



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

Efectos de cinco niveles de Radiaciones Gamma en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L*)

TESIS DE GRADO

PRESENTADA AL H. CONSEJO DIRECTIVO COMO REQUISITO PREVIO
A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

Eduardo Máximo Zamora Cruz

DIRECTOR:

ING. AGR. MS. SC. Miguel Arevalo Noboa

BABAHOYO - LOS RÍOS – ECUADOR

2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERIA AGRÓPECUARIA

“EFECTOS DE CINCO NIVELES DE RADIACIONES GAMMA EN EL
CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa L.*)”

TESIS DE GRADO

PRESENTADA AL H. CONSEJO DIRECTIVO COMO REQUISITO PREVIO
A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Manuel Veintimilla León
PRESIDENTE

Ing. Agr. Mario Quispe Sandoval MSc
VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. Antonio Alcívar Torres, MSc
VOCAL PRINCIPAL

INDICE

	Pág.
I Introducción	1 – 3
II Revisión de Literatura	4 – 19
III Materiales y métodos	20 – 30
IV Resultado	31 – 68
V Discusión	69 – 72
VI Conclusiones y Recomendaciones	73 – 75
VII Resumen	76 – 82
IX Literatura Citada	83 – 86

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

Eduardo Máximo Zamora Cruz.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, porque en sus aulas, recibimos el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes de la Escuela de Ingeniería Agronómica.

Especial agradecimiento a nuestro Director de Tesis el Ing. Agr. Ms. Sc. Miguel Arévalo Noboa por sus consejos y amistad.

Eduardo Máximo Zamora Cruz.

I INTRODUCCION

La base alimentaria de la población mundial, la constituyen los siguientes cultivos: papa, maíz, trigo, yuca, plátano, frejol y arroz; donde el arroz, maíz y trigo suministran el 50% de las calorías consumidas por la población.

En el Ecuador, el arroz constituye la base de la alimentación de la población humana; siendo necesario incrementar los rendimientos promedios, mediante la obtención de genotipos altamente productivos y con buena calidad culinaria y molinera.

Para la obtención de nuevas variedades los programas de mejoramiento genético de plantas autógamias, utilizan la variabilidad genética creada por los cruzamientos entre diferentes genotipos con caracteres deseables.

Otras formas de crear variabilidad genética es mediante la utilización de ciertas radiaciones o de otros agentes mutagenicos físicos, conducentes a la producción de mutaciones genéticas, que si determinan cambios favorables en los fenotipos, pueden ser fuentes

de nuevos agrotipos. Entre las radiaciones, se tienen las radiaciones gamma que utilizadas en las semillas, originan cambios cromosómicos; en los nuevos mutantes. Se ha definido a la mutación como un cambio bien manifiesto en una o varias de las características formológicas o fisiológicas de una especie, aparecido en forma súbita en uno o un corto número de individuos, y que, en general, transmiten éstos a sus descendencia; (4) la selección de un mutante útil dentro de una población numerosa puede ser el origen de una nueva variedad.

Las variedades de arroz ‘Iniap 17’ y ‘S-FL-09’ son muy productivas pero tiene cierta susceptibilidad al acame de sus plantas; por tal razón, las semillas fueron sometidas a diferentes dosis de radiaciones gamma, con la finalidad de producir mutantes con tallos cortos y menor ciclo vegetativo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1. General

- Utilizar la mutagénesis como método tradicional (convencional) de mejoramiento genético en el cultivo de

arroz y seleccionar mutantes M_1 con características deseables.

1.1.2. Específicos

- Evaluar el efecto de las radiaciones gamma sobre las características agronómicas en las variedades ‘Iniap 17’ y ‘S-FL-09’ después de aplicar los tratamientos.
- Identificar la dosis más apropiada para producir mutantes deseables, con menor altura de planta y menor ciclo vegetativo.

1.2 HIPÓTESIS

Con la aplicación de una dosis apropiada de radiación gamma, se obtendrán mutantes con características deseables y rendidores.

II REVISION DE LITERATURA

Según Allard (1) la mejora genética por mutación parece ser especialmente útil para cambiar características que tienen una herencia sencilla en sistemas génicos altamente desarrollados. Cuando se trata de una variedad altamente desarrollada, el mejorador no es partidario de utilizar los métodos clásicos de hibridación porque puede romper una combinación superior de genes. Esta situación se da frecuentemente cuando alguna variedad sobresaliente sucumbe a una nueva raza de cierta enfermedad o es inferior en alguna característica específica morfológica o fisiológica.

El fenómeno llamado mutación es uno de los más fundamentales dentro de la Biología y de la Genética. Comprende al tipo de variación llamado discontinuo, conocido desde la antigüedad, aunque solo hasta épocas recientes se le haya dado la relevante importancia que tiene. El nombre de mutación dado al fenómeno, se debe al naturalista francés Duchesne, quien lo sugirió a fines del siglo XVIII. Posteriormente Hugo de Vries, primer naturalista que

estudió a fondo el fenómeno, adoptó la denominación ideada por Duchesne.

Trujillo (23), indica que el significado de las mutaciones radica esencialmente en que contribuyen al aumento de la variabilidad, ya sea de los caracteres existentes o bien por la aparición de otros nuevos. Esta variabilidad, aunada a la producida por recombinación, sirve de base para los procesos de selección, la cual realizada bajo el control del hombre conduce al mejoramiento del cultivo. Las mutaciones en si han sido la base genética que ha permitido el éxito de los métodos convencionales de mejoramiento, basados en la recombinación y selección. Al mismo tiempo los complementan, puesto que la inducción de mutaciones es también un nuevo método de mejora.

Cuando aparecen mutaciones en una población, ya sea en forma natural o inducidas artificialmente, y lo mismo cromosómicas que génicas, es frecuente que sean recesivas. En una población de plantas autogamas basta dejar que las plantas se reproduzcan naturalmente durante varias generaciones hasta que los posibles

mutantes, ocultos por su recesividad, hayan tenido oportunidad de recombinarse y establecerse en forma homocigótica para poder entonces, hacer la selección (2).

Cuando se cuenta con una variedad que es básicamente satisfactoria para las necesidades tanto del agricultor como el consumidor, a lo que solamente le falta un carácter de herencia relativamente simple y si tal carácter se ha podido encontrar o se sospecha que podría encontrarse entre las mutaciones inducidas artificialmente, este método puede ser muy ventajoso para obtener una nueva variedad con el carácter adicional deseado (2).

Las mutaciones genómicas, son los cambios en el número total de cromosomas característico de una especie; pueden presentarse porque el conjunto total de cromosomas se repite más de dos veces, dando origen a una poliploidia. Las mutaciones génicas, son las que corresponden a cambios físicos o químicos en la naturaleza de los genes, cuyos cambios son en general y se transmiten por herencia (2).

Una mutación es un cambio inesperado en el material hereditario de una célula. Las mutaciones pueden ser el resultado de: a) un cambio en el gene de un alelo a otro; b) reacomodo de materiales cromosómicos; c) pérdida o duplicación de segmentos cromosómicos. Las mutaciones de genes pueden ser dominantes o recesivas, pero éstos últimos son los más comunes. Las mutaciones dominantes de los genes generalmente producen un efecto inmediato en un individuo. El efecto de una mutación recesiva de los genes generalmente no se manifiesta hasta que dos genes recesivos se unen en un individuo como resultado de segregaciones (16).

Existen muchos métodos de mejoramiento genético y cada uno de ellos tiene sus puntos fuertes y puntos débiles. El método mejoramiento a elegir dependerá de la naturaleza del carácter o caracteres de interés, el modo de herencia y la variabilidad presente o disponible; en algunos casos los factores económicos influyen en el método seleccionado, Suárez (22).

El desarrollo de variedades más productivas para utilizarla a nivel de finca es el objetivo primordial de los fitomejoradores y lo que justifica su labor ante la sociedad. Todo lo demás es secundario o respalda este objetivo. El éxito de un científico en desarrollar variedades mejoradas de arroz es directamente proporcional a su habilidad para identificar acertadamente prioridades de investigación y para orientar correctamente sus metas y actividades, Centro Internacional de Agricultura Tropical (3).

La mutación permite alcanzar la homocigosis de los genotipos más rápidamente que con el cruzamiento. La mutagenesis se justifica o se prefiere, frente al cruzamiento, en el caso de que se manifieste una escasa variabilidad de los genotipos cultivados, Mendieta (13).

Según el International Atomic Energy Agency (9), las mutaciones inducidas ofrecen tres ventajas:

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 sólo se utiliza la hibridación.

2. Representa 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 traslocaciones para la transferencia de genes.

La misma agencia, indica que cambios por mutación de importancia agronómica que se han registrado son el tamaño de la planta, los periodos de floración y de maduración, la resistencia a enfermedades e insectos y un mayor contenido de proteínas en el arroz.

La variación causada por mutaciones inducidas no difiere esencialmente de la variación causada por las mutaciones espontáneas 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. El uso directo de la mutación es una herramienta complementaria valiosa para el fitomejoramiento, en particular cuando se desea mejorar uno o dos características fácilmente identificable en una variedad bien adoptada (5).

Las investigaciones sobre mutaciones se iniciaron en 1927 con los trabajos de Muller acerca de los efectos de los rayos X sobre *Drosophila melanogaster*. Posteriormente, fueron observados los efectos mutagénicos de los rayos X sobre los plancton, así como la mutagenicidad de la luz ultravioleta. No obstante, la primera evidencia inequívoca de un caso de mutagénesis química se da en el año 1942, Cuando Auerbache y Robson demostraron los efectos tóxicos del gas mostaza sobre *Drosophila* (24).

El desarrollo ocurrido en el área de la Genética Molecular a partir de los trabajos de Watson y Crick, donde el 1953 dilucidaron la estructura tridimensional del ADN, el código genético y la síntesis de proteínas, permitieron investigar acerca de los

mecanismos de la mutagénesis. Entonces se entendió que un simple cambio de una base nitrogenada podría dar lugar a la aparición de un nuevo fenotipo y, por ello, se comenzó a investigar intensamente sobre los efectos de los productos químicos en el ADN. Hacia final de la década de los sesenta se tiene el convencimiento de que el ser humano está expuesto a un gran número de compuestos químicos, que pueden tener un efecto mutagénico, que puede ser un peligro para la salud y la de los descendientes, Ames en 1975 introdujo el ensayo de mutagenicidad en *Salmonella typhimurium*, e identificó varios contaminantes químicos capaces de causar mutaciones en bacterias y cáncer en mamíferos. Finalmente se vio que aparte de los agentes físicos y químicos, también los agentes biológicos como virus, bacterias y parásitos generan mutagénesis cuando ocasionan infecciones crónicas (24).

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, incrementando así su rendimiento y la resistencia a enfermedades y plagas. Esto reduce el uso excesivo de plaguicidas,

evitando daños para la salud humana y el ambiente en general. Otra de sus ventajas es la de conferir mejoras específicas a variedades son alterar significativamente su comportamiento general, en un corto periodo, lográndose características no encontradas en la variabilidad natural (12).

La inducción de mutaciones en el mejoramiento genético de los cultivos es una técnica bien establecida para suplementar la variabilidad genética existente en el germoplasma. En los últimos años se ha avanzado mucho en este campo y cientos de mutantes han sido liberados como nuevos cultivares. En arroz, Micke *et al* (1990) reportaron la liberación, hasta ese momento, de 251 nuevas variedades de arroz, desarrolladas con el uso de las mutaciones inducidas. El Programa de Mejoramiento Genético del Arroz en Cuba desde su establecimiento a inicio de la década del 70, ha utilizado básicamente la hibridación para la obtención de nuevos cultivares. Se toman semillas de las variedades seleccionadas, son irradiadas y sembradas en el campo para desarrollar las siguientes generaciones. La selección de la variedad para la irradiación depende del carácter que se pretende mejorar. En todos los casos se

debe seleccionar una variedad con un comportamiento general satisfactorio y donde sólo sea necesario mejorar uno o dos caracteres (12).

Hace unos 10000 años, el arroz blanco evolucionó a partir del arroz rojo silvestre, y comenzó a extenderse por todo el globo. Un equipo de investigadores ha determinado que el 97.9% de todo el arroz blanco deriva de una mutación en un solo gen, originándose en la subespecie Japonice de arroz. Estos resultados sugieren que los campesinos de la antigüedad favorecieron, cultivaron y dispersaron el arroz blanco por todo el mundo. Los investigadores han comprobado que esta mutación predominante se encuentre también en la subespecie Indica del arroz blanco. Han encontrado una segunda mutación independiente del mismo gen en algunas variedades de arroz Aus en Bangladesh, lo que representa el restante 2.1% de variedades de arroz blanco. Ninguna de estas dos mutaciones se encuentran en las variedades silvestres de arroz rojo. Ambas mutaciones producen variantes más cortas de la misma proteína en la que la parte ausente es responsable de activar la ruta que conduce al calor del grano en arroz (15).

Según Mikaelson (14), algunas de las variedades exitosas desarrolladas mediante mejoramiento por mutación son las siguientes:

Variedad	Ciudad y fecha
Reimei	Japón, 1966
Jagannath	India, 1969
IRAT 13	Costa de Marfil, 1974
Calrose 76	Estados Unidos, 1976
Hakuribo-100	Japón, 1976
M-7	Estados Unidos, 1977
RD-6	Tailandia, 1977

Levine (10), manifiesta que una de las maneras a través de la cual es posible que las radiaciones ionizantes produzcan mutaciones, se debe a que las radiaciones actúan directamente sobre el material genético. Una cantidad dada de radiación golpea a un gen y altera o destruye una porción del material genético.

Stadler (21), fue el primero que, en 1.927, consiguió inducir mutaciones en las plantas mediante irradiación con rayos X. Este investigador obtuvo tres mutaciones clorofilicas, blanca, virescente

y amarilla, en 77 descendientes de espigas procedentes de 26 plantas de cebada irradiadas.

Cuando el objetivo es mejorar uno o dos caracteres de fácil identificación de una variedad, el uso directo de las mutaciones constituye una buena alternativa. La principal ventaja de éste método es que las mutaciones causan pequeños cambios y el genotipo de la variedad se altera levemente, por lo tanto el tiempo requerido para multiplicar la variedad mejorada puede ser menor que cuando se usa la hibridación con la finalidad de lograr resistencia a enfermedades, altura de planta, días a la floración, etc. Sigurjornsson (19).

Según Grist (6), un gran número de mutantes mediante el uso de los rayos gamma se han obtenido, pero pocos de ellos han tenido un valor agrícola directo, ya que las mutaciones artificiales casi siempre causan genes deletéreos recesivos, provocando la radiación daño en los cromosomas conduciéndolos a la esterilidad, sin embargo se han producido mutaciones útiles que después se han

incorporado a las variedades comerciales empleando los métodos convencionales de mejoramiento.

Ichikawa (7), indica que cuando la irradiación, se realiza en semillas, las plantas son quiméricas a causa de que los embriones irradiados están formados por varias-células. Entonces, solamente una parte de las espigas, mazorcas, panículas o inflorescencia de plantas son heterocigóticas para una mutación. Esto es, cada una de las mazorcas, espigas, panículas o inflorescencias de la misma planta es en muchos casos genotípicamente independiente de otras.

Ichikawa e Ikushima (8), indican que en el caso de irradiación de semillas con altas dosis, puede ocurrir la muerte o la pérdida total de la habilidad productiva de células meristemáticas. En esos casos, pueden resultar grandes vectores mutantes, mayores de lo esperado a causa de la disminución en el número de células meristemáticas en división. Con muy altas dosis, ocurre que la mayoría de las células meristemáticas, y un nuevo tejido meristemático se regenera de un pequeño grupo de células más radioresistentes que existen

rodeando al meristema original; en este caso, se puede obtener vectores mutantes mucho más grandes.

Shwe y Shaikh, citados por Silvera (20), irradiaron semillas secas de arroz con dosis de 30 y 40 Kr. de rayos gamma y seleccionaron mutantes en la M_2 en base a precocidad y corta altura de planta. En la M_4 obtuvieron mutantes de 41 a 48 días más precoces y 32 a 40 cm. más corta que la variedad parental. El mutante "PSBG-1" presentó un peso de 1000 granos un poco menor, mientras que el mutante "SCC-1" fue un poco mayor, que sus progenitores. Los granos de ambos mutantes fueron más delgados que las variedades parentales.

Silvera (20), realizó un trabajo de mutaciones mediante radiaciones gamma en las variedades de arroz "Isabel" y "Donato Alto", encontró que las dosis de 15, 30 y 45 Krads., produjeron mutantes con características deseables en la variedad. "Isabel". La dosis de 15 Krads., en "Donato Alto" produjo poco efecto en el rendimiento de los mutantes; además los porcentajes de esterilidad de panícula se vieron incrementados con la dosis de irradiación,

alcanzando un máximo de 100% para ambas variedades; pero las dosis no afectaron la capacidad de macollamiento y panículas por planta.

Márquez (11), estudió el efecto de diferentes dosis (0 a 45 Kr) de radiaciones gamma (Co – 60) y contenido de humedad de la semilla (10% y 15%) al momento de la radiación, sobre el acortamiento de la paja y la resistencia a *Pyricularia grisea* en el arroz (*Oryza sativa*). Se observó que la radiosensibilidad de las semillas fue mayor cuando contenía 10% de humedad. Se obtuvieron mutantes precoces hasta en 10 días y con paja corta, así también mutantes con diferentes grados de resistencia a *Pyricularia*. La dosis de 20 Kr ejercieron un estímulo sobre el rendimiento en la M₂ y la dosis de 40 Kr y 45 Kr inducen mayor frecuencia de mutaciones.

Salinas *et al* (18), en tres variedades de cebada, estudió el efecto de diferentes dosis de radiaciones gamma (Co – 60) a saber: 0 Kr a 50 Kr, sobre ciertas características malteras del grano (poder diastásico, contenido de proteína, correlación entre estos dos

caracteres y calidad de proteína). Se encontró que la respuesta de las variedades fue diferente con respecto a los caracteres estudiados. Así por ejemplo, valores con alto índice de calidad de proteína y baja correlación del poder diastásico V_s contenido de proteína, se observó, solamente, en la variedad Toluca para la dosis 5000 rads, en ambas generaciones (M_1 y M_2). Estos materiales pueden ser utilizados en programas de selección para la obtención de líneas más adecuadas para la industria cervecera.

Robles (17), estableció un ensayo del efecto de las radiaciones gamma ($Co\ 60$) sobre la germinación, altura y peso seco de las plántulas de ajonjolí (*S. indicum*) en la primera generación (M_1) después del tratamiento. La germinación, la altura y el peso seco de las plántulas se redujón al incrementar las dosis excepto para la dosis 20 Kr y 30 Kr en el caso de la germinación, y para las dosis 40 Kr en el caso de los caracteres de altura y peso seco de las plántulas.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y descripción del campo experimental

La presente investigación se estableció en los terrenos de la Granja “San Pablo”, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo; ubicada en el Km 7 de la vía Babahoyo – Montalvo, entre las coordenadas geográficas 79°32’ de longitud Occidental y 01°49’ de latitud Sur; con una altura de 8 m.s.n.m.

La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25,6°C; una precipitación anual de 2329,8 mm; humedad relativa de 82% y 998.2 horas de heliofanía de promedio anual.^{1/}

El suelo es de topografía plana, textura franco – arcillosa y drenaje regular.

^{1/} Estación Agrometeorológica “Babahoyo – Universidad”. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

3.2 Material genético

El radiación se realizó en las semillas de arroz de las variedades; ‘Iniap 17’ obtenida por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y ‘S-FL-09’ distribuida por la Empresa India; cuyas características se describen a continuación:

‘Iniap 17’

Cruzamiento	IN69 - M - 9 - 1 / IN19 - 3 - M - M - M - 2 - M
Pedigrí	IN 198 - M - 2 - 1
Ciclo vegetativo (días)	117 a 140
Altura de planta (cm)	83 a 117
Número de panículas por planta	18 a 20
Longitud de grano (mm) ^{1/}	7,64
Ancho de grano (mm)	2,52
Granos llenos por panícula	136
Granos llenos por panícula (%)	90
Longitud de panículas (cm)	23
Peso de 1000 granos (g)	28

Granos entero al pilar (%)	62
Rendimiento (tm/ ha) ^{2/}	10 a 11,4

1/ Grano extra largo (EL) más de 7.6mm

2/ Rendimiento de arroz en cáscara al 14% de humedad

Cabe indicar, que estas características es bajo condiciones de riego y trasplante.

‘S-FL-09’

Es una variedad que posee un amplio rango de adaptabilidad; tallos fuertes y resistentes al acame; alta capacidad de macollamiento; panículas de 30 cm de longitud, ciclo de 120 días; altura de planta de 110 – 120cm; panículas con 140 – 150 granos; alto potencial de rendimiento de grano; excelente calidad molinera y culinaria; resistente a *Pyricularia grisea*, tolerante al virus de la hoja blanca.

3.3 Factores estudiados

Se estudiaron dos factores:

- a) Variedades: ‘Iniap 17’ y ‘S-FL-09’
- b) Dosis de radiaciones gamma: 0; 10; 20; 30; 40 y 50 Krads.

3.4 Delineamiento experimental

Con los datos obtenidos se calcularon medias.

3.5 Manejo del ensayo

Durante el ensayo, se realizaron las labores siguientes:

3.5.1 Irradiación de semillas

Se tomaron 50 gramos de semillas por variedad y por cada dosis de radiación, procediéndose al proceso de irradiación con radiaciones gamma, en la instalaciones de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, ubicada en Quito – Ecuador.

3.5.2 Siembra

Las semillas irradiadas fueron sembradas en un semillero por cada dosis; después de 20 días fueron transplantadas al

lugar definitivo, a la distancia de 0.30 m x 0.30 m entre hileras y entre plantas, respectivamente; colocando una planta por sitio. Se trasplantaron todas las plantitas en hileras de 10 m de longitud.

Paralelamente se tomó muestra de cada una de las dosis y de cada variedad y se puso a germinar en cajas petric para ver el efecto de los tratamientos en la germinación.

3.5.3 Riego

El cultivo se realizó bajo condiciones de riego, manteniendo una lámina de agua hasta 15 días antes de la cosecha.

3.5.4 Control de malezas

Realizado el transplante, se aplicó el herbicida pre – emergente Pendimethalin (Prowl) en dosis de 3l/ha para el control de malezas. Posteriormente, se realizaron controles manuales.

3.5.5 Fertilización

El programa de fertilización química, se determinó en base a los resultados del análisis físico – químico del suelo, se aplicó la fórmula 120 – 60 – 120 kg/ha de nitrógeno, fosforo y potasio, respectivamente.

El fósforo y potasio se aplicaron al momento del transplante quedando incorporados. El nitrógeno se fraccionó en tres partes iguales y aplicados al inicio de macollamiento, elongación de tallos e inicio de primordio floral.

3.5.6 Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, cuando los granos lograron la madurez fisiológica en cada mutante seleccionado.

3.6 Datos tomados y forma de evaluación

En cada una de las dosis de radiación por variedad, se tomaron los datos siguientes:

3.6.1 Macollos por planta

En las plantas seleccionadas (mutantes M_1) se contabilizaron el número de macollos al momento de la cosecha.

3.6.2 Panículas por planta

En las plantas que se contabilizaron los macollos, se contaron el número de panículas a la cosecha.

3.6.3 Macollos efectivos

Es la relación entre el número de panículas y número de macollos de los mutantes seleccionados; expresado en porcentaje.

3.6.4 Altura de planta

Es la distancia comprendida desde la base de los macollos hasta el ápice de la panícula más sobresaliente, de los mutantes seleccionados, la evaluación se realizó al momento de la cosecha.

3.6.5 Días a la floración

Es el tiempo transcurrido desde la siembra del semillero hasta cuando la planta presentó un 50% de panículas.

3.6.6 Longitud de panícula

Estuvo determinado por la longitud desde el nudo ciliar hasta el ápice de la panícula, expresándose en centímetros.

3.6.7 Granos llenos y vanos

Se contabilizaron el número de granos llenos y vanos por panícula en las plantas seleccionadas; procediéndose a determinar el porcentaje de esterilidad de las panículas.

3.6.8 Peso de 100 granos

En cada mutante seleccionado, se tomaron 100 granos para proceder a pesarlo en una balanza de precisión, su peso se expresó en gramos.

3.6.9 Madurez fisiológica

Es el tiempo comprendido desde la fecha de siembra del semillero hasta que los granos presenten su madurez fisiológica en cada mutante seleccionado.

3.6.10 Rendimiento de grano

Estuvo determinado por el peso de los granos provenientes de las plantas seleccionadas (mutantes M_1); su peso se expresó en gramos.

Cabe indicar, que en los tratamientos que incluye semillas no irradiada, se tomó una muestra al azar de 10 plantas; a las cuales se evaluaron todas las variables anteriormente mencionadas; con la finalidad de comparar con las irradiadas, (Cuadros 1 y 2).

3.6.11 Selección de mutantes

Se seleccionaron los mutantes M_1 con características deseables y diferentes a la variedad original, es decir mutante con menor altura (tallos fuertes) y menor ciclo vegetativo. La selección se realizó en cada dosis de radiación y en cada variedad. Además, se contabilizaron el número de mutantes.

IV RESULTADOS

4.1. Irradiación de las semillas de la variedad 'Iniap - 17'

Las semillas de la variedad de arroz 'Iniap - 17' fueron irradiadas con 10, 20, 30, 40 y 50 krads; no afectándose la germinación de las mismas.

De los 5 tratamientos con radiación y de las dos variedades, se seleccionaron mutantes M1, con características deseables y diferentes a la variedad original, especialmente plantas con menor altura y ciclo vegetativo; cuyos mutantes se presentan entre los Cuadros de 2 al 11.

En el Cuadro 2 y 3, se presentan las cantidades de los mutantes seleccionados en la dosis de irradiación de 10 krads, se seleccionaron cinco genotipos. El número de macollos varía de 16 a 18; mientras que el número de panículas fue de 13 a 16 por planta. El mayor porcentaje de macollos efectivos se obtuvieron con el mutante 4 con un valor de 94.12%.

La altura de planta osciló de 119 a 122 cm; mientras que la variedad original presentó un promedio de 122.4 cm. La longitud de panículas fluctuó de 20.8 cm del mutante 2 a 22.3 cm de los mutantes seleccionados 3 y 5; existiendo poca variación con los valores de la variedad original.

Los mutantes seleccionados presentan madurez fisiológica entre 123 a 127 días; mientras que el número de granos por panículas osciló de 96.8 a 110.1 gramos por panícula, correspondiente a los mutantes 5 y 2, respectivamente.

La radiación gamma afectó a la fertilidad de panículas; pues los promedios de esterilidad de panículas variaron de 13.5 a 18.2% correspondientes a los mutantes 3 y 5, respectivamente; mientras que la variedad original promedió 10.69%.

El peso de 100 gramos de arroz fluctuó de 2.28 a 2.52 gramos correspondiente a los mutantes 5 y 3 en su orden. El rendimiento de grano por planta varió de 31.8 a 37.2 gramos,

correspondiente a los mutantes 5 y 1, en su orden; mientras que con las semillas no irradiadas, el rendimiento por planta fue de 38.9 gramos, Cuadro 3.

Cuando las semillas fueron irradiadas con 20 krads, se seleccionaron 8 mutantes, cuyas características agronómicas se muestran en los Cuadros 4 y 5.

En referencia al número de macollos, los genotipos seleccionados varían de 16 a 18 por planta; mientras que el número de panículas osciló de 14 a 16 por planta; siendo un poco superior que con la radiación 10 krads.

La altura de planta estuvo afectada por las radiaciones, pues fue más pequeña con las plantas provenientes de semillas no irradiadas, con valores oscilando de 116 a 118 cm. El tamaño de las panículas oscilaron de 21.4 a 22.3 cm; en cambio cuando no se irradió el promedio fue de 23.2 cm, Cuadro 4.

Así mismo, la floración y ciclo vegetativo fueron inferiores a la radiación 10 krads y las semillas no irradiadas, variando de 92 a 94 y 123 a 126 días, respectivamente.

Para el carácter granos por panículas, los promedios fluctuaron de 95.2 a 110.1 granos correspondientes a los mutantes 3 y 1 en su orden. La esterilidad de panículas se incrementó en comparación a la dosis 10 krads, cuyos promedios variaron de 15.8% a 19.6% correspondientes a los mutantes 4 y 8 respectivamente.

El peso de 100 granos fluctuó de 2.18 a 2.34 gramos, siendo inferior a los granos de las plantas provenientes de semillas sin irradiación. El rendimiento de grano por planta fue superior a los obtenidos con la dosis de 10 krads; los promedios variaron de 34.8 gramos del mutante 6 a 38.2 gramos del mutante 1, Cuadro 5.

En los Cuadros 6 y 7, se muestran los datos de las diferentes variables tomadas en las 13 selecciones que se realizaron en la variedad 'Iniap 17' irradiados con 30 krads.

Los promedios de macollos y panículas, oscilaron de 17 a 22 macollos y de 16 a 20 panículas por planta; así mismo el porcentaje de macollos efectivos fueron superiores en relación a las obtenidas con las dosis de 20 krads.

La altura de planta se disminuyó significativamente en relación a los obtenidos en la variedad original, con promedios fluctuando de 96 cm a 105cm correspondiente a las selecciones 13 y 4, en su orden. La longitud de panículas fue un poco superior a las dosis de 20 krads, con promedios variando de 21.4 a 23.4 cm correspondientes a los mutantes 4 y 6, respectivamente, Cuadro 6.

El ciclo vegetativo osciló de 117 a 118 días, siendo inferior a la dosis de 20 krads que promedió 124.4 días y la variedad original fue de 128.3 días. En cambio, el número de granos por panícula y el porcentaje de esterilidad de panículas fueron bastante similares a los obtenidos con la dosis de 20 krads. La esterilidad de panículas osciló de 15.2% a 23.1%, correspondiente a los mutantes 13 y 4 en su orden.

El rendimiento de grano por planta fluctuó de 39.8 gramos correspondientes a los mutantes 2 y 5 en 42.6 gramos de la selección 13; siendo superior a los obtenidos en los rendimientos provenientes a las semillas no irradiadas, Cuadro 7.

Cuando las semillas se irradian con 40 krads, se seleccionaron 10 mutantes, cuyas características evaluadas se presentan en los Cuadros 8 y 9.

Los promedios de macollos y panículas por planta, oscilaron de 16 a 20 y de 15 a 18, respectivamente. El mayor porcentaje de macollos efectivos se obtuvo con la selección 9 con un valor de 94.73%.

La altura de planta fue inferior que con la dosis de 30 krads; con promedios fluctuando de 97 a 102 cm. En cambio, el tamaño de las panículas fue bastante similar a la dosis de 30 krads, con promedios variando de 21.4 a 23.1 cm

correspondientes a las selecciones 3 y 6 respectivamente, Cuadro 8.

Los 10 mutantes seleccionados en la dosis de 40 krads, en promedio florecieron a los 87.2 días y su ciclo vegetativo fue de 118 días, existiendo poca diferencia con la dosis de 30 krads.

En cambio, el número de granos fértiles por panícula fue inferior a las dosis de 30 krads y fue cuando se aumentó el porcentaje de esterilidad de panículas, con promedios generales de 90.8 granos por panículas y 18.7% de esterilidad de panículas. Así mismo, sucedió con el peso de 100 granos con un promedio de 2.34 gramos mientras que con las dosis de 30 krads fue de 2.3 gramos.

El rendimiento de grano por planta fue inferior a las obtenidas con las dosis de 30 krads, lo cual se deba posiblemente al aumento de la esterilidad de panículas. Los rendimientos oscilaron de 33.6 gramos del mutante 1 a 42.5 gramos del mutante 10; con un promedio general de 36.4

gramos; mientras que con las dosis de 30 krads fue de 40.9 gramos (Cuadro 9).

Se seleccionaron 7 mutantes cuando las semillas de arroz variedad 'Iniap 17', se irradiaron con la dosis de 50 krads. Los datos de los caracteres evaluados difirieron poco en relación a los obtenidos con las dosis de 40 krads.

Así mismo, el número de macollos variaron de 18 a 20 y de 16 a 17 para panículas por planta. El mutante 1, logró el mayor promedio de macollos efectivos del 95%.

La altura de planta fluctuó de 96 a 98 cm, mientras que cuando no se irradiaron las semillas fue de 122.4 cm, lo cual indica que las radiaciones influyeron en dicho carácter. Los promedios de longitud de panículas variaron de 22.1 a 23.1cm (Cuadro 10).

El mutante 6, floreció más temprano a los 86 días y se cosechó a los 117 días, siendo inferior cuando las semillas no se irradiaron que presentó un ciclo vegetativo de 128.3 días.

Los granos por panículas variaron de 86.5 a 96.2 correspondientes a los mutantes 5 y 1 respectivamente. Mientras, que la esterilidad de panículas varió de 21.4% correspondiente a los mutantes 3 y 7 a 24% del mutante 5.

El peso de 100 granos osciló de 2.23 a 2.36 gramos. Mientras que el rendimiento de grano por planta osciló de 32.8 gramos del mutante 1 a 35.9 gramos del mutante 6; siendo inferior a los obtenidos con las dosis de 40 krads.

4.2. Irradiación de las semillas de la variedad ‘S- FL- 09’

Las semillas secas de la variedad de arroz ‘S- FL- 09’ fueron irradiadas con las dosis de 10, 20, 30, 40 y 50 krads; no afecto la germinación de las semillas.

En el Cuadro 12, se presentan los promedios de los caracteres agronómicos de los mutantes seleccionados, en las dosis de radiación 0, 10, 20, 30, 40, 50 Krads.

Al igual de lo que hizo en la variedad 'Iniap 17', se seleccionaron mutantes de la variedad S – FL – 09, con menor altura de planta y ciclo vegetativo, cuyos datos se presentan entre los Cuadros 13 al 21.

En los Cuadros 13 y 14, se muestran las características de los 6 mutantes seleccionados en la dosis de 10 krads.

En lo que respecta al macollamiento y panículas a la cosecha, los promedios variaron de 18 a 20 macollos y de 17 a 18 panículas por planta. Las seleccionadas 2 y 5, lograron los mayores promedios de macollos efectivos con un mismo valor 94.44%.

La altura de planta a la cosecha estuvo poco afectada por las radiaciones, pues las selecciones alcanzaron entre 122 y 123cm; mientras que la variedad original promedió 123.5cm. La longitud de panículas osciló de 21.6 a 25.1cm correspondiente a las selecciones 4 y 2 en su orden (Cuadro 13).

La floración y madurez fisiológica se disminuyó por efecto de la radiación, pues obtuvieron promedios de 90.3 y 124 días, en su orden; mientras que la variedad original promedio 95.2 y 128.4 días respectivamente. Cabe mencionar que las selecciones 5 y 6 florecieron más tempranamente.

El número de granos por panícula se disminuyó por efecto de las radiaciones, pues variaron de 102.3 a 112.3 granos por panículas, correspondientes a las selecciones 5 y 3 en su orden. Así mismo, la esterilidad de panículas se incrementó, cuyos promedios variaron de 14.8% a 19.3%, correspondiente a las selecciones 2 y 6 en su orden.

Los pesos de 100 granos fluctuaron de 2.53 a 2.71 gramos, correspondientes a las selecciones 2 y 4, en su orden. Mientras que el rendimiento de grano por planta osciló de 45.4 a 48.6 gramos correspondiente a las selecciones 5 y 3, respectivamente (Cuadro 14).

Cuando las semillas se irradiaron con 20 krads, se seleccionaron 8 genotipos; cuyas características se muestran en los Cuadros 15 y 16.

Los macollos por planta variaron de 19 a 21; mientras que las panículas a la cosecha oscilaron de 17 a 19 panículas por planta. Las selecciones 1 y 7 alcanzaron los mayores promedios de macollos efectivos con 95%.

La altura de planta a la cosecha se disminuyó en relación a los obtenidos con las dosis de 10 krads, con promedios variando de 115 a 120cm. La longitud de panículas fluctuó de 22.8 a 25cm correspondientes a las selecciones 2 y 8, n su orden (Cuadro 15).

Así mismo, días a la floración y madurez fisiológica fue menor con las dosis 20 krads en comparación a las dosis de 10 krads; con promedios generales de 87.6 y 120.4 días, en su orden.

Los promedios del número de granos por panícula oscilaron de 108.5 a 112.3 granos correspondientes a las selecciones 4 y 5, respectivamente. La esterilidad de panícula varió de 12.2 a 16.3%, de las selecciones 5 y 1, en su orden.

El peso de 100 granos fue inferior en relación a la dosis de 10 krads, los promedios variaron de 2.18 a 2.62 gramos, correspondiente a las selecciones 6 y 4, en su orden. Los mutantes 4 y 1, obtuvieron los mayores rendimientos de grano por planta con promedios 51.2 y 50.2 gramos; siendo mayor en relación a las dosis de 10 krads, (Cuadro 16).

Se seleccionaron 12 mutantes con caracteres deseables, cuando las semillas se irradiaron con 30 krads; cuyas características se presentan en los Cuadros 17 y 18.

Los macollos y panículas por planta al momento de la cosecha, fueron superiores en relación con la dosis de 20 krads, con promedios variando de 21 a 25 macollos y de 19 a 23 panículas.

La altura de planta a la cosecha osciló de 98 cm correspondiente a las selecciones 6, 9 y 11; a 108 cm del mutante 2. En cambio, la longitud de panículas fue bastante similar en relación a la dosis 20 krads (Cuadro 17).

La floración y madurez fisiológica presentaron como promedio general los valores de 85.9 y 115.3 días, en su orden; siendo inferior a la dosis de 20 krads.

En referencia a la variable granos por panículas, los promedios oscilaron de 95.2 del mutante 5 a 105.2 de los mutantes 8 y 12 en su orden. Los mutantes 3 y 12 presentaron los mayores pesos de 100 granos con valores 2.46 y 2.42 gramos en su orden.

El rendimiento de grano por planta fluctuó de 51.6 gramos del mutante 7 a 58.3 gramos de la selección 6; siendo superior a los rendimientos logrados por las selecciones realizadas en las dosis de 20 krads (Cuadro 18).

En los Cuadros 19 y 20, se muestran los caracteres agronómicos de los 8 mutantes seleccionados, con la radiación de 40 krads.

Los macollos por planta variaron de 21 a 25 y las panículas de 19 a 24; valores similares a los obtenidos con la dosis de 30 krads. El mayor porcentaje de macollos efectivos se logró con las selecciones 6 y 7 con valores 95.83 y 95.65%, en su orden.

La altura de planta a la cosecha fue inferior en relación a la dosis de 30 krads, con valores fluctuando de 46 a 102 cm. Los promedios de la longitud de panículas variaron de 21.8 cm de la selección 1 a 24.1 cm de la selección 7 (Cuadro 19).

El mutante 6, presentó el menor ciclo vegetativo de 113 días, mientras que la variedad original promedió 128.4 días.

Los mutantes 1 y 6 presentaron panículas con mayor número de granos con valores de 102.1 y 102 granos,

respectivamente. Los promedios de esterilidad de panículas fluctuaron de 13.4% a 17.8% correspondientes a las selecciones 8 y 4 en su orden. Los mutantes 6 y 7 lograron los mayores pesos de 100 granos con promedios 2.52 y 2.62 gramos, respectivamente.

El rendimiento de grano por planta fue bastante similar a los obtenidos con la radiación 30 krads, con valores oscilando de 54.3 gramos del mutante 2 a 57.2 gramos del mutante 6 (Cuadro 20).

Cuando se irradiaron semillas de arroz variedad 'S-FL-09' con 50 krads, se seleccionaron 6 genotipos mutantes; cuyas características agronómicas se presentaron en los Cuadros 21 y 22.

Con respecto al macollamiento, los promedios variaron de 21 a 25 macollos por planta; mientras que las panículas oscilaron de 20 a 23; siendo similares a los obtenidos con la

irradiación de 40 krads. El mutante 3 logró el mayor porcentaje de macollos efectivos con 95.23 %.

Los mutantes seleccionados mostraron promedios de altura de planta oscilando de 96 a 98cm; inferiores a los obtenidos por la variedad original que promedió 123.5cm. La longitud de panículas osciló de 21.2 a 25.1cm correspondientes a los mutantes 1 y 6 (Cuadro 20).

Los mutantes seleccionados florecieron entre los 84 a 85 días; y con un ciclo vegetativo de 112 a 114días. El número de granos por panículas varió de 98 a 100.4granos correspondientes a las selecciones 5 y1, en su orden. Mientras que la esterilidad de panícula osciló de 12.8% a 15.6%.

Los mutantes 6 y 1 presentaron los mayores pesos de 100 granos con promedios 2.62 y 2.52 gramos. Mientras que los mutantes 6 y 5 obtuvieron los mayores rendimientos de granos por plantas, con valores 60.2 y 59.1 gramos; superando a los rendimientos obtenidos por las selecciones de la radiación 40 krads.

V. DISCUSIÓN.

La presente investigación trata sobre los efectos de las radiaciones gama sobre las características agronómicas y rendimiento de grano, en las variedades de arroz `Iniap 17` y `S – FL – 09`, las cuales poseen buena capacidad productiva de grano pero tienden al acame de sus plantas en siembras comerciales. Por tales motivos, el objetivo principal fué la selección de genotipos mutantes con menor altura de plantas y días a la madurez fisiológica.

Con respecto a la variedad `Iniap 17`, las dosis empleadas no afectaron el porcentaje de germinación de las semillas, pues la germinación de la semilla fue en promedio el 98%. Se seleccionaron 5, 8, 13, 10 y 7 genotipos mutantes con caracteres diferentes a las de la variedad original (semilla no irradiada) en las dosis de 10, 20, 30, 40 y 50 krads. Se observó que cuando se aplicó 10; 20 y 50 Krads se seleccionaron menos genotipos; siguiendo con la dosis de 30 y 40 Krads donde se produjeron mayor número de mutantes, con un menor ciclo vegetativo y altura de planta, demostrándose el efecto positivo de la irradiación gamma en la

inducción de mutaciones, pues confieren mejoras específicas a las variedades sin afectar en forma significativa sus funciones; pues con la dosis de 30 y 40 Krads el ciclo vegetativo fue en promedio 118 y 119.1 días; y la altura de planta fue de 98.8 y 97.3 cm respectivamente; mientras que con la variedad original el promedio fue de 128.3 cm; demostrándose la importancia de la irradiación; pues produjeron cambios significativos acortando el ciclo vegetativo en promedio de 10 días y la altura de planta en 25 cm; siendo beneficioso por cuanto plantas con menor altura presentan mayor resistencia al acame y podrían utilizarse en siembras al voleo y empleando mayores niveles de fertilización para lograr incrementos en el rendimiento de grano ; estos resultados concuerdan con estudios realizados por Internacional Atómic Energy Agency (9).

El mayor rendimiento de grano promedio por planta fue con la dosis de 30 con 40.9 gramos; con las dosis de 40 y 50 Krads el rendimiento disminuyó 36.4 y 34.8 gramos; mientras que la variedad original (sin radiación) fue de 48.9 gramos por planta.

La variedad de arroz ``S – FL – 09 cuando se irradió su semilla con la dosis de 10; 20; 30; 40 y 50 Krads, se seleccionaron 6; 8; 12; 8 y 6 genotipos mutantes con menor altura de planta y ciclo vegetativo, en comparación a la variedad original, respectivamente.

Con la dosis de 30; 40 y 50 Krads la altura de planta promedio fue 102.2; 99.0 y 97.3 cm y la madurez fisiológica fue de 115.3; 114.4 y 112.8 días respectivamente; mientras que la variedad original fue 123.5 cm y 128.4 días; reflejándose el efecto positivo de las radiaciones gamma en dichos caracteres; estos resultados concuerdan con los obtenidos por She y Shaikh, citado por Silvera (20), que con dosis de 30 y 40 Krads de rayos gamma, obtuvieron mutantes más precoces y corta altura de planta.

Los rendimientos de grano por planta con la dosis de 30; 40 y 50 Krads fueron 55.06; 55.7 y 57.3 gramos respectivamente; mientras que la variedad original produjo 55.5 gramos, existiendo un incremento del 3.24% con la dosis de 50 Krads. Cabe mencionar que existió un mutante en la dosis de 50 Krads que produjo 60.2 gramos; superando en 8.47% a la variedad original; además la

altura de planta fue de 97 cm y un ciclo vegetativo de 112 días; reflejándose el efecto beneficioso de la radiación gamma.

En base a los resultados de los mutantes obtenidos en ambas variedades de arroz, se demuestra que la radiación gamma origina variabilidad genética, permitiendo seleccionar genotipos mutantes con menor altura de planta y ciclo vegetativo en relación a las plantas provenientes de las semillas no irradiadas; por consiguiente, es necesario continuar con la investigación, para evaluar características agronómicas y seleccionar en las siguientes generaciones superior económica.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Realizado el análisis e interpretación de los resultados experimentales, se delinear las conclusiones siguientes.

1. En la variedad de arroz `Iniap 17`, se seleccionaron 5, 8, 13, 10 y 7 genotipos mutantes en las radiaciones 10; 20; 30; 40 y 50 Krads, respectivamente.
2. Con las dosis de 30 y 40 Krads se produjeron mayor número de mutantes con menor ciclo vegetativo y altura de planta, en relación a la variedad original `Iniap 17`, acortándose en promedio 10 días y 25 cm, respectivamente.
3. Con la dosis de 30 krads se obtuvo el mayor rendimiento de grano por planta con 40.9 gramos, siendo superior en un 16.35% al rendimiento de grano por planta de la variedad original `Iniap 17`.
4. Con todas las dosis de radiaciones gamma los rendimiento de grano disminuyeron en la variedad `Iniap 17`.

5. En la variedad 'S – FL – 09' irradiadas con 10; 20; 30; 40 y 50 Krads, se seleccionaron 6; 8; 12; 8 y 6 genotipos mutantes respectivamente.
6. Con las dosis de 10; 20 y 50 Krads se redujó la altura de planta en promedio a 122.7; 117.7 y 97.3 cm respectivamente mientras que la variedad original 'S – FL – 09' promedió 123.5 cm.
7. Asimismo, el ciclo vegetativo promedio de la variedad original 'S – FL – 09' fue de 128.4 días, con la dosis de 30; 40 y 50 Krads se redujó a 115.3; 114.4 y 112.8 días, en su orden.
8. El mayor rendimiento de grano por planta se obtuvo como un mutante obtenido en la dosis de 50Krads, con 60.2 gramos, superando en 8.47% el rendimiento de la variedad 'S – FL – 09'.
9. En ambas variedades irradiadas, las dosis no influyeron significativamente en los caracteres macollos y panículas por planta.

10. En la variedad `Iniap 17`, al aumentar las dosis de radiación gamma, se incrementó la esterilidad de panículas a 22.8% con 50 Krads; mientras que sin radiación fue 10.69%.

11. En la variedad `S – FL – 09`, la esterilidad de panículas varió ligeramente con las dosis de radiación gamma.

Analizadas las conclusiones, se recomienda:

1. La siembra de los mutantes seleccionados, con la finalidad de seleccionar el mejor genotipo con alta capacidad productiva de grano.
2. Continuar con la investigación probando dosis de 30; 40 y 50 Krads en diferentes variedades de arroz.

VII. RESUMEN

La presente investigación sobre mejoramiento genético mediante radiaciones gamma en las variedades de arroz, se realizó en los terrenos de la Granja “San Pablo” perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo; ubicada en el km 7 de la vía Babahoyo - Montalvo; con la finalidad de; a) Evaluar los efectos de las radiaciones gamma sobre las características agronómicas de la variedades ‘Iniap 17’ y ‘S – FL – 09’; y, b) Identificar las dosis más apropiada para producir mutantes deseables, con menor altura de planta y ciclo vegetativo.

Las semillas de la variedades de arroz ‘Iniap 17’ y ‘S – FL – 09’ fueron irradiadas con dosis de 10; 20; 30; 40; y 50 Krads. Se irradió 50 g de semilla seca por cada dosis en la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica. Las semillas irradiadas fueron sembradas en semillero y después de 20 días se trasplantaron al lugar definitivo a la distancia de 0.30 m x 0.30 m, entre plantas y entre hileras respectivamente; colocando una planta por sitio. Además, se sembraron plantas provenientes de semillas no irradiadas.

Se seleccionaron mutantes en cada dosis y variedad con características deseables y diferentes a la variedad original, es decir mutantes con menor altura (tallos fuertes y erectos) y menor ciclo vegetativo.

Se evaluaron los datos: Macollos y panículas por planta a la cosecha; macollos efectivos; altura de planta a la cosecha; días a la floración y madurez fisiológica, longitud de panícula; granos llenos y vanos por panícula, peso de 100 granos y rendimiento de grano por planta.

Con base en los resultados experimentales, se delinearon las conclusiones siguientes:

12. Con las dosis de 30 y 40 Krads se produjeron mayor número de mutantes con menor ciclo vegetativo y altura de planta, en relación a la variedad original 'Iniap 17', acortándose en promedio 10 días y 25 cm, respectivamente.

13. Con la dosis de 30 krads se obtuvo el mayor rendimiento de grano por planta con 40.9 gramos, siendo inferior en un 16.35% al rendimiento de grano por planta de la variedad original 'Iniap 17'.

14. Con todas las dosis de radiaciones gamma los rendimientos de grano disminuyeron en la variedad 'Iniap 17'.

15. Con las dosis de 30; 40 y 50 Krads se redujo la altura de planta en promedio a 102.2; 99.0 y 97.3 cm respectivamente mientras que la variedad original 'S – FL – 09' promedió 123.5 cm.

16. El mayor rendimiento de grano por planta se obtuvo como un mutante obtenido en la dosis de 50 Krads, con 60.2 gramos, superando en 8.47% el rendimiento de la variedad 'S – FL – 09'.

Se recomienda:

3. La siembra de los mutantes seleccionados, con la finalidad de seleccionar el mejor genotipo con alta capacidad productiva de grano.
4. Continuar con la investigación probando dosis de 30; 40 y 50 Krads en diferentes variedades de arroz.

V. SUMMARY

The present research on genetic improvement by gamma radiations in rice varieties was held in the grounds of the farm "San Pablo" belonging to the Faculty of Agricultural Sciences. Babahoyo Technical University, located at km 7 satellite Babahoyo - Montalvo, in order to a) evaluate the effects of gamma radiation on the agronomic characteristics 'Iniap 17' and 'S - FL - 09' varieties; and, b) identify the most appropriate dose to produce desirable mutants, with lower plant height and vegetative cycle.

Seeds of rice varieties Iniap '17' and 'S - FL - 09' were irradiated with doses of 10, 20, 30, 40 and 50 kRads. 50 g of dry seeds were irradiated for each dose on the Atomic Energy Commission. The irradiated seeds were sown in the nursery and after 20 days were transplanted to the final at the distance of 0.30 mx 0.30 m between plants and between rows respectively place, placing a plant site. In addition, plants from non-irradiated seeds were sown.

Mutants were selected in each dose and variety with desirable and different from the original variety characteristics, ie mutant with lower height (strong and erect stems) and less vegetative cycle.

Data were evaluated: Tillers and panicles per plant at harvest, effective tillers, plant height at harvest, days to flowering and physiological maturity, panicle length, filled grains per panicle and vain, 100-grain weight and yield grain plant.

Based on the experimental results, the following conclusions were outlined :

1. At the doses of 30 and 40 as many mutants krads occurred less growing season and plant height in relation to the original strain `Iniap 17 ', shortening an average of 10 days and 25 cm, respectively .
2. With the dose of 30 krads obtuvó the major performance of grain for plant with 40.9 grams, being lower in 16.35 % than

the performance of grain for plant of the original variety 'Iniap 17'.

3. With all the doses of radiations gamma the rendimiento of grain diminished in the variety 'Iniap 17'.
4. With doses of 30 , 40 and 50 krads the average plant height was reduced to 102.2 , 99.0 and 97.3 cm respectively while the original variety 'S - FL - 09' averaged 123.5 cm.
5. The highest yield per plant summer obtuvo as a mutant obtained in 50Krads dose , with 60.2 grams , exceeding the 8.47 % return of the variety 'S - FL - 09' .

We recommend:

1. Planting of selected mutants, in order to select the best genotype with high productive capacity of grain.
2. Continue research tested doses of 30, 40 and 50 krads in different rice varieties.

IX. LITERATURA CITADA

1. Allard, W. R. 1977. Principios de la mejora genética de las plantas. Traducción de la primera edición norteamericana por José L. Montoya. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. pp. 458 – 463.
2. Brauer, H. O. 1969. Fitogenética aplicada. Los conocimientos de la herencia vegetal al servicio de la humanidad. Mutaciones. Editorial Limusa – Wiley, S. A. México. pp. 314 – 315 – 407.
3. Centro Internacional de Agricultura Tropical 1981. Mejoramiento del arroz, Jennings, P; Coffman, W y Kanffman, H. Cali, Co. (09SR – 3) ISBN 89206 – 06 - 6, 236p.
4. De La Loma, J. L. 1970. Historia, modalidades, importancia y utilización de las mutaciones. I. Simposio Mexicano sobre Mutaciones. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. pp. 9 – 16.
5. De Datta, S. K. 1986. Producción de arroz. Fundamentos y Prácticas. Mejoramiento por mutaciones. Editorial Limusa, México D.F. p 241.

6. Grist, D. 1982. Arroz. Editora Continental. Mexico. P. 193.
7. Ichikawa, S. 1973. Apuntes mutagenesis. Rama de genetica. Colegio de Post grados. Chapingo, Mexico.
8. Ichikawa, S. and T. Ikushima 1963. Radiation Botany 7. P. 205.
9. International Atomic Energy Agency. 1971. Rice breeding with induced mutations. III. Viena. 198p.
10. Levine. R. P. 1980. Genética. 4 ed. Continental, México. P.174.
11. Márquez, C. F. 1970. Efecto de radiación gamma en arroz (*Oryza sativa* L.) I. Simposio Mexicano sobre mutaciones. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. pp. 101 – 118.
12. Mayorca, S. M. 2012. Fitomejoramiento en el cultivo de arroz. Mutaciones en arroz. Disponible en: <http://fitomejoramientoenelcultivodearroz.blogspot.com/2012/04>, el...
13. Mendieta, M. 2009. Cultivo y producción de arroz. La mutagénesis. Ediciones Ripalme E.I.R.L. Lima, Perú. P. 108.

14. Mikaelson, K. 1980. Mutation breeding in rice. Paginas 67 – 69 en International Rice Research Institute. Innovative approaches to rice breeding; trabajo seleccionado de la 1979 International Rice Research. Conferenc. Los Baños, Filipinas.
15. Noticias de la Ciencia y la Tecnología. 2007. El arroz blanco actual es una mutación propagada por agriculturas primitivas. Disponible en: <http://www.amazings.com/ciencia/niticias/031007c.html>.
16. Poelman, J. M. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. Las mutaciones y el fitomejoramiento de las plantas. Editorial Limusa, S. A. México pp. 56 - 58.
17. Robles, S. R. 1970. Efecto de irradiaciones gamma Co – 60 en ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) Variedad Oro. I. Simposio Mexicano sobre Mutaciones. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. pp. 95 – 100.
18. Salinas, G. J. y R. Trujillo. 1970. Efecto de radiaciones gamma (Co – 60) sobre el poder diastásico y contenido de proteína en generaciones temprana en cebada (*Hordeum vulgare*). I. Simposio Mexicano sobre Mutaciones. Colegio de Postgraduados. Escuela

Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
pp. 119 – 132.

19. Sigurjornsson, B. 1977. Mutations in plant breeding programas in: Manual on mutations breeding. 2 ed. I. A. E. A. Viena. pp: 1 – 6.

20. Silvera, L. D. 1993. Mutaciones mediante radiaciones gamma en arroz. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad. Técnica de Babahoyo. Ecuador. 40 p.

21. Stadler, L. J. 1928. Mutations in barley induced by rays X and radium. Science 68: 186 – 187.

22. Suarez, C. E. 2006. Principios del mejoramiento genético en el arroz. In: curso de capacitación en mejoramiento genético en arroz. Sancti Spirite, CU. <http://agr.unne.edu.ar/fao/cuba-pt/1mejoramiento%20genetico.p.d.f>.

23. Trujillo, F. R. 1970. Las mutaciones en las plantas cultivadas. I. Simposio Mexicano sobre Mutaciones. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. pp. 87 – 93.

24. Wikipedia. Mutagenesis. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/mutag>. Consultado el 13 de Noviembre del 2013.