcentaje más bajo lo presenta la línea mutante Sales B con 62%.

La línea sales B, obtuvo el mayor número de granos totales, sin embargo, es la que presento el menor rendimiento, debido al mayor porcentaje de granos vanos o vacíos que presento.

La línea MC 35 – 11 – 1, es la que mayor peso de 1000 granos obtuvo, con 30.4 gramos, superando a la variedad comercial Capirona, la cual obtuvo el menor peso de 1000 granos con 26.6 gramos.

Todas las líneas mutantes presentaron una reducción en el número de días a la maduración, con respecto al testigo Capirona. MC35-123-3 destacó obteniendo hasta 15 días menos.

En general los mejores rendimientos, número de panículas/m², % de granos llenos, peso de 1000 granos lo obtuvieron las líneas MC 25 – 20 – 1 y MC 35 – 45 – 4, que a pesar de no haber mostrado mejora en cuanto a su calidad molinera, son las líneas que se pueden destacar para que continúen en procesos de evaluación y selección.

VI. RECOMENDACIONES

Continuar con las evaluaciones de las líneas seleccionadas por sus características de mayor rendimiento, número de panículas/m², % de granos llenos y peso de 1000 granos deseables, en otros ambientes.

Las líneas sales A y sales B deben continuar evaluándose en los suelos salinos de los valles arroceros para determinar su adaptabilidad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

1. ACEVEDO M. *, WILLIAN A. CASTRILLO* Y UIRA C. BELMONTE. 2006. Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía Trop.* 56(2): 151-170. 2006.
2. ALDABA, G. 2014. Identificación de líneas mutantes de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con valor agronómico y calidad en una población M8 de la variedad UNA-La Molina 96 desarrollada con irradiación gamma. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. 154 p.
3. ANGLADETTE, A. 1969. El arroz. Primera edición. Editorial Blume. Barcelona, España. 867 p.
4. ARBILDO PAREDES HECTOR. 2007. Comparativo de líneas promisoras y variedades comerciales de arroz (*Oryza sativa* L.) como cultivo potencial en la zona de Pucallpa. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 130pp.
5. ARGUMEDO, K. 20013. Inducción de mutaciones en Trigo (*Triticum turgidum* spp. *durum*) selección Arequipa empleando rayos gamma. Tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 57 pp.
6. ASOCIACIÓN PERUANA DE PRODUCTORES DE ARROZ (APEAR). 2010. Programa de tecnificación en el cultivo de arroz. Lima, Perú. 21pp. Consultado 22 Mayo 2016. Disponible en <file:///C:/Users/acer/Downloads/APEAR%20PRESENTE%20Y%20FUTURO.pdf>
7. BALDOCEDA A. 2015. Efecto de la modificación morfológica de las espigas e el rendimiento de líneas mutantes de cebada (*Hordeum vulgare* L.) obtenidas con irradiación gamma. Tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
8. BALOCH A,W;SOOMRO A, M; MUSTAFA G; BUGHIO M, S;BUGUIO H, R. 1999. Mutagenesis for reduced plant height and high grain yield in Jajai 77, an aromatic rice (*Oryza sativa* L.) variety. *Pak.J.Bot.*, 31(2): 469-474p. Consultado 5 Noviembre 2013. Disponible en [http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/31\(2\)/PJB31\(2\)26.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/31(2)/PJB31(2)26.pdf)

9. BENJAVAD, A.; BENJAVAD, A.; SHAHROKHIFAR, B. 2012. Ethyl Methane Sulphonate (EMS) Induced Mutagenesis in Malaysian Rice (cv. MR219) for Lethal Dose Determination. *American Journal of Plant Sciences*. no3:1661-1665.
10. BHAT R,S; SURENDRA P; HANUMARATTI N, G; NAYAK G, V; DUSHYANTHAKUMAR B, M; SHADAKSHARIY, G. 2007. AM3-an induced rice mutant with improved grain size and yield. *International Rice Research Notes* 32.1: 18-19p. Consultado 15 Noviembre 2013. Disponible en http://books.irri.org/IRRN32no1_content.pdf
11. BRAUER, O. 1987. *Filogenética Aplicada*. Ed. Limusa. Mexico. 517p.
12. BRUNER, H. 1995. Radiation induced mutations for plant selection. Plant breeding Unit, Joint FAO/IAEA Programme, IAEA laboratories, Seibersdorf, Austria. 589 – 594.
13. BUGHIO H,R; ODHANO I, A; ASAD M, A; BUGUIO M, S. 2007. Improvement of grain yield in rice variety Basmati-370 (*oryza sativa* l.), through mutagenesis. *Pak. J. Bot.*, 39(7): 2463-2466p. Consultado 17 Octubre 2013. Disponible en [http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/39\(7\)/PJB39\(7\)2463.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/39(7)/PJB39(7)2463.pdf)
14. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1983. Sistema de evaluación estándar para arroz. Cali, Colombia. 61p.
15. CHASTAIN, T. s.f. Yield components and crop yield. *Crop Ecology and Morphology*. Consultado 10 ene. 2015. Disponible en: <http://cropandsoil.oregonstate.edu/system/files/u528/Yield%20Components%20and%20Crop%20Yield.pdf>
16. CHEN, X.; LIU, X.; WU, D. AND SHU, Q. 2006. Recent progress of rice mutation breeding and germplasm enhancement in China. *Plant Mutation Reports*, Vol 1, N° 1,
17. DE DATTA, S. 1981. Principles and practices of rice production. 2da. Edic. New York. 618p
18. DE DATTA, S.K. 1986. Producción de Arroz. Fundamentos Prácticos. Editorial Limusa. Primera Edición. D. F. México. 690 p
19. DONINI, B; KAWAI, T. & MICKE, A. 1984. Spectrum of mutant characters utilized in developing improved cultivars. In: Selection in Mutation breeding. International Atomic Energy Agency. Vienna, Austria. pp.7-31.
20. ELLIOT, F. 1964. Citología y mejoramiento de plantas. Compañía editorial continental S.A. México D.F., México.

21. FERNÁNDEZ, F. 1978. Etapas de desarrollo de la planta de arroz para propósitos de evaluación y adiestramiento en el IRRI. Cali. Colombia. CIAT, Seminario interno. 10 p.
22. FOOD AND AGRICULTURA ORGANIZATION (FAO). 1987. Serie de manual para la educación agropecuaria. Producción Vegetal, Arroz. 30 p.
23. FOOD AND AGRICULTURA ORGANIZATION (FAO). 2004. El arroz y la nutrición humana. Italia.
24. GONZALES, A. 2001. Estudio de caracteres fenológicos, agronómicos, morfológicos y fisiológicos en relación con la tolerancia al estrés hídrico en cebada. Tesis Doctoral. Facultad de CC. Biológicas. Universidad Complutense de Madrid.
25. GONZALES, H. 1982. Curso de adiestramiento en producción de arroz. Instituto Nacional de Investigación y Promoción agropecuaria (INIPA). Estación experimental Vista Florida. Chiclayo, Perú. Segunda edición. pp. 1-34. Consultado 21 Mar 2016. Disponible en: <http://agraria.pe/noticias/produccion-nacional-de-arroz-crecio-558-durante-el-periodo -2-8059>
26. GONZALES, H. 2004. Caracterización de líneas mutantes de la variedad de arroz “Amazonas” obtenidas mediante aplicación de rayos gamma. Agronomist Thesis Universidad Nacional Agraria La Molina. 142p.
27. GRIST, D. 1982. Arroz. Compañía Editorial Continental S.A. México.
28. HERNÁNDEZ, J. 1982. Fitomejoramiento y principales cultivares. En: Curso de adiestramiento en producción de arroz. Proyecto Nacional de investigación de arroz. Lambayeque, Perú. Estación experimental Vista Florida, pp. 74-116.
29. HERNÁNDEZ, J. 1983. Producción de arroz. Editorial Yuluyalu. 63p.
30. HEROS, E. 1999. Mejoramiento genético de la kiwicha (*Amarathuscaudatus*L), mediante la inducción de mutaciones. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Escuela de Post-Grado. Especialidad en Mejoramiento Genético de plantas. Tesis de grado de Magister Scientiae. Lima, Perú. 101 p.
31. HEROS, E; GOMEZ, L. 2010. Identificación de mutaciones precoces, con aplicación de rayos gamma en el cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.), Capirona. Universidad Nacional agraria La Molina. Lima, Perú. 20 p.
32. INEI. 2015. Nota de prensa: Producción de arroz cáscara se incrementó en 49.9% (en línea). Consultado 10 feb 2016. Disponible en <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-n131-2015-inei.pdf>

33. INEI. 2012. VI Censo Nacional Agropecuario 2012. Consultado 10 Jun 2016. Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>
34. INEI. 2014. 11 de Julio, día mundial de la población. 48 pp. Consultado 25 feb 2016. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1157/libro.pdf
35. INIA. 1998. Estación experimental el Porvenir. Red de investigación en arroz variedad Capirona.
36. INIA. 2001. Variedad Capirona INIA, “Arroz de excelente calidad de grano”. Hoja divulgativa N°10. Consultado el 04 Abr 2016. Disponible en: [http://minagri.gob.pe/portal//download/pdf/herramientas/publicaciones/Variedad%20%20Capirona%20INIA%20Arroz%20de%20%20Excelente%20Grano%20\(Pdf.%20391Kb\).pdf](http://minagri.gob.pe/portal//download/pdf/herramientas/publicaciones/Variedad%20%20Capirona%20INIA%20Arroz%20de%20%20Excelente%20Grano%20(Pdf.%20391Kb).pdf)
37. INIA. 2008. Estación experimental agraria El Porvenir – Tarapoto. Arroz INIA 507 – La Conquista.5pp. Consultado el 04 Abr 2016. Disponible en: http://es.scribd.com/fullscreen/64191156?access_key=key-15dck8lusoyclhdcpvuu
38. IRRI. 1986. Rice Genetics Proceedings of the international rice genetics symposium, Manila, Philippines. 932p.
39. ISHIY T;SCHIOCCHET M, S; BACHA R, E;MOREL D, A;TULMAN N;KNOBLAUCH R. 2006.Rice Mutant Cultivar SCS114 Andosan.Joint FAO/IAEA programme-Plant mutations reports vol.1, N°.2.25 p. Consultado el 28 de Octubre 2013.Disponible en <http://www-naweb.iaea.org/nafa/pbg/public/pmr-01-02.pdf>
40. ISLAM M, Z; BASET M, A; ISLAM M, R; AKTER, A. 2007.Effect of different saline levels on growth and yield attributes of mutant rice. J.Soil.Nature. 1 (2): 18-22p. Consultado 12 Oct 2013. Disponible en http://ggfjournals.com/assets/uploads/3.18-22_.pdf
41. JENNINGS, P. R., COFFMAN, W. R., KAUFFMAN, H.E. 1981. Mejoramiento de arroz. Centro internacional de agricultura tropical – CIAT. Colombia. 233p.
42. JIMÉNEZ D, J;GÓMEZ P, LUZ. 2007. Variabilidad genética de líneas dobles haploides de Cebada (*Hordeumvulgare* L.) obtenidos mediante la inducción de mutaciones con N-metil nitroso urea y variación gametoclinal. Anales científicos de la Universidad Nacional Agraria La Molina Vol68 (1). pp. 75-81.

43. JOINT FAO/IAEA DIVISION OF NUCLEAR TECHNIQUES IN FOOD AND AGRICULTURE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. 2011. Plant Mutation Breeding and Biotechnology. Vienna. Consultado 13 Feb 2016. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i2388e.pdf>
44. KAWANO, K. Y S. VELÁSQUEZ. 1970. Tipo de plantas de arroz bajo climas ideales. Informe técnico 42. Ministerio de agricultura – Misión Agrícola de la Universidad de Carolina del Norte, 30 p.
45. KIHUPI, A. 1995. Plant type improvement of indigenous rice cultivars through induced mutations. DCSP (Department of Crop Science and Production). Sokoine University of Agriculture. TZ. 26p. Consultado 18 feb. 2016. Disponible en http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/28/054/28054946.pdf
46. KYAW S, O; NGUYEN T, L. 2005. Developing salt tolerance in rice by mutagenesis. Omonrice 13: 126-134p. Consultado 20 Octubre 2013. Disponible en <http://clrri.org/ver2/uploads/noidung/13-18.pdf>
47. LANDEROS, J. 2012. Agentes mutagenicos y sus daños en el ADN. Mexico. 141p. Consultado 04 Abr 2016. Disponible en: http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5800/Landeros_Gutierrez_Juan_Fernando.pdf?sequence=1
48. LEÓN CARRASCO, J C. 2015. Producción nacional creció 55.8% durante el periodo 2004-2014 (en línea). Agraria.pe: Agencia agraria de noticias. Consultado 3 feb 2016. Disponible en <http://agraria.pe/noticias/produccion-nacional-de-arroz-crecio-558-durante-el-periodo-2-8059>
49. LEON, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. Primera Edición. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 487p.
50. LUZI-KIHUPI, A; ZAKAYO J, A; TUSEKELEGE, H; MKUYA, M; KIBANDA N, J; KHATIB K, J; MAERERE, A. 2009. Mutation Breeding for Rice Improvement in Tanzania. Morogoro. 385-387pp. Consultado 12 Agosto 2013. Disponible en http://mvgs.iaea.org/PDF/12-CS10-20-322P-LUZI-KIHUPI_unreviewed.pdf
51. MALASZYNSKI, M.; NICHTERLEIN, L.; VAN ZANTEN, L. AND AHLOOWALIA, B. 2000. Officially released mutant varieties – The FAO/IAEA Database. Mutation breeding review. IAEA, Vienna, Austria.

52. MANRIQUE, S. 2002. Estudio del efecto de la radiación gamma en el comportamiento de *Musa sp.* Variedad Isla en tres generaciones de cultivos “in vitro”. Tesis para optar el grado de Magister Scientie. Universidad Nacional Agraria La Molina. 81p.
53. MENDOZA, E. 1994. Agrobiotecnología: La adaptación de las plantas al ambiente, no del ambiente a las plantas. Editorial Iberoamericana S.A. México. 78p.
54. MINAG. 2012. El arroz, principales aspectos de la cadena agro productiva. Consultado 22 ene 2016. Disponible en <http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomiaarroz3.pdf>
55. MITCHELL, J; FUKAY, S. & COOPER, M. 1996. Influence of phenology on grain yield variation among barley cultivars grown under terminal drought. Aust. J. Agric. Res., 47: 757-774.
56. MOHAMMADI, M; SHARIFI, P; KARIMIZADEH, R. & SHEFAZADEH, M. 2012. Relationships between grain yield and yield components in bread wheat under different water availability (Dryland and supplemental Irrigation Conditions). Iran. Not Bot Horti Agrobo, 40 (1): 195-200.
57. MOLINA, C. 1989. La cebada. Mundi-prensa. Madrid, España. 252p.
58. NAKAGAWA, H. 2009. Induced mutation in plant breeding and biological researches in Japan. In: Induced Plant Mutations in the Genomics Era. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 48-54.
59. NIAB (INSTITUTO NUCLEAR DE AGRICULTURA Y BIOLOGÍA). 1998. Path analysis of yield components of some mutants of Basmati rice. Tropical Agricultural Research and extensión.34-38pp.Consultado 20 Agosto 2013.Disponible en [http://dl.nsf.ac.lk/bitstream/1/8010/2/TARE-1\(1\)-34.pdf](http://dl.nsf.ac.lk/bitstream/1/8010/2/TARE-1(1)-34.pdf)
60. LEON, J. 2015. Producción Nacional de Arroz creció 55.8% durante el periodo 2004-2014. Agencia agraria de noticias (Agraria.pe). Consultado 18 Dic 2016. Disponible en: <http://agraria.pe/noticias/produccion-nacional-de-arroz-crecio-558-durante-el-periodo-2-8059>
61. OCHSE, J. ET AL. 1989.Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales. Editorial Limusa, México. Vol. 2.280p.
62. OIEA. 2013. Consultado 15 Dic 2015. Disponible en: <http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/>

63. POEHLMAN, J.; ALLEN, D. 2003. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa, México. pp. 119-128.
64. POELHMAN, J. 1969. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa-Wiley S.a. Primera edición. México.
65. POMPEYO VILA MENDOZA. 2007. Caracterización de líneas mutantes M3 de cebada (*Hordeumvulgare l.*) bajo condiciones de La Molina, PE. 119pp.
66. RACCHUMI, A. 1992. Evaluación y selección de germoplasma de arroz para suelos ácidos. En: M. arca (ed) 1992. Suelos amazónicos N° SA-05. Proyecto suelos tropicales. Instituto nacional de investigación agraria y agroindustrial (INIAA). Lima, Perú. 34p.
67. REKHA, K. AND LANGER, A. 2007. Induction and assessment of morphobiochemical mutants in *Artemisia pallens* Bess. *Genetic Resources and Crop Evolution* 54: 437-443p.
68. REYES, V. 2004. Evaluación de la variación genética en la generación M3 de *triticumturgidumssp durumvar.* *Taray* desarrollado mediante la aplicación de rayos gamma. La Molina, PE. 91pp.
69. RIOS, J. 2003. Efecto del potasio en la producción de arroz (*Oryza sativa L*) variedad Capirona bajo condición de Cacatachi-Region San Martin. Tesis para optar el grado de Magister Science. Universidad Nacional Agraria La Molina. 97p.
70. SAKIN M, A; YILDIRIM, A.2004.Induced mutations for yield and its components in durum wheat (*Triticum durum Desf.*).*Food, Agriculture&Environment* Vol.2 (1) : 285-290pp.
71. SALAZAR, R. 1986. Arroz, Calidad molinera. ECASA-CIPA XVIII. Boletín Técnico. Pucallpa. 12p.
72. SANJINEZ S, F. 2001.Determinación de la dosis optima de rayos gamma para inducir mutaciones en arroz (*Oryza sativa L.*) variedad Amazonas. Tumbes, PE. 78p.
73. SHEEHY, J; DIONORA, M & MITCHELL, P. 2001. Spikelet numbers, sink size and potential yield in rice. *Field crops research*, 71: 77-85.
74. SHYLARAJ K, S; SASIDHARAN N, K. 2005.VTL 5: A highyielding salinity tolerant rice variety for the coastal saline cosystems of Kerala. *Journal of Tropical Agriculture* 43 (1-2): 25-28pp.Consultado 02 Setiembre 2013. Disponible <http://jtropag.in/index.php/ojs/article/viewFile/139/133>

75. SIGURBJÖRNSSON, B. 1977. Mutation in plant breeding programs. Manual on mutation. Second Edition. IAEA. Viena, Austria. 581 p.
76. SLAFER, G. 2013. Genetic basis of yield as viewed from a crop physiologist's perspective. *Annals of applied Biology*, 142: 117-128. doi: 10.1111/j.1744-7348.2003.tb00237.x
77. SORALUZ, L. 2015. Inducción de mutaciones en centeno (*Secale cereal* Linneo) empleando radiación gamma. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 64p.
78. SOTO, B. S. 1991. Estudio de Observación de 20 variedades USA y 7 líneas promisorias nacionales en comparación con dos testigos comerciales de arroz. Managua, Nicaragua. 145 p.
79. SRB, T AND OWEN, M. 1965. *General Genetics*. W. H. Freeman & Co. Second Edition. San Francisco.
80. STRASBURGER, E. 1986. *Botánica*. Séptima edición española. Editorial Martin S.A. Barcelona, España. 1098 p.
81. VERGARA, B. 1970. Desarrollo y crecimiento de plantas. Manual de producción de arroz. Universidad de Filipinas. P 17-37.
82. VERGARA, R. 1982. Métodos de siembra de arroz en zonas irrigadas. Trujillo. Sub-estación experimental del Jequetepeque. 160 – 195 p.
83. YARANGO, D. 2013. Identificación y frecuencia de mutaciones en una población M3 de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en condiciones de La Molina. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. 89 p.
84. YOSHIDA, J. 1981. *Fundamentals of rice crop science*. International rice research institute (IRRI). Filipinas. 279 pp.

VIII. ANEXOS

I. ANEXO

Cuadro N° 15. Ensayo Uniforme de Rendimiento - UNALM - EP2014 A (BLOCK I)

PEDIGREE	N° Macollos/Go lpe	Días al 50% florac.	P.V (días)	Altura Planta (cm)	Acame %	Desgrane	Área Cosech. m2	Rdto/Parcela (kg)	% H°	Rdto/ha Campo (kg)	Rdto/ha 14% H° (kg)	CALIDAD MOLINERA			
												%E	%Q	%T	Centro Blanco
MC-35-11-1	15.00	83	111	115	0	5	1.25	1.13	13.7	9040	9072	69	4	73	3
MC-25-23-1	14.00	83	111	112	0	5	1.25	1.284	13.6	10272	10320	62	8	70	2
MC-25-20-1	15.00	83	111	115	0	5	1.25	1.009	14.2	8072	8053	64	8	72	3
MC-35-45-4	14.00	83	111	112	0	5	1.25	1.213	13	9704	9817	71	3	73	3
MC-35-21-1	17.00	83	111	112	0	5	1.25	1.041	13.8	8328	8347	63	8	71	2
MC-35-123-3	15.00	83	111	115	0	5	1.25	0.856	13	6848	6928	66	5	71	2
Capirona	17.00	83	111	114	0	5	1.25	0.958	14	7664	7664	65	5	70	2
La Conquista	15.00	83	111	111	0	5	1.25	0.826	13.1	6608	6677	63	5	68	3
Linea Sales A	15.00	83	111	115	0	5	1.25	1.005	13	8040	8133	63	6	69	5
Linea Sales B	17.00	83	111	114	0	5	1.25	0.885	14.2	7080	7064	68	4	72	4

Fecha: 12/06/2015