



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de Carácter
Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

Semillas sometidas a radiación ionizante para la inducción de
mutaciones.

AUTORA:

Denys Katty Correa Espinoza

TUTOR:

Walter Oswaldo Reyes Borja, Ph.D.

BABAHOYO-LOS RÍOS-ECUADOR

2021

RESUMEN

La inducción de mutaciones es un método muy eficaz para lograr variaciones dentro de un tipo de cultivo, induciendo características deseadas que no se pueden encontrar en la naturaleza o que se hayan perdido durante el proceso evolutivo.

El objetivo del presente trabajo final tiene como finalidad de analizar los temas relacionados a Semillas sometidas a tratamientos para inducir mutaciones. Se ha establecido la importancia del uso de la radiación ionizante en semillas por ser un tema de importancia tanto en lo económico, como en el mejoramiento genético de diversas variedades de plantas que han sido utilizadas y se han logrado inducir innumerables mutaciones de toda índole, sean estas resistentes a plagas y enfermedades, mejoramiento de la producción, sabor, colores en especies florícolas, mejor adaptación a ciertas condiciones ambientales, etc., permitiendo el aumento de productividad de los cultivos y favoreciendo en la exportación e importación de alimentos.

Al inducir mutaciones con irradiación en las semillas, lo que se pretende es producir cambios genéticos que resulten beneficiosos para el cultivo de las plantas. La radiación ionizante es un agente físico utilizado para tratar las semillas y otros materiales vegetales de cultivos a fin de generar mutaciones hereditarias: sin embargo, la irradiación de semillas es un mecanismo mediante el cual se genera nueva variabilidad genética, que puede ser empleada en programas de mejoramiento genético, capaces de crear nuevas variedades con características superiores.

Palabras claves: inducción de mutaciones, radiación ionizante, mejoramiento genético, semillas.

SUMMARY

Mutation induction is a remarkably effective method for achieving variations within a crop type, inducing desired characteristics that cannot be found in nature or that have been lost during the evolutionary process.

The purpose of this final work is to analyze the issues related to seeds undergoing treatments to induce mutations. The importance of the use of ionizing radiation in seeds has been established, as it is an issue of importance both economically and in the genetic improvement of several varieties of plants that have been used and have managed to induce all kinds of mutations, such as resistance to pests and diseases, improvement of production, flavor, colors in ornament species, better adaptation to certain environmental conditions, etc., allowing the increase in crop productivity and favoring the export and import of food.

By inducing mutations with irradiation in seeds, the aim is to produce genetic changes that are beneficial for plant cultivation, ionizing radiation is a physical agent used to treat seeds and other plant materials from crops to generate hereditary mutations; however, seed irradiation is a mechanism by which new genetic variability is generated, which can be used in genetic improvement programs, capable of creating new varieties with superior characteristics.

Keywords: Mutation induction, ionizing radiation, genetic improvement, seeds

INDICE

1. Introducción.....	1
Capítulo I	3
1) MARCO METODOLÓGICO	3
1.1 Definición del tema caso de estudio	3
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Justificación.....	3
1.3 Objetivo General	4
1.5 Fundamentación teórica	4
1.5.1 Definición de radiaciones ionizantes	4
1.5.2 TIPOS DE RADIACION	5
1.5.3 Mutaciones inducidas.....	6
1.5.4 Mejora por inducción de mutaciones	7
1.5.5 Semillas sometidas a radiación ionizantes	9
1.5.6 Importancia de las semillas sometidas a radiación ionizantes para la inducción de mutaciones.....	11
1.5.7 Investigaciones en semillas sometidas a radiación ionizante para la inducción de mutaciones.....	12
1.6 Hipótesis.....	13
1.7. Metodología de la investigación	13
CAPÍTULO II	14
2. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
2.1 Desarrollo del caso.	14
2.2 Situaciones detectadas.....	14
2.3 Soluciones planteadas.....	14
2.4 Conclusiones	15
2.5 Recomendaciones	15
3 Bibliografía.....	16

1. Introducción

La inducción de mutaciones por medio de la radiación ionizante, data desde inicios del siglo XX, pero no fue hasta unos 30 años después que se demostró que estas transformaciones podían emplearse en la fitotecnia. En los intentos iniciales para inducir mutaciones en las plantas se utilizó fundamentalmente la técnica de rayos X; más tarde, en los comienzos de la “era atómica”, se emplearon las radiaciones gamma y de neutrones, ya que estos tipos de radiación ionizante podían obtenerse fácilmente en los centros de investigación nuclear recién creados. (Novak y Brunner 1992).

La radiación ionizante es un agente físico muy utilizado para tratar las semillas y otros materiales vegetales de cultivos a fin de generar mutaciones hereditarias. Uno de los avances más importantes en la historia de la genética fue descubrir que las mutaciones pueden inducirse mediante mutágenos físicos y químicos (agentes que modifican el material genético de un organismo). (OIEA 1998).

La irradiación de semillas es un mecanismo mediante el cual se genera nueva variabilidad genética que puede ser empleada en programas de mejoramiento. Con el empleo de técnicas isotópicas es posible aumentar la eficiencia en el uso del agua y fertilizantes, y a la vez promover la fijación de nutrientes. (Alban et al. 2020).

La inducción de mutaciones ha resultado ser un método eficaz para lograr variaciones dentro de un tipo de cultivo, ya que ofrece la posibilidad de inducir características deseadas que no se pueden encontrar en la naturaleza o se han perdido durante el proceso evolutivo. (Novak y Brunner 1992).

Las radiaciones ionizantes han sido ampliamente utilizadas para incrementar la variabilidad genética; sin embargo, las bajas dosis han mostrado efectos estimulantes en varias especies con problemas en la germinación de las semillas, sin provocar variaciones genéticas.

Estas semillas suelen exponerse durante unos segundos o unos minutos a una fuente de cobalto 60, o son irradiadas en máquinas de rayos X.

Se han liberado al mercado oficialmente para su uso comercial más de 3200 variedades mutantes de más de 210 especies de plantas procedentes de más de 70 países, entre las que figuran numerosos cultivos, plantas ornamentales y árboles.(Nuclear Techniques in Food and Agriculture 2020).

Considerando lo anteriormente mencionado, es necesario conocer la importancia del uso de la radiación ionizante en semillas sometidas a mutaciones inducidas, por lo cual se ha realizado la consulta en fuentes digitales, con la finalidad de adquirir y fortalecer los conocimientos sobre la radiación ionizante en el tratamiento de semilla.

Capítulo I

1) MARCO METODOLÓGICO

1.1 Definición del tema caso de estudio

El presente trabajo de componente práctico bajo la modalidad de Examen Complexivo, tiene como finalidad analizar la radiación ionizante en semillas sometidas a mutaciones inducidas, obteniendo información documental sea esta física o digital en donde se ha e identificado la importancia de las radiaciones ionizantes en semillas.

Con las semillas sometidas a radiaciones ionizantes para la inducción de mutaciones se estima mejorar la calidad de las plantas y aumentar los rendimientos de producción de los cultivos.

1.2 Planteamiento del problema

La radiación ionizante es una técnica importante para el mejoramiento genético de las plantas, por lo cual es necesario identificar la problemática que afectan la calidad y el bajo rendimiento de producción de los diferentes cultivos.

Unos de los principales problemas que enfrentan muchos de los cultivos comerciales es que son susceptibles a plagas, enfermedades y/o a factores climáticos.

Sin embargo, mediante las técnicas de semillas sometidas a radiación ionizantes, se ha logrado inducir mejora genética permitiendo resistencia genética a plagas, enfermedades y factores climáticos induciendo características deseadas que algunas veces se observan en la naturaleza.

1.3 Justificación

Esta investigación tiene por objetivo analizar literatura sobre la radiación ionizante en semillas sometidas a mutaciones inducidas, es un método para el mejoramiento de semillas induciendo características hereditarias superiores para la obtención de nuevas variedades.

Además, este método también es posible desarrollar plantas que permiten un buen rendimiento para el mejoramiento de la productividad. Por otra parte, permitirá plantas más nutritivas y mediante esto obtener alimentos saludables.

Por ello, se justifica este trabajo para explicar la importancia y los beneficios del uso de la radiación ionizante para la inducción de mutaciones en el tratamiento de semillas.

1.3 Objetivo General

Analizar la radiación ionizante en semillas sometidas a mutaciones inducidas.

1.4 Objetivos Específicos

- Identificar la situación de las radiaciones ionizantes en semillas sometidas a mutaciones inducidas en el Ecuador.
- Establecer la importancia del uso de la radiación ionizante en semillas sometidas a mutaciones inducidas.

1.5 Fundamentación teórica

1.5.1 Definición de radiaciones ionizantes

Robert N. y Cherry, Jr. (2012), afirman que.-

La radiación ionizante consiste en partículas, incluidos los fotones, que causan la separación de electrones de átomos y moléculas. Pero algunos tipos de radiación de energía relativamente baja, como la luz ultravioleta, sólo puede originar ionización en determinadas circunstancias. Para distinguir estos tipos de radiación que siempre causa ionización, se establece un límite energético inferior arbitrario para la radiación ionizante, que se suele situar en torno a 10 kiloelectronvoltios (keV).

Los mismos autores mencionan que la radiación ionizante directa consta de partículas cargadas, que son los electrones energéticos (llamados negatrones), los positrones, los protones, las partículas alfa, los mesones

cargados, los muones y los iones pesados (átomos ionizados). La radiación ionizante indirecta es producida por partículas sin carga. Los tipos más comunes de radiación ionizante indirecta son los generados por fotones con energía superior a 10 keV (rayos X y rayos gamma) y todos los neutrones.

Hernández Muñoz et al. (2019), mencionan que.-

la radiación ionizante es una de las más utilizada debido a los altos niveles de energía empleados, con lo que es capaz de desalojar electrones de las órbitas nucleares de los átomos, y los átomos afectados se convierten en iones, de ahí el término radiación ionizante Este tipo de radiación causa lesiones biológicas en las plantas superiores a través de interacciones con el material genético, lo que puede generar desde aberraciones a nivel de ADN hasta rupturas cromosómicas y reordenamientos es decir, puede provocar modificaciones en las bases y rupturas simples o dobles de la cadena de ADN.

Los rayos gamma es uno de los agentes mutagénicos más importantes dentro de la radiación ionizante debido a que han demostrado ser altamente penetrantes y potentes en la inducción de variabilidad en las plantas.

La eficiencia alta de esta radiación se debe a que tiene un nivel de energía que va de 10 keV a varios cientos de keV, lo que le confiere mayor poder de penetración que los rayos alfa y beta.

1.5.2 TIPOS DE RADIACION

(Generales 2012) Indica que.-

Las radiaciones alfa son núcleos de helio 4 que se emiten en determinadas desintegraciones nucleares y que están formados por dos neutrones y dos protones. Tienen mucha masa pero son poco penetrantes: una hoja de papel o la misma piel humana son suficientes para protegernos de sus efectos.

Las radiaciones beta son flujos de electrones (beta negativas) o positrones (beta positivas) liberados en determinadas desintegraciones nucleares. Tienen menos masa que las alfa, aunque son algo más penetrantes: pueden traspasar una hoja de papel y entre uno y dos centímetros de tejido vivo, pero no pueden penetrar una lámina de aluminio.

Los rayos X y gamma son radiaciones electromagnéticas sin carga ni masa. Las radiaciones gamma proceden de la desintegración de los núcleos inestables de algunos elementos radiactivos y los rayos X proceden de las capas externas del átomo, donde se encuentran los electrones. Este tipo de radiaciones son bastante penetrantes, atraviesan la hoja de papel y la lámina de aluminio y para frenarlas se precisa una lámina de plomo de grosor suficiente.

Los neutrones liberados son un tipo de radiación muy penetrante. Al no tener carga eléctrica, los neutrones penetran fácilmente la estructura de determinados átomos y provocan su división. Se pueden absorber con determinados elementos químicos como el cadmio o el boro.

1.5.3 Mutaciones inducidas

Barbadilla (2010) indica que.-

Una mutación es un cambio estable y heredable en el material genético. Las mutaciones alteran la secuencia del ADN y por tanto introducen nuevas variantes. Muchas de estas variantes suelen ser eliminadas, pero ocasionalmente algunas de estas variantes pueden tener éxito e incorporarse en todos los individuos de la especie. La mutación es un factor que aumenta la diversidad genética.

Una alta tasa de mutación implica un mayor potencial de adaptación en el caso de un cambio ambiental, pues permite explorar más variantes genéticas, aumentando la probabilidad de obtener la variante adecuada necesaria para adaptarse al reto ambiental.

Novak y Brunner (1992) señalan que.-

La inducción de mutaciones ha resultado ser un método eficaz para lograr variaciones dentro de un tipo de cultivo, ya que ofrece la posibilidad de inducir características deseadas que no se pueden hallar en la naturaleza o se han perdido durante el proceso evolutivo.

El tratamiento con agentes mutágenos altera los genes o divide los cromosomas. La mutación de genes ocurre de forma natural como un error en la reproducción del ácido desoxirribonucleico (ADN). Algunos de estos tipos de

errores pueden subsanarse, pero otros pueden pasar a la próxima división de la célula y establecerse en el retoño de la planta como mutaciones espontáneas.

Aunque no es frecuente observar mutaciones en un gen en particular, una planta superior puede tener hasta 100.000 genes en una célula. Ello significa que, cada planta puede transmitir a la próxima generación una o más mutaciones espontáneas. En general resulta difícil determinar las mutaciones de genes sin expresiones fenotípicas (visibles).

1.5.4 Mejora por inducción de mutaciones

La OIEA (2015) manifiesta que.-

La mejora por inducción de mutaciones utiliza la propia estructura genética de la planta, imitando el proceso natural de la mutación espontánea. El proceso de mutación genera variaciones genéticas aleatorias, que dan lugar a plantas mutantes con rasgos nuevos y útiles.

En su forma más simple, la reproducción tradicional se basa en la propagación selectiva de plantas con características deseables y la eliminación o el “descarte selectivo” de aquellas con características menos deseables. Otra técnica, que suele denominarse “cruce”, consiste en el entrecruzamiento (o cruzamiento) deliberado de cepas emparentadas o distantes, pero sexualmente compatibles, para producir nuevas variedades de cultivo o cepas con propiedades deseables.

La FAO y la OIEA ayudan a sus Estados Miembros a crear y aplicar tecnologías que, mediante el uso de la radiación gamma y los rayos X, puedan inducir mutaciones en las plantas y, así, acelerar considerablemente el proceso de reproducción.

De acuerdo a la (OIEA y FAO 2021)

La mejora por inducción de mutaciones se basa en la inducción de mutaciones y en la detección de mutaciones, y presenta muchas ventajas comparativas: es eficaz en función del costo, rápida, está comprobada y es robusta. También es transferible, se puede aplicar en cualquier lugar, no entraña riesgos y no daña el medio ambiente.

Se han sacado al mercado oficialmente para su uso comercial más de 3200 variedades mutantes de más de 210 especies de plantas procedentes de más de 70 países, entre las que figuran numerosos cultivos, plantas ornamentales y árboles.

Para finalizar los mismos autores mencionan en el contexto de base de datos de variedades mutantes, una variedad mutante es una nueva variedad vegetal que se obtiene mediante:

- Uso directo de una línea mutante que se desarrolla mediante mutagénesis física y química, o variación somaclonal y activación de elementos transponibles endógenos;
- Uso indirecto de una línea / líneas mutantes, que se utilizan como variedad / variedades parentales en el cruzamiento (cruzamiento entre líneas mutantes o con una variedad / variedades comerciales); (Cuadro 1).
- El uso de genes de especies silvestres facilito translocados en genomas de plantas mediante la irradiación, por ejemplo, genes de especies parientes silvestres de trigo.

Cuadro 1: Ejemplos de variedades mejoradas.

Nombre	Variedad	País	Año	Autor	Características mejoradas
Cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	centenario	Perú	2006	SENASA	Madurez alterada y rasgos mejorados de producción de semillas
Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	UNP 9027	Costa Rica	1994	Navarro, Willy, Salazar	Resistencia a <i>Pyricularia Oryzae</i>
Arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	SINAR 4904	Indonesia	2020	Azri Kusuma Dewi	Ato rendimiento, Resistencia a enfermedades.
Limón (<i>Citrus limon</i> L. <i>Burm.</i>)	Eureka 22 INTA	Argentina	1987	Zubrzycki, Hector Miguel	Mejor rendimiento de frutos y calidad de frutos.

1.5.5 Semillas sometidas a radiación ionizantes

Gallegos y Acosta (2009), informan que.-

En el Ecuador no existen muchos trabajos de investigación que incluyan el uso de las radiaciones ionizantes para tratar semillas de productos agrícolas, por lo que este tipo de proyectos son aportes importantes en el mejoramiento de las condiciones de manejo en el campo de la agronomía, aprovechando la fuente de ⁶⁰Co del Laboratorio de Tecnología de radiaciones del Departamento de Ciencias Nucleares, de la Escuela Politécnica Nacional.

Las dosis de rayos ionizantes Gamma se dividen en altas, medias y bajas. Las dosis altas se utilizan para la esterilización de productos alimenticios, y dosis más bajas se utilizan para inducir mutaciones en semillas. (Pane et al. 2014).

Ilguan Caizaguano (2016) informa que :

El tratamiento saludable de las semillas es una prioridad para el estado ecuatoriano, es así que el Art. 281 de la Constitución ecuatoriana señala que la soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente.

Los estudios en el tratamiento de semillas y alimentos con radiaciones ionizantes en el país son escasos, a pesar de que podrían influir directamente en la soberanía alimentaria, al mejorar la producción. Este tipo de tratamiento con radiaciones ionizantes es una alternativa sana, pues la semilla o el alimento no se contaminan, solo se elimina microorganismos, y en el caso de mejoramiento se podría obtener nuevas y mejores especies más productivas o resistentes a enfermedades y plagas.

González Jiménez (2004) indica que:

Algunos investigadores sugieren que la radio sensibilidad está relacionada con el tamaño y número de cromosomas, así como con el estado de madurez que presente la parte de la planta que se irradie. Así, se dice que a mayor volumen nuclear o número de juegos de cromosomas, habrá mayor radiosensibilidad, y que entre más maduro sea el material irradiado, menor radiosensibilidad tendrá.

Mismo autor menciona un ejemplo muy conocido del factor madurez se observa cuando se irradian brotes o semillas de petunia (hibrida). En ambos casos el resultado es el mismo: cambio de color en los pétalos; sin embargo, la diferencia de dosis es notoria, siendo mayor

en las semillas (2.5 grays) que en los brotes (0.2 grays). Para plantas, se recomienda usar una o varias dosis que estén dentro del intervalo entre 0.1 y mil grays.

La dosis puede administrarse en forma rápida (aguda) o poco a poco (crónica). En general, la tendencia es a suministrar el tratamiento crónicamente, pues de esa forma se logra mayor número de cambios y menor daño.

Foro nuclear (2017) informa que:

Al inducir mutaciones en las semillas con irradiación, lo que se pretende es producir cambios genéticos que resulten beneficiosos para el cultivo de las plantas, como por ejemplo una mayor resistencia a alguna enfermedad específica, mejor adaptación a ciertas condiciones ambientales, o un mayor rendimiento en las cosechas.

Hay que considerar que no es posible controlar que todas las mutaciones inducidas por la radiación conlleven una mejora en la planta expuesta. Esto hace que los experimentos en donde se inducen mutaciones en semillas sean muy largos. Miles de semillas han de ser irradiadas (con rayos gamma o neutrones), posteriormente se plantan y una vez que crecen se observa cuáles muestran las características deseadas.

Actualmente, las mejores variedades de cebada que se cultivan en Europa, el trigo cultivado en Italia y el arroz cultivado en California, se han obtenido mediante esta técnica.

1.5.6 Importancia de las semillas sometidas a radiación ionizantes para la inducción de mutaciones.

González Jiménez (2004) indica que:

El efecto de las radiaciones impacta también en la economía, ya que no sólo permite controlar o erradicar plagas de cultivos importantes, sino también ayuda a la exportación e importación de alimentos al evitar pérdidas debidas a pudrición o descomposición. Además ha permitido la obtención de nuevas variedades de plantas que presentan mejores

características, como mayor resistencia a plagas, mejor adaptación a ciertos climas, mayor producción de metabolitos secundarios o simplemente con nuevas formas o colores, ayudando en algunos casos a disminuir los costos de producción y en otros a elevar las ventas. Por ello, el uso de las radiaciones se considera una herramienta valiosa para la obtención de satisfactores necesarios para el bienestar y comodidad humanos.

El beneficio más importante que la energía atómica puede producir en la agricultura es aumentar el rendimiento de las cosechas, permitiendo obtener nuevas variedades de especies vegetales por medio de alteraciones genéticas radioinducidas o estimulando directamente el crecimiento de las plantas. (Lebherz 1960).

1.5.7 Investigaciones en semillas sometidas a radiación ionizante para la inducción de mutaciones.

Camejo Serrano et al.(2016) realizaron estudios en semillas de tomates:

Se irradiaron semillas frescas de tomate cv. Vyta, con bajas dosis de rayos X (20, 25 y 30 Gy). A los 15 días después del trasplante, las plantas se asperjaron con dos concentraciones (1,5 y 2,0 mg L⁻¹) de Biobras-16. Se emplearon dos sustratos, uno constituido por un suelo Vertisol salinizado con conductividad eléctrica de 6 dS m⁻¹ del extracto de saturación y un suelo Vertisol no salino. Se observó que la mejor combinación de tratamientos fue 30 Gy+2,0 mg L⁻¹, la cual incrementó significativamente ($p \leq 0,05$) la tolerancia a la salinidad, el rendimiento y sus componentes en las plantas de tomate.

Álvarez Erazo (2012) realizó estudios en semillas de arvejas.

Se irradiaron una gran cantidad de semillas con la dosis óptima determinada. Estas semillas, que constituyeron la generación M1, que se sembraron en el campo. Una vez que esta generación culmine su ciclo vegetativo y produzca semillas, estas se constituirán la generación M2, cuyo desarrollo en el campo constituirá la tercera etapa. Cuando esta generación llegue a etapa de pre-floración, será inoculada con *Ascochyta* spp, y se

evaluará la reacción de las plantas ante el hongo para identificar los genotipos resistentes.

Se utilizó dosis de 0, 50, 100, 150 y 200 Gy de rayos gamma las cuales se aplicó a semillas de arveja de la variedad INIAP 436 Liliana. El intervalo seleccionado es igualmente espaciado con la finalidad de encontrar un coeficiente y una ecuación de regresión que permita establecer de manera precisa la dosis óptima.

Se obtuvo como resultado una dosis óptima de rayos gamma para inducir mutaciones en la variedad INIAP 436 Liliana.

Ilguan Caizaguano (2016) realizó una investigación donde obtuvo resultados de la irradiación de las semillas de arveja (*Pisum sativum* L), en la cual observo que generó cambios fisiológicos tanto en la germinación como en el crecimiento de la planta. Es decir a dosis altas las semillas se inhiben, y a dosis bajas las semillas nacen y crecen mostrando diferencias en las características físicas.

A Dosis de 20, 40 y 60 Gy las semillas germinan casi el 100%, y a medida que el nivel de dosis se incrementa, la germinación se ve afectada es decir disminuye el número de germinaciones. Entonces en comparación con el testigo se puede decir que los tratamientos más factibles esta entre 20 - 60 Gy ya que a estas Dosis las semillas germinan en un porcentaje mayor al testigo.

1.6 Hipótesis

H₀= No existe semillas sometidas a radiación ionizante para la inducción de mutaciones.

H₀= Si existe semillas sometidas a radiación ionizante para la inducción de mutaciones.

1.7. Metodología de la investigación

El siguiente trabajo de componente práctico bajo la modalidad de Examen Complexivo es de carácter descriptivo donde se obtendrá información de textos, revistas, artículo científico, tesis y páginas web.

La información obtenida fue sometida a técnicas de parafraseo, síntesis y resumen, para que la información sea comprendida por el lector donde se detalla el análisis semillas sometidas a radiación ionizante para la inducción de mutaciones.

CAPÍTULO II

2. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Desarrollo del caso.

El presente trabajo fue desarrollado con la finalidad de analizar las semillas sometidas a radiación ionizante para la inducción de mutaciones.

Para determinar si es necesario someter semillas a radiación ionizante para la mejora genética de las plantas y si es adecuado usar este tipo de tecnología.

2.2 Situaciones detectadas.

Las situaciones encontradas en el tema de semillas sometidas a radiación ionizantes para la inducción de mutaciones fueron las siguientes:

El tratamiento de semillas en el Ecuador es una prioridad esto influye en la soberanía alimentaria para que las personas tengan suficiente alimento.

En el Ecuador no existen muchos estudios de semillas sometidas a radiación ionizante para el tratamiento y mejora genética de las plantas.

En el Ecuador no existen normativas que regulen el uso de las radiaciones ionizantes que aseguren de manera favorable a los usuarios que usan este tipo de tecnología.

2.3 Soluciones planteadas.

Las soluciones planteadas en semillas sometidas a radiación ionizante para la inducción de mutación deberían ser regularizadas en el Ecuador, que se verá reflejado en el incremento de la producción y la economía.

El uso de las radiaciones ionizantes en semillas es muy importante tanto en lo económico, como mejora la genética de diversas variedades de plantas que sean resistentes a plagas y enfermedades o la obtención de cultivares con características superiores, permitiendo el aumento de productividad de los cultivos y favoreciendo en la exportación e importación de alimentos y este tipo de tratamiento de semillas sometidas a radiaciones no presenta daños en la salud y ni contaminan el medio ambiente.

2.4 Conclusiones

Se concluye con lo siguiente:

- Las investigaciones realizadas en semillas sometidas a radiación ionizante para la inducción de mutaciones se relacionan con el aumento de productividad.
- Mediante semillas irradiadas, también es posible controlar o erradicar plagas y enfermedades.
- A través de este método permite inducir características deseadas.
- El uso de esta técnica permite obtener nuevas variedades resistentes a plagas, enfermedades y a factores ambientales.
- Este método de semillas sometidas a radiación ionizante favorece en la germinación de muchas especies que tiene problema en la germinación, con un resultado de germinación alta.

2.5 Recomendaciones

Las recomendaciones planteadas son las siguientes:

Elaborar documentos habilitantes para legalizar el uso de radiaciones ionizantes en el Ecuador para que a su vez existan más investigaciones de las semillas sometidas a radiaciones para la inducción de mutaciones que permita favorecer la productividad de los cultivos.

Utilizar este método de semillas sometidas a radiación ionizante es muy favorable ya que permite inducir características deseadas para la mejora

genética de plantas y que permite crear nuevas variedades de plantas resistentes a plagas, enfermedades, factores ambientales, etc.

Capacitar y socializar a personas sobre el uso eficiente de este método de semillas sometidas a radiación ionizantes para la inducción de mutaciones.

3 Bibliografía

Alban, G; Caviedes, M; Ponce, L; Zambrano, JL. 2020. Memorias del II Simposio Latinoamericano de Aplicaciones Nucleares en la Agricultura (en línea). Archivos Académicos USFQ (27). DOI: <https://doi.org/10.18272/archivosacademicos.vi27.1685>.

Álvarez Erazo, P. 2012. Inducción de mutaciones utilizando rayos gamma en la variedad mejorada de arveja (*Pisum sativum* L.) INIAP 436 Liliana, para identificar genotipos resistentes a *Ascochyta* spp. (en línea, sitio web). Consultado 18 abril. 2021. Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/858/1/iniapscP.A473i2011.pdf>.

Barbadilla, A. 2010. Genética de Poblaciones, Mutaciones, UAB (en línea). Consultado 17 abril. 2021. Disponible en <http://bioinformatica.uab.cat/divulgacio/genpob.html>.

Camejo Serrano, y; ramírez fernández, R.Y rivera pineda, f. 2016. Efecto combinado de bajas dosis de rayos x y biobras-16 en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Vyta en condiciones de salinidad (en línea). S.I., s.e. 1-9 p. Consultado 18 abril. 2021. Disponible en <chrome-extension://dagcmkpagjlhakfdhnbomgmjdpkdklff/enhanced-reader.html?pdf=https%3a%2f%2fbrxt.mendeley.com%2fdocument%2fcontent%2f8962d298-2c99-3639-8387-af92597eda36>.

Foro nuclear. 2017. Aplicaciones agroalimentarias (en línea, sitio web).

Consultado 18 abril. 2021. Disponible en https://rinconeducativo.org/contenidoextra/radiacio/e_aplicaciones_agroalimentarias.html.

Gallegos, M; Acosta, L. (2009). (Revista Politécnica.pdf) (en línea). s.l., s.e. Consultado 17 abr. 2021. Disponible en <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5521/1/Marcelo-Gallegos.pdf>.

Generales, R. 2012. Radiaciones ionizantes - CSN (en línea, sitio web). Consultado 17 abril. 2021. Disponible en <https://www.csn.es/radiaciones-ionizantes>.

González Jiménez, J. 2004. La tecnología nuclear en el mejoramiento de las plantas (en línea, sitio web). Consultado 18 abril. 2021. Disponible en https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/55_2/tecnologia_nuclear.pdf.

Hernández Muñoz, S; Pedraza Santos, M; López, P; y Gómez Sanabria, J. 2019. La mutagénesis en el mejoramiento de plantas ornamentales (en línea, sitio web). Consultado 17 abril. 2021. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2019000300151&script=sci_arttext&tlng=es#B45.

Ilguan Caizaguano, m. 2016. Estudio de radiosensibilidad en la germinación y crecimiento de la arveja *Pisum sativum* L, con semillas expuestas a radiación gamma utilizando un irradiador de co-60 (en línea). S.l., s.e. 1-77 p. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5651/1/82t00032.pdf>.

Lebherz, T. 1960. LAS RADIACIONES Y EL MEJORAMIENTO DE LOS CULTIVOS (en línea). :1-2. Consultado 17 abril. 2021. Disponible en https://www.iaea.org/sites/default/files/02405400809_es.pdf.

Novak, FJ; Brunner, H. (1992). Fitotecnia: Tecnología de mutación inducida para el mejoramiento de los cultivos. 4. s.l., s.e.

Nuclear Techniques in Food and Agriculture. 2020. Inducción de mutaciones en las plantas (en línea, sitio web). Consultado 25 abr. 2021. Disponible en <https://www.iaea.org/es/temas/inducccion-de-mutaciones>.

OIEA. 1998. Inducción de mutaciones en las plantas | OIEA (en línea, sitio web). Consultado 15 abr. 2021. Disponible en <https://www.iaea.org/es/temas/inducccion-de-mutaciones>.

_____. 2015. Mejora por inducción de mutaciones | OIEA (en línea, sitio web). Consultado 17 abr. 2021. Disponible en <https://www.iaea.org/es/temas/mejora-por-inducccion-de-mutaciones>.

Pane, F; Garcia, M; y Lopez. 2014. Puerta de la investigación (en línea, sitio web). Consultado 17 abril. 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/275771892_EFECTO_DE_RADIACION_GAMMA_SOBRE_LA_GERMINACION_Y_EL_CRECIMIENTO_EN_TRIGO_TRITICALE_Y_GARBANZO/link/5546dc760cf24107d3980c0c/download.

Robert N. Cherry, J. 2012. RADIACIONES IONIZANTES. ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO CAPITULO :1-46.