

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña

Faculta de Ciencias y Tecnología

Escuela de Ingeniería Industrial

Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria



Trabajo de grado presentados por:
Bidda Mercedes Holguin Pujols
Adonis de Jesús Paulino Santos

Para la obtención del grado de:
Ingeniero Industrial

Santo Domingo, D.N.
Año 2022

INDICE

AGRADECIMIENTO.....	7
DEDICATORIA.	10
CAPÍTULO I GENERALIDADES.....	1
1.1. Descripción De La Propuesta.....	1
1.2. Objetivo General.....	2
1.3. Objetivos Específicos.	2
1.4. Justificación.....	3
1.5. Motivación.	4
CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL	6
2.1. Antecedentes De La Situación Agrícola De La República Dominicana.	6
2.1.1. Producción Y Exportación De Frutas Y Vegetales.	6
2.1.2. Ubicación De Cultivos E Invernaderos De Frutas Y Vegetales Por Región. 15	
2.1.2.1. Los Invernaderos O Ambientes Protegidos.	16
2.1.3. Problemas De Plaguicida.	17
2.1.4. Situación Actual De La Producción Agrícola.....	19
2.2. Planteamiento Del Estudio.....	21
2.3. Importancia Del Estudio.	21
2.4. Alcance.....	24
2.5. Límites.....	24
2.6. Formulación Del Problema.	25
CAPITULO III MARCO TEÓRICO	26
3.1. La Irradiación De Alimentos.	26
3.1.1. Historia De La Conservación De Los Alimentos.....	26
3.1.2. Fuentes De Irradiación.	27
3.1.2.1. Radiación Gamma.	27
3.1.2.2. Rayos X.....	28
3.1.2.3. Electrones Acelerados.	28
3.1.3. Interacción De La Radiación Ionizante Con La Materia.	30
3.1.4. Concepto De Dosis.....	30
3.1.5. Mecanismo De La Irradiación De Los Alimentos.	32
3.2. Aplicaciones Del Irradiador.....	33
3.2.1. Funciones.....	33

3.2.2.	Productos Vegetales.	33
3.2.2.1.	Frutas Y Hortalizas Frescas.	34
3.2.2.2.	Frutas Y Hortalizas Secas.	34
3.2.2.3.	Especies.	34
3.2.2.4.	Cereales Y Productos Cereales.	35
3.2.3.	Productos Animales.	35
3.2.3.1.	Carnes De Aves.	35
3.2.3.2.	Carnes.	36
3.2.3.3.	Pescado Y Mariscos.	36
3.2.3.4.	Huevos.	37
3.2.3.5.	Productos Lácteos.	37
3.2.4.	Métodos Combinados.	37
3.3.	Químicas De La Irradiación De Los Alimentos.	38
3.3.1.	Radiación De Fondo Y Radiactividad Inducida.	38
3.3.2.	Tipos De Radiación Y Sus Efectos.	38
3.3.3.	Agua.	39
3.3.4.	Dilución.	39
3.3.5.	Sistemas De Muchos Componentes.	40
3.3.6.	Oxígeno.	40
3.3.7.	PH.	40
3.3.8.	Temperatura.	41
3.3.9.	Productos Radiolíticos.	41
3.3.10.	Efectos Sobre Principales Componentes De Los Alimentos.	41
3.3.10.1.	Carbohidratos.	41
3.3.10.2.	Proteínas.	42
3.3.10.3.	Lípidos.	42
3.3.10.4.	Vitaminas.	43
3.3.11.	Cantidad Total De Productos Radiolíticos.	43
3.4.	Toxicología.	43
3.4.1.	Estudios De Toxicidad.	43
3.4.2.	Estudios Subcronicos De Toxicidad.	44
3.4.3.	Estudios Reproductores Y Teratológicos.	44
3.4.4.	Estudios Crónicos De Toxicidad.	45
3.4.5.	Mutagénesis.	45

3.5.	Microbiología.	46
3.5.1.	Destrucción Selectiva Y Proliferación Diferencial.	46
3.5.2.	Mutaciones.	47
3.5.3.	Producción De Micotoxinas.....	48
3.6.	Calidad Nutricional.	48
3.6.1.	Sinopsis Del Estudio Crítico.....	48
3.6.2.	Niveles De Nutrientes.	49
3.6.2.1.	Finalidad Del Estudio.....	50
3.6.2.2.	Dosis De Irradiación.....	50
3.6.2.3.	Fuente De Irradiación.	50
3.6.2.4.	Temperatura.	51
3.6.2.5.	Nutrientes.	52
3.6.2.6.	Atmosfera De Irradiación.....	53
3.6.2.7.	Condiciones De Almacenamiento.....	53
3.6.2.8.	Antimetabolitos.....	53
3.6.2.9.	Contribuciones De Los Alimentos Irradiados A La Dieta Diaria Total. 54	
3.6.2.10.	Requisitos Para El Registro Previo.....	54
3.6.2.11.	Etiquetado.	54
3.6.2.12.	Vigilancia Después De La Comercialización.....	55
3.6.2.13.	Necesidades En Materia De Investigación.....	56
3.7.	Instalaciones.	56
3.7.1.	Irradiadores Con Fuentes De Isotópicas.....	56
3.7.2.	Aceleradores Electrones.	58
3.7.3.	Capacidad De Producción.	59
CAPITULO IV OTROS CONCEPTOS TEÓRICOS.....		60
4.1.	Concepto De Estudio De Mercado.	60
4.1.1.	Ambiente De Aplicación Del Estudio De Mercado.	60
4.1.2.	Fases De Un Estudio De Mercado.....	61
4.1.2.1.	Fase De Investigación.	61
4.1.2.2.	Fase De Realización	61
4.1.2.3.	Fase De Análisis De Datos.....	62
4.1.2.4.	Fase De Interpretación Y Presentación De Resultados.....	62
4.2.	Base Teórica Del Estudio Técnico.	63

4.2.1.	Determinación Del Tamaño Óptimo De La Planta.....	63
4.2.2.	Localización Optima Del Proyecto.	64
4.2.3.	Ingeniería Del Proyecto.	66
4.2.3.1.	Objetivos Generales.....	66
4.2.3.2.	Proceso De Producción.....	66
4.2.3.3.	Técnica De Análisis Del Proceso De Producción.	66
4.2.3.4.	Factores Relevantes Que Determinación La Adquisición De Equipo Y Maquinaria.	68
4.2.4.	Distribución De La Planta.	69
4.2.4.1.	Tipos De Proceso Y Sus Características.	70
4.2.4.2.	Métodos De Distribución.	71
4.2.4.3.	Cálculos De Las Áreas De La Planta.	72
4.2.5.	Organización Del Recurso Humano Y Organización Generales De La Empresa.	73
4.2.6.	Marco Legal De La Empresa Y Factores Relevantes.	73
4.3.	Base Teórica Del Estudio Económico.....	74
4.3.1.	Introducción.....	74
4.3.2.	Valor Presente Neto (VPN).....	74
4.3.3.	Tasa Interna De Retorno (TIR).	75
CAPÍTULO V MARCO METODOLÓGICO		76
5.1.	Diseño De La Investigación.	76
5.2.	Método De La Investigación.	76
5.3.	Instrumentos De La Investigación.....	77
CAPÍTULO VI ESTUDIO DE MERCADO		79
6.1.	Introducción.	79
6.2.	La demanda.	79
6.2.1.	Serie Histórica.	79
6.2.2.	Demanda Actual.	81
6.2.3.	Tendencia Mundial De Irradiación.	82
6.2.4.	Pronóstico De La Demanda Futura.....	83
6.2.5.	Análisis De Los Precios.....	84
CAPITULO VII ESTUDIO TÉCNICO		85
7.1.	Tamaño De La Planta.....	85
7.2.	Localización De La Planta.	86

7.2.1. Método de Ponderación de Factores.....	86
7.3. Ingeniería Del Proyecto.	89
7.3.1. Descripción Del Proceso (Diagrama De Flujo).	89
7.4. Mano De Obra.....	90
7.5. Equipos Y Maquinaria.	90
7.6. Higiene, Seguridad Y Medio Ambiente.	92
7.6.1. Matriz De Evaluación De Riesgos Ambientales.	93
7.7. Ingeniería Del Diseño.....	95
7.7.1. Obtención De La Distribución De La Planta.....	95
7.7.2. Plano De La Planta.....	96
7.7.3. Organización General De La Planta.....	96
7.7.4. Funciones.....	98
7.8. Marco legal.	101
CAPITULO VIII ESTUDIO ECONÓMICO	102
8.1. Introducción.	102
8.2. Inversiones En Terreno, Edificio Y Equipos.....	102
8.3. Costo de Operación.....	104
8.4. Ingresos Por Toneladas.	109
8.5. Rentabilidad Del Proyecto.	109
8.6. Punto De Equilibrio.	112
CONCLUSIONES	114
RECOMENDACIONES.	115
BIBLIOGRAFÍA.	116
INTERNEGRAFIA.	117

AGRADECIMIENTO.

Adonis Paulino.

Primero ante todo le doy gracias a dios por guiarme cuando me perdía, ayudarme cuando lo necesitaba, enseñarme lo que me hacía falta para ser mejor como persona y siempre está ahí sin importar que, sin importar mis ocurrencias, gracias por todo lo que has hecho y harás.

Mis padres Marisol santos y Jesús paulino que me trajeron al mundo, me cuidaron, me enseñaron todo lo que pudieron, los que me aconsejan, los que me dieron todo lo que pudieron para que nunca pasara trabajo, los que siempre me apoyan a ser mejor y los que hicieron que hoy sea un profesional, gracias por siempre estar ahí (¡¡ese es mi mami eee!!!, ese es mi papi eee!!!).

Mis hermanos Alejandro y Gabriel paulino el hecho de solo tenerlo es suerte ya que si ustedes nada sería igual y que tome lo mejor de ustedes, bueno y uno me dio 3 sobrinas que son mis tesoros y su tío la quiere está el infinito y más allá. Gracias.

Tía Ana mercedes que me daba mi llamada para ver cómo iba y ofrecerme su ayuda, ángel palacio (angelito) que me inspira súper genio, súper genial, súper buena persona, hasta el día de hoy no conozco persona más inteligente que el (no es broma xd). Gracias.

A mis hermanos de la uní, los que conocí y me quedé (cuando encuentras algo bueno no lo dejas ir tan fácil), aprendí de cada uno cosas que me enseñaron como persona y como profesional, cada uno tiene una habilidad única e increíble personas, personas cada vez que los veo me siento feliz siguen siendo humilde y con deseo de ser mejores. Stefania, yeury, Nathalie, moisés, Gabriela, jean Carlos, Bidda, Misael, Katherine, Guillermina. Gracias chicos.

Mis grandes amigos y casi hermanos Eddy Onil y Martín alexander siempre en las buenas y las malas, si son mis grandes amigos es porque lo valen. Gracias todos los momentos divertidos.

Las 3 familias-vecino que cualquier persona puede desear

Elena y José mis querido vecinos, que desde el día 1 de mudarme nos recibieron con amor, pasándonos esos platos de comida cuando mami no estaba, a las personas que mediaron los aventones desde que estuve en el colegio, universidad y el trabajo, cuando se necesitaban ahí siempre estaban. Gracias porque mejores vecinos no pudimos pedir.

Deyanira, el chepe y sus hijos, siempre me trataron como de la familia y con agrado en su casa siempre me trataban, sus hijos Jefferson y starlyn los primeros amigos que tuve al mudarme y que muchas aventuras y diversión tuvimos. Gracias por tratarnos como de la familia.

Sandra, y Víctor, personas de gran corazón, humildes y que considero familia, por el gran trato que siempre me dieron, siempre invítanos a almorzar esos taquitos, las salidas con sus hijos al club donde siempre la pase bien. Gracias por ese gran trato que me dieron.

Claudette socias, gran persona, humilde, apasionada, justa y muchas más grandes cualidades que posee, la que me recibió en mi primer trabajo me enseñó cosas invaluable, pero las mejores cosas que me enseñó fueron a ser mejor profesional y mejor persona, enseñanzas que aportaron muchísimo en mi vida. Gracias de todo corazón y que Dios la guarde siempre.

Fernando fue mi compañero de trabajo, persona humilde, emprendedora y excelente ser humano. Gracias por su amistad, muy duro ministro.

Jean Carlos Nova, amigo de la universidad, compañeros de trabajo y profesión, gracias por sus seguimientos y sus consejos para la tesis. Gracias por esos granos de arena aportado.

Mi querida familia de XO2 juvenil que buenos momentos y alegría paso con ellos a la vez que aprendo más de Dios, en especial a Norelys y Jorge grandes personas que se le aprecia un montón. Gracias a Dios por colocarlos en mi camino y a ustedes por quienes son.

Bidda Holguin

Primeramente, le agradezco a Dios por permitirme realizar este trabajo de grado y darme siempre fuerza para seguir dando lo mejor de mi y mi mayor esfuerzo.

A mis padres, por dármeles la vida, el sustento y todo lo que tengo hasta ahora es obra de su apoyo y amor incondicional que se puede tener por un hijo.

Ing. Simón Jimenes, por transmitirme sus conocimientos, orientación y asesoramiento para culminar este trabajo de grado.

Adonis Paulino, por aceptar ser mi compañero, apoyarme y contribuir a que este trabajo este finalizado.

A mis amigos de la universidad, Estefanía, Yeury, Nathaly, Moises, Gabriela, Guillermina, Katheryn y Jean Carlos. Son los hermanos que la vida y la universidad me dio.

DEDICATORIA.

Adonis Paulino

Esta tesis se la dedico a lo mejor que le puede pasar a un hijo, tener grandes padres, Marisol Santos y Jesús Paulino que desde que nací me criaron, educaron y me enseñaron de la mejor manera posible, las personas que están ahí en cada minuto de mi vida y que sin importar cometa errores me reciben con los brazos abiertos, los que sin ellos muchas cosas no hubiesen sido posible, incluyendo este gran paso que doy, el ser profesional.

Para usted mi querida Gran Abuela Mercedes (MECHO), La abuela más buena con un gran corazón, Humilde, que siempre piensa en lo demás, siempre le tiene algo a sus nietos, por ella voy a la iglesia, conocí el grupo juvenil al que pertenezco y conocí más a dios. Se le quiere mucho mi gran abuela que dios siempre lo tenga en lo más alto.

Bidda Holguin

A Dios: le dedico este trabajo de grado, por permitirnos llegar hasta donde nos proyectamos y ser esa luz cálida en nuestros corazones haciendo su obra y gracia. Dándonos salud y fuerza para seguir adelante.

A mi familia: no menciono sus nombres porque son tantos, pero gracias a Dios ellos saben que esto es para ellos, fruto de su esfuerzo para darme una vida mejor y llena de alegrías.

Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de
un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria

PRIMERA PARTE
ANTE PROYECTO DEL ESTUDIO

CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1. Descripción De La Propuesta.

En general, el proyecto tiene como finalidad colocar a la vanguardia la República Dominicana en tecnología de conservación y esterilización de productos alimenticios. En este aspecto, la irradiación de alimentos se presenta como una innovación en los métodos de conservación de alimentos en el Mundo. Es una técnica ampliamente consolidada a nivel mundial debido a sus múltiples ventajas. En el ámbito nacional, su uso sólo está justificado en el tratamiento de material médico.

El irradiador de alimentos como método de conservación consiste en suministrar energía procedente de una fuente de radiación ionizante al alimento por un lapso de tiempo, la dosis suministrada de energía depende del tipo de alimento y el resultado que se pretende obtener. La unidad de dosis se mide en gray (Gy) y la dosis recomendada por la comisión FAO/OIEA del Codex Alimentarius es de 10,000 Gy o 10 kGy. Se trata de una cantidad pequeña de energía dentro del cual el alimento no tiene ningún tipo de riesgo toxicológico, químico y nutricional para el consumo humano.

En la industria de alimentos se dispone de diferentes tipos de fuentes de radiación ionizante como son: el haz de electrones acelerados o electron beam, rayos gamma con cobalto-60 o cesio-137 y el rayo X. El haz de electrones se puede usar para irradiar alimentos a un bajo precio, pero la energía no penetra más de 8 cm impidiendo tener todos los resultados que se pretende al irradiar. Es muy útil en granos y alimentos de procedencia animal que se encuentren procesados en capas finas. En el caso del rayo gamma este tiene mayor profundidad de penetración por lo que satisface casi todo lo que se pretende de un irradiador de alimentos. El rayo X tiene gran penetración, pero en algunos materiales, su utilización es de escaso rendimiento y caro.

Su utilización es muy amplia no solamente en la industria alimenticia sino en industrias: de materiales desechables, de productos farmacéuticos, de cosméticos, de productos de higiene personal e instrumentos médicos. En los alimentos, las aplicaciones del irradiador van de la mano con la dosis, el propósito que se quiere obtener y el tipo de alimento. Para algunos tipos de alimentos como son los vegetales la cantidad de dosis es menor de 10 kGy en cambio con las carnes de animales terrestres o marinos y los mariscos es mayor de 10 kGy. La radiación en el alimento funciona con el propósito de inhibir germinación

y brotes, desinsectación, prolongar el tiempo de conservación de alimentos perecederos, retrasar la maduración y el envejecimiento de frutas y hortalizas, eliminar insectos y parásitos, eliminar microorganismo de la descomposición y patógenos en mariscos.

La irradiación en alimentos en este caso para los vegetales precisamente es algo nuevo dentro del mercado dominicano y que solo ha sido explotado con fines farmacéuticos dentro de la industria de la irradiación. Con el irradiador se cumplirá con la inocuidad e higiene que debe estar los vegetales al ser exportados a países con altos requerimientos de calidad en alimentos. Los alimentos irradiados son precisamente conocidos en muchos países del mundo por lo que no es una tecnología poco conocida ni recientemente presentada al público ya que sus inicios comienzan desde los años 50.

1.2. Objetivo General.

Determinar la factibilidad de establecer un irradiador de alimentos como medida fitosanitaria en la República Dominicana.

1.3. Objetivos Específicos.

- Analizar la posibilidad de irradiar alimentos en el país.
- Definir los productos vegetales y frutas que pueden adoptar las medidas fitosanitarias.
- Analizar los mercados a los cuales se acepta la irradiación como medida fitosanitaria.

1.4. Justificación.

La República Dominicana ha estado teniendo un crecimiento exponencial en el sector agrícola, las hectáreas de siembra han ido aumentando y también la diversidad de productos vegetales. El gobierno está intensificando junto al Banco Agrícola el propulsar el crecimiento del sector agrícola por los ingresos que este genera al país. Se ha visto que el sector agrícola con los años ha estado supliendo más del 50% de la canasta básica hasta el año pasado que fue de un 100%, debido que el gobierno ha estado invirtiendo en el sector por motivo de suplir la demanda del sector turístico.

Los protocolos de sanidad son deficientes de los productos vegetales que se importan porque se ha permitido la entrada de diferentes plagas al país. Con la introducción de nuevas plagas a nuestros cultivos y que no llevamos un régimen estricto de sanidad de los productos importados ha traído como consecuencia las pérdidas de cosechas, cierre temporal y casi permanente del mercado extranjero con fines de exportación por lo que se han encontrado vegetales con presencia de plagas. Estos sucesos seguirán estando presente hasta que el Estado intervenga junto a los agricultores de tener una inocuidad del producto desde que está sembrado hasta que llega a su destino final y sin olvidar de ser exigentes con la sanidad en que se encuentran los productos importados al país.

El uso de radiaciones ionizantes como modificador de propiedades físicas, químicas y biológicas de los materiales irradiados, es bien conocido desde hace más de 50 años. Tanto es así, que se ha transformado en una tecnología única en algunos casos y que desplazó a otras alternativas de procesamiento por sus costos, impacto ambiental, seguridad y eficiencia.

Actualmente las principales aplicaciones industriales de los procesos de irradiación son la esterilización de productos biomédicos, cosméticos y farmacéuticos, materiales para embalajes en la industria alimenticia, irradiación de alimentos y productos agrícolas para su desinfección, inhibición de los brotes, prolongación de la vida útil, control de plagas, aspectos fitosanitarios y cuarentenarios entre otros.

La utilización de tecnología nuclear es reconocida y autorizada por entidades internacionales como la FDA, OMS, OIEA y entre otras. Por lo eficientes de sus resultados a la hora de esterilizar productos de diversas áreas comerciales, para la República Dominicana será la resolución del problema de plaguicida que ha emergido hace varios años atrás y sigue latente en la actualidad.

1.5. Motivación.

En 1975 en los cultivos de frijoles en la República Dominicana aparece lo que es la mosca blanca la cual fue responsable de transmitir el virus del mosaico dorado del frijol, ya para las fechas del 1998 -1991 productos como tomate industrial, melón, berenjenas, pepino, sandía, algunas hortalizas y el mismo frijol ya se diagnosticaron con el virus a mayor escala produciendo pérdidas. Este virus de la mosca blanca se detectó en los que fueron 21 de 30 provincias incluido el Distrito Nacional provocando más de un 35% de daños a la producción por lo que se estimó para los años del 1989-95 una pérdida monetaria de 50 millones de dólares.

En el 1996 aparece en la provincia de Montecristi, en el municipio de Guayubin aparece por primera vez la Sigatoka Negra provocado por el hongo *Mycosphaerella Fijiensis* el cual se considera uno de los más graves y destructivos de las enfermedades foliares de musáceas en el mundo por su grado de destrucción, amplia distribución y el alto costo de control. Tras pasaron los años este se fue distribuyendo por toda la República Dominicana como se muestra a continuación:

- 1996 - Provincia de Montecristi/Municipio de Guayubin.
- 1998 - Provincia de Hato Mayor.
- 1999 - Las provincias de Sánchez, Samaná, Monte Plata, Bayaguana, Yamasá, El Pino, Dajabón y Santiago Rodríguez.
- 2000 - Provincia de Azua, San Juan de la Maguana, Pimentel Villa Rivas y Limón del Yuna
- 2002 - El Cibao Central
- 2004 - Barahona

La Sigatoka negra ataca específicamente las hojas del género musa, dando lugar a células muertas, reduciendo el tejido además de dar madurez prematura a la fruta. En la República Dominicana lo principal que este virus afectó fue el plátano y el banano causando un descenso en el nivel de producción, la reducción de ingresos a productores y disminución de empleo en el sector agrícola por lo que todo esto trajo consigo el aumento de los precios de los mismos. Para el 2004 ya se habían registrado un 80% de pérdidas de plátano y banano en todo el Cibao Central lo que provocó que disminuyeran las exportaciones a un 60%.

Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria

Las nuevas normas impuestas para la higienización de los alimentos para importación puesta por algunos países son debido al miedo de plagas u otros virus que puedan afectar al país, ya que se ha dado los casos como el del 18 de marzo de 2015 cuando Estados Unidos prohíbe la importación de frutas y vegetales procedentes del país, debido a la gripe porcina que afectó una gran cantidad de ganados.

CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL

2.1. Antecedentes De La Situación Agrícola De La República Dominicana.

2.1.1. Producción Y Exportación De Frutas Y Vegetales.

La producción agrícola de la República Dominicana tuvo sus inicios en el año de 1982 con la presentación de la primera parcela por Mark Freedman, que sirvió de base para el Centro Regional de Estudios Alternativos Rurales (CREAR) y para luego más tarde otras instituciones participaran. Las primeras exportaciones de productos dieron lugar en 1989 con destino a Europa y Estados Unidos principalmente bananos orgánicos.

Con la ayuda de muchas organizaciones privadas y del gobierno a inicios de la producción agrícola produjo que se expandirá rápidamente durante el periodo de 1995 y 1996. También otros factores influyeron que hubiera un crecimiento rápido fue el aumento de la demanda de productos orgánicos a raíz de la enfermedad de la vaca loca que azotaba en Europa donde le trajo conciencia de consumir más productos saludables y el hecho de que en República Dominicana tenemos condiciones climáticas que son favorables para la agricultura orgánica.

TABLA 1
PRODUCCIÓN NACIONAL DE VEGETALES: (2016- 2021)
(EN TONELADAS MÉTRICAS)

Producto	Años					
	2016	2017	2018	2019	2020	*2021
Cebolla	57,133	58,060	59,102	68,426	69,069	49,645
Ajo	2,368	1,524	1,517	1,951	2,276	1,835
Tomate ensalada	32,457	32,395	33,237	33,321	33,156	16,618
Auyama	35,787	36,226	40,158	41,244	42,054	21,916
Ajíes	41,548	42,629	46,130	46,772	47,418	25,762
Berenjena	24,211	24,955	26,851	27,821	27,464	15,168
Musu chino	...	...	1,493	1,993	2,393	961
Tomate industrial	117,375	163,015	209,562	228,283	0	0
Pepino	15,237	15,579	16,212	16,625	17,335	8,359
Lechuga	2,824	3,232	6,182	6,265	6,836	2,339
Repollo	37,686	40,942	41,803	43,520	45,824	22,244
Tayota	221,514	254,064	246,545	242,986	230,476	124,432
Bangaña	...	...	7,014	9,245	9,964	3,528
Vainita China	...	...	2,908	3,343	3,523	1,521
Zanahoria	43,620	45,523	46,265	48,966	51,380	26,469
Remolacha	8,610	8,950	9,749	10,198	10,676	5,422
Rábano	1,133	1,374	1,470	1,681	1,743	671
Brócolis	3,035	3,256	3,523	3,877	3,741	1,875
Coliflor	1,537	1,538	1,606	1,723	1,723	874
Apio	...	...	281	296	320	119
Calabacín	...	...	48	52	81	30
Molondrón	6,821	7,260	7,868	8,547	8,591	5,081
Orégano	3,210	3,455	780	3,680	3,451	1,948
Cundeamor	5,218	5,948	6,232	6,597	6,716	2,612
Tindora	10,911	14,440	18,508	22,666	20,128	8,129
Bija	...	...	492	548	497	142
Parvol	...	...	1,887	2,666	2,536	781
Cúrcuma	...	...	...	...	...	...

Elaborado por: Adonis Paulino y Bidda Holguin.

Fuente: Ministerio de Agricultura

(...): información no disponible. Producción del 2021 de enero hasta junio.

GRÁFICA 1

GRÁFICA DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE VEGETALES DESDE 2014 HASTA 2021



Elaborado por: Adonis Paulino y Bidda Holguin.

TABLA 2

**PRODUCCIÓN NACIONAL DE FRUTAS: (2016- 2021)
(EN TONELADAS MÉTRICAS)**

Producto	Años					
	2016	2017	2018	2019	2020	*2021
Aguacate	601,349	623,285	644,306	661,626	676,373	275,293
Lechosa	863,201	869,306	1,022,498	1,171,336	1,271,303	598,141
Limón	20,340	24,351	34,124	37,785	41,304	17,485
Piña	375,506	384,165	407,108	461,025	502,434	251,569
Melón	35,414	41,188	40,237	44,037	47,702	16,097
Sandía	1,860	2,017	381,627	425,172	462,121	254,699
Mango	4,228	4,289	36,703	42,030	51,174	18,337
Naranja dulce	134,543	130,938	136,049	134,460	128,796	74,023
Chinola	46,808	42,057	41,222	43,521	44,499	19,487

Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria

Toronja	7,121	7,285	6,827	6,329	5,846	1,575
Mandarina	3,259	3,406	16,939	17,769	17,802	9,034
Cereza	...	...	4,651	6,131	6,316	2,243
Granadillo	...	...	16,459	18,456	19,161	6,682
Guanábana	...	...	7,181	7,868	8,969	2,793
Guayaba	...	...	2,067	2,152	2,156	1,027
Pitahaya	...	...	64	98	121	9
Zapote	...	...	84,683	97,595	99,406	44,086

Elaborado por: Adonis Paulino y Bidda Holguin.

Fuente: Ministerio de Agricultura

(...): información no disponible.

Producción del 2021 de enero hasta junio.

GRÁFICA 2

GRÁFICA DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE FRUTAS DESDE 2016 HASTA 2021.



Elaborado por: Adonis Paulino y Bidda Holguin.

TABLA 3

**PRODUCCIÓN NACIONAL DE FRUTAS Y VEGETALES EN AMBIENTE PROTEGIDO (INVERNADEROS): (2016- 2020)
(EN TONELADAS MÉTRICAS)**

Producto	Años				
	2016	2017	2018	2019	*2020
Ají (pimiento) Morrón	19,563	19,110	15,542	19,858	16,674
Ají Cubanela	5,949	2,642	2,205	3,363	2,771
Ají Picante (Hot Pepper)	1,041	2,290	1,077	575	471
Ajés Cachucha (Gustoso)	-	-	-	13	-
Tomate Cherry	1,917	2,378	4,161	6,110	9,958
Tomate Clúster (Ensalada)	17,609	25,129	26,524	18,834	18,279
Tomate Bugalu	5,869	2,952	5,216	5,214	5,317
Pepino	9,187	10,484	10,336	11,171	11,536
Melón	-	-	-	-	-
Sandia	...	...	...	...	...
Berenjena	290	37	...	...	...
Fresa	13	107	...	...	...
Otros Cultivos	725	841	901	1,010	1,444

Elaborado por: Adonis Paulino y Bidida Holguin.

Fuente: Ministerio de Agricultura

2020 datos preliminares.

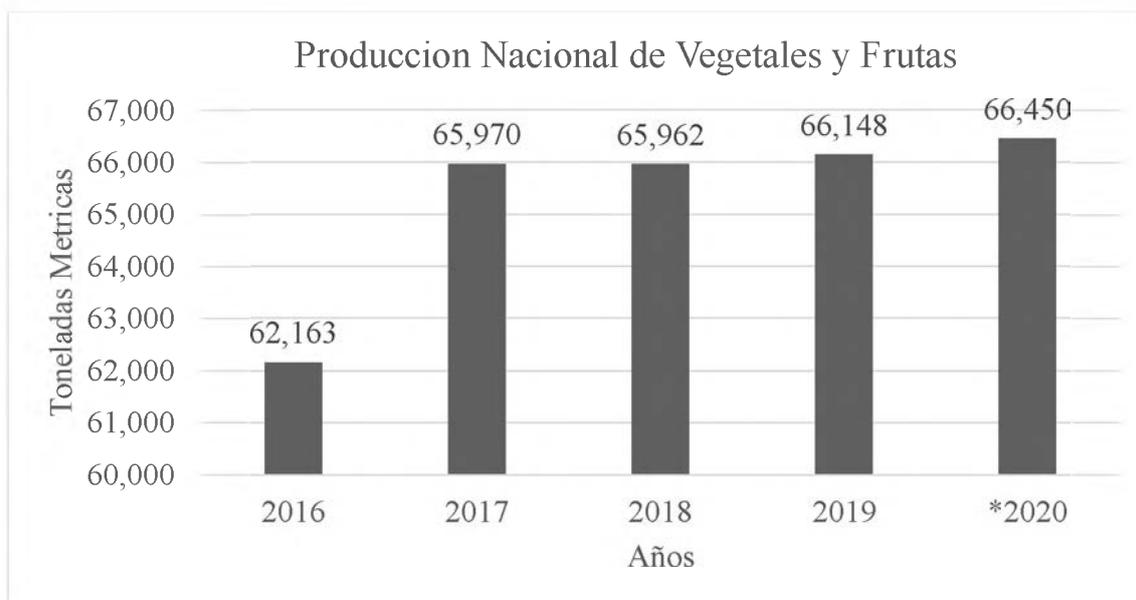
*Datos de noviembre y diciembre del 2020 son estimados por el DEPROBAP.

(PROMEFRIN) del Ministerio de Agricultura.

(...): Información no disponible.

GRÁFICA 3

GRÁFICA DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE FRUTAS Y VEGETALES EN INVERNADEROS DESDE EL 2016 HASTA 2020



Elaborado por: Adonis Paulino y Bidá Holguin.

2020 datos preliminares.

*Datos de noviembre y diciembre del 2020 son estimados por el DEPROBAP. (PROMEFRIN) del Ministerio de Agricultura.

La producción agrícola la realizan productores comerciales y familias individuales que su fuente de dinero solo depende de la agricultura. Las granjas varían su tamaño desde cultivos pequeños desde una hectárea hasta grandes granjas.

Por cuestiones económicas algunos agricultores han tenido que optar por no producir productos agrícolas ya que esto exige un gasto elevado para obtener productos de alta calidad que el mercado de exportación exige y que no tienen los recursos para optar para créditos financieros y también en todo caso son sumamente elevadas las tasas de interés.

La agricultura dominicana se compone de dos sistemas de cultivo de tierra que son:

- El policultivo: sistema que consiste en producir diferentes cultivos en una misma área y este predomina en el país para la alimentación del campesino. Este sistema es muy utilizado en el Cibao Central y también en las provincias de Espaillat, La Vega, Salcedo y entre otras.
- El monocultivo: consiste en un solo cultivo y predomina en las grandes plantaciones donde son muy comunes en la región Este como en las provincias de

Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria

Puerto Plata, San Pedro de Macorís, La Romana, El Seibo, Hato Mayor, San Juan, Azua y entre otras.

Muchos factores han limitado la producción agrícola y que estos varían de un cultivo a otro. La lucha contra las plagas ha sido por lo general un problema importante ya que los productores tienen falta de conocimientos para combatirlos apropiadamente, la disponibilidad de agua para el riego, falta de material orgánico para el suministro de nutrientes por su alto costo y recuperación económica por la devastación del huracán George.

Los principales productos de exportación son el café, el cacao, el mango, el coco, el azúcar, los limones, los bananos y las naranjas, mientras que las verduras son de consumo nacional. De los productos que ha estado creciendo considerablemente ha sido el banano, cada año ha duplicado la cantidad exportada desde 1997 fue de 12,000 toneladas y para el 2000 había alcanzado hasta las 46,000 toneladas.

El número de productos a comercializar ha ido creciendo cada año y se estima que esta tendencia seguirá especialmente con las frutas tropicales. Aumentado constantemente el número de países que se le exportan productos agrícolas y ya para el 2000 se exportó aproximadamente a 21 países del caribe, América del norte, Europa y Asia.

TABLA 4

EXPORTACIONES POR PAÍS DESTINO DE FRUTAS (2016-2020). (EN TONELADAS MÉTRICAS)

No.	Países	Año				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	Estados Unidos	6,029	5,789	3,060	7,567	12,583
2	Puerto Rico	5,857	3,856	6,967	7,190	8,557
3	Curazao	68	4	24	21	120
4	Bélgica	29	23	17	29	78
5	San Martín	1,327	1,061	976	1,501	1,201
6	Países bajos	9,684	8,627	10,912	19,484	16,882
7	Reino Unidos	7,244	7,051	6,193	5,331	7,755
8	Panamá	1,187	1,570	1,096	1,583	2,012
9	Trinidad y Tobago	414	679	346	554	584
10	Alemania	1,030	1,755	445	885	943
11	Canadá	946	889	952	1,472	1,120
12	Francia	1,284	1,290	1,048	1,197	865
13	Suiza	227	200	233	315	169
14	Israel	399	772	1,559	2,531	1,875

Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria

15	España	227	98	311	446	507
16	Jamaica	232	352	330	310	171
17	Guadalupe	2	47	11	58	25
18	Haití	1,671	1,857	5,390	3,221	102
19	Islas Turcas y Caicos	1	1	4	3	1
20	Martinica	167	10	59	88	41
21	Italia	1	1	1	0	-

* Datos sujetos a verificación.

Elaborado por: Adonis Paulino y Bidda Holguin.

Fuente: Ministerio de Agricultura

TABLA 5

**EXPORTACIONES POR PAÍS DESTINO DE VEGETALES (2016-2020)
(EN TONELADA MÉTRICA)**

No.	Países	Año				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	Estados Unidos	16,959	19,899	18,530	32,270	24,180
2	Puerto Rico	2,702	2,712	4,270	3,041	4,981
3	Bélgica	34	27	44	58	10
4	San Martín	632	601	480	949	889
5	Países bajos	304	186	160	34	238
6	Reino Unido	405	308	755	190	258
7	Panamá	-	32	-	-	0.01
8	Trinidad y Tobago	-	-	-	54	2
9	Alemania	225	163	268	114	106
10	Canadá	3,729	3,050	5,493	3,287	3,769
11	Francia	380	345	778	370	296
12	Suiza	62	48	129	13	50
13	España	21	23	54	62	63
14	Jamaica	256	292	356	322	136
15	Guadalupe	778	870	851	749	841
16	Haití	6,262	9,746	12,290	14,865	4,203
17	Islas Turcas y Caicos	32	30	59	71	21
18	Martinica	989	1,455	732	679	825
19	Italia	43	92	223	185	56
20	Aruba	6	3	27	29	6
21	Bahamas	0.4	0.14	-	0.42	1
22	Islas vírgenes británicas	16	6	10	18	10
23	Colombia	-	-	-	2.5	0.04
24	Guayana francesa	28	143	231	183	240

Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria

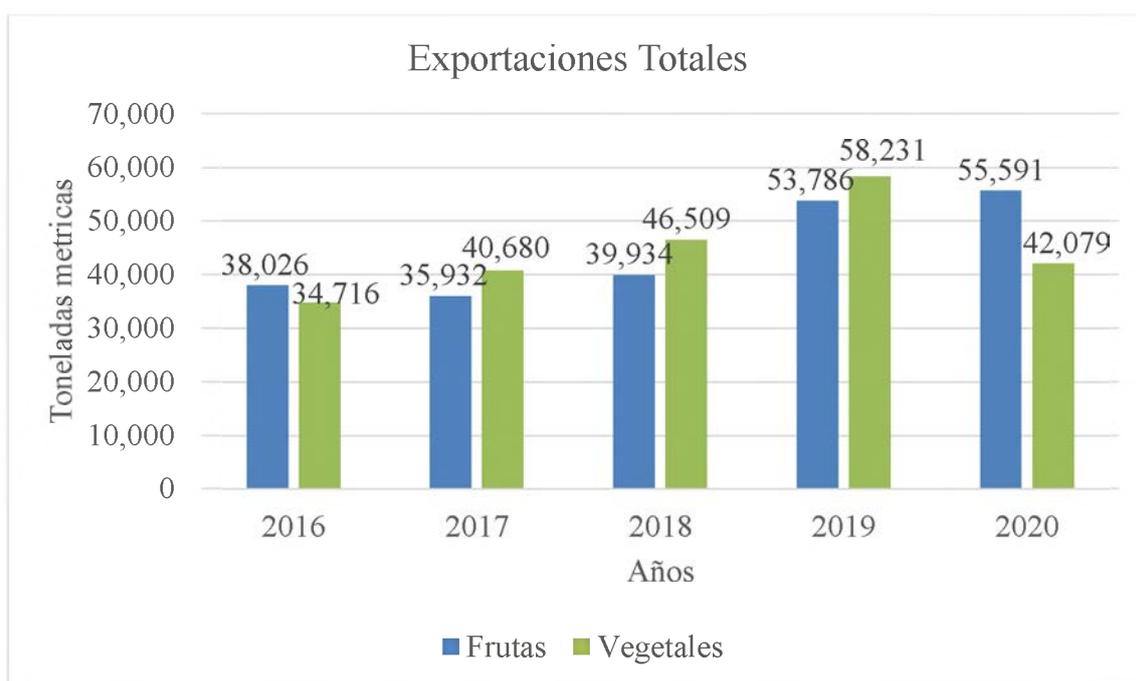
25	Antillas Neerlandesas	3	-	-	-	-
26	Malta	18	9	3	-	-
27	Santo Tome y Príncipe	35	7	2	3	-
28	China	0.2	-	0.1	-	-
29	Portugal	2	0.40	0.45	-	-
30	Singapur	0.04	0.14	-	-	-
31	Luxemburgo	2	-	-	-	-
32	Islas vírgenes estadounidenses	24	13	117	188	-
33	Antigua y barbuda	4	5	2	-	-
34	Anguila	-	1	-	1	-
35	Grecia	-	1	-	-	-
36	Liberia	-	0.18	-	-	-
37	Isla Marshall	-	0.21	-	-	-
38	Rusia	-	0.21	0.37	0.01	-
39	Noruega	-	0.07	-	-	-
40	Dominica	-	0.02	-	-	-
41	Curazao	635	516	636	482	898
42	Ecuador	-	0.05	-	-	-
43	Venezuela	-	-	0.11	-	-
44	San Bartolomé	129	96	2	-	-
45	San Cristóbal y Nieves	-	-	2	-	-
46	Honduras	-	-	0.19	-	-
47	Suecia	0.12	-	4	7	-
48	Guatemala	-	-	-	4	-
49	Cuba	-	-	0.001	-	-

Elaborado por: Adonis Paulino y Bidá Holguin.

Fuente: Ministerio de Agricultura.

GRÁFICA 4

GRÁFICA DE LAS EXPORTACIONES TOTALES DE VEGETALES Y FRUTAS A LOS PRINCIPALES PAÍSES



Fuente: Elaborado por Adonis Paulino y Bidida Holguin.

2.1.2. Ubicación De Cultivos E Invernaderos De Frutas Y Vegetales Por Región.

Las actividades agrícolas se encuentran distribuidas en todas las regiones del país con grandes hectáreas de cultivos con destino al consumo nacional y exportación de estas. Cada región está dedicada a la agricultura de frutas y vegetales, a continuación, mencionaremos las regiones que se dedican a la agricultura:

- Región Norte: Está compuesta por las provincias de Santiago, Puerto Plata y Espaillat.
- Región Nordeste: Está compuesta por las provincias de María T. Sánchez, Duarte, Sánchez Ramírez y Samaná.

- Región Este: Está compuesta por las provincias de Hato Mayor, El Seibo, La Altagracia, La Romana y San Pedro de Macorís.
- Región Central: Está compuesta por las provincias de Monte Plata, Santo Domingo, San Cristóbal, San José de Ocoa y Peravia.
- Región Norcentral: Está compuesta por las provincias de La Vega y Monseñor Nouel.
- Región Suroeste: Está compuesta por las provincias de Azua, San Juan y Elías Piña.
- Región Sur: Está compuesta por las provincias de Barahona, Pedernales, Independencia y Bahoruco.
- Región Noroeste: Está compuesta por las provincias de Monte Cristi, Dajabón, Valverde y Mao

2.1.2.1. Los Invernaderos O Ambientes Protegidos.

Además de grandes áreas de siembra tradicionales en el país también contamos con áreas de cultivos en invernaderos o también conocidos como cultivos bajo ambientes protegidos. A continuación, mencionaremos cuales provincias son poseedoras de estos tipos de cultivos:

- | | | |
|----------------------|---------------------|-----------------------|
| ● Distrito Nacional, | ● La Vega, | ● San Pedro De |
| ● Azua, | ● María Trinidad | Macorís, |
| ● Bahoruco, | Sánchez, | ● Sánchez Ramírez, |
| ● Barahona, | ● Monte Cristi, | ● Santiago, |
| ● Dajabón, | ● Pedernales, | ● Santiago Rodríguez, |
| ● Duarte, | ● Peravia, | ● Valverde, |
| ● Elías Piña, | ● Puerto Plata, | ● Monseñor Nouel, |
| ● El Seibo, | ● Hermanas Mirabal, | ● Monte Plata, |
| ● Espaillat, | ● Samaná, | ● Hato Mayor, |
| ● Independencia, | ● San Cristóbal, | ● San José De Ocoa |
| ● La Altagracia, | ● San Juan, | ● Santo Domingo |
| ● La Romana, | | |

2.1.3. Problemas De Plaguicida.

Entre 2008 y 2012 no hubo registro de plagas ni enfermedades que hayan afectado la producción agrícola del país, pero si hacemos una mirada hacia el pasado podemos encontrar la introducción de plagas invasoras nunca vista en nuestros cultivos tales como la broca del café, el ácaro de coco, la mosca blanca de invernadero y el caracol del arroz.

Para el 1975 se notificó la presencia de la mosca blanca del tabaco y para el 1978 la mosca blanca de invernadero, esta última produjo daños en los cultivos de habichuelas, tomates y vegetales donde afectó que se reduzca la producción a un 48%. Para ese mismo año apareció el ácaro del ajo.

En 1979 aparece el ácaro de coco junto al moho del tabaco.

Entre 1980 y 1990 con la presencia de las plagas en República Dominicana, afectaron otros cultivos como berenjena, aguacate, tomate industrial y vegetales, para el 1993 fue la lechosa, los cítricos y la yautía.

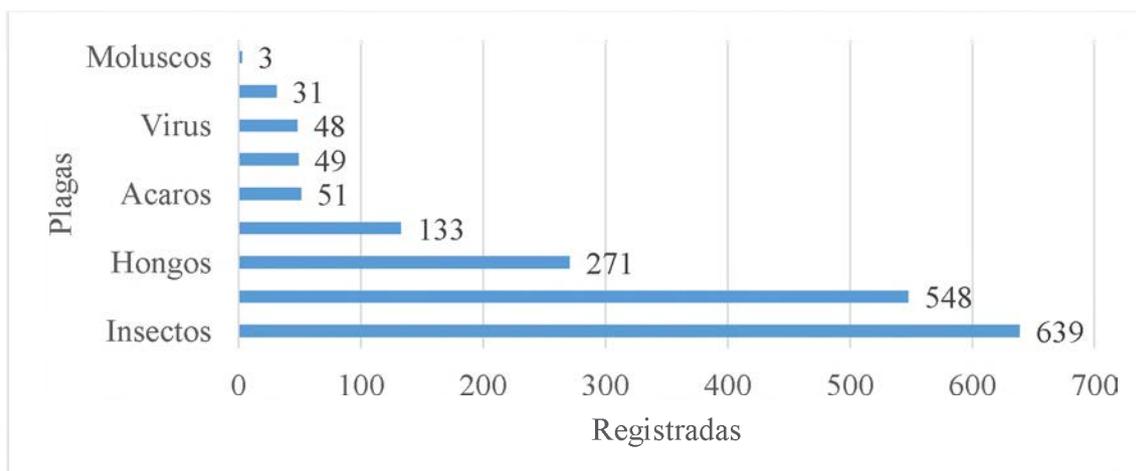
En el 2014 fue detectada la mosca del mediterráneo en Punta Cana, causando la suspensión de frutas y vegetales a exportar para Estados Unidos, ya que este tipo de plaga se propaga con gran rapidez. Este fenómeno provocó grandes pérdidas económicas a los productores donde tuvieron que reorganizar la producción y condicionar las fincas libres de la plaga e insecticidas que exigen las Normas Internacionales sobre Medidas Fitosanitarias (NIMF) que se rige Estados Unidos y Unión Europea.

Para inicios del 2015, el país vecino Haití mando un comunicada a la República Dominicana de la prohibición temporal de importación de frutas y vegetales como el limón, naranja, manzana, mango, pomelo, pepino, tomates y entre otros. Con la finalidad de prevenir que los productos agrícolas o las cosechas del pueblo haitiano sean contaminadas por la mosca del mediterráneo.

En las siguientes gráficas se pueden apreciar los tipos de plagas y los porcentajes de ellas encontradas en los cultivos:

GRÁFICA 5

LISTA DE ORGANISMOS REGISTRADOS EN EL ÍNDICE DE PLAGAS Y EL NÚMERO DE ACCESIONES QUE SE REGISTRARON PARA CADA UNO. ENERO, 2016

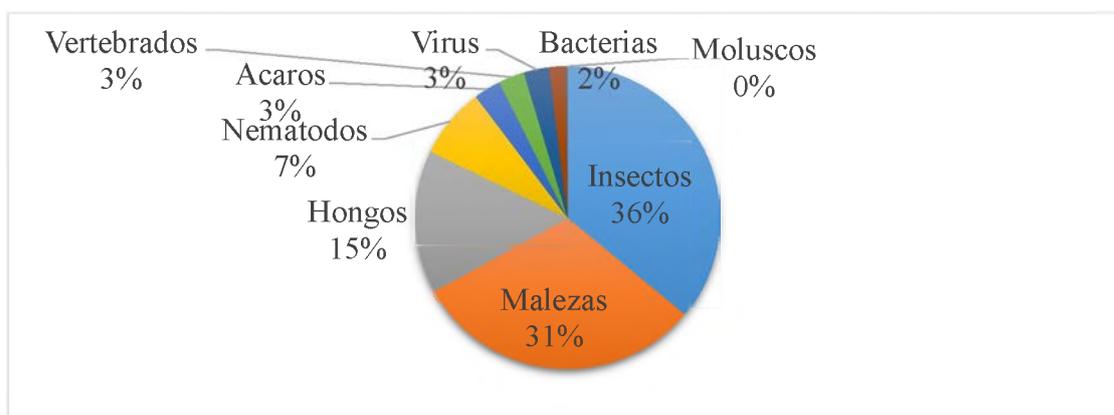


Elaborado por: Adonis Paulino y Bidda Holguin.

Fuente: índice de plagas y enfermedades de importancia económica en la República Dominicana, 2016.

GRÁFICA 6

PORCENTAJE DE ORGANISMOS REGISTRADOS EN EL ÍNDICE DE PLAGAS Y EL NÚMERO DE ACCESIONES QUE SE REGISTRARON PARA CADA UNO. ENERO, 2016



Elaborado por: Adonis Paulino y Bidda Holguin.

Fuente: índice de plagas y enfermedades de importancia económica en la República Dominicana, 2016.

2.1.4. Situación Actual De La Producción Agrícola.

Una gran parte de las tierras de la República Dominicana dígase un 50.18% de esta se utiliza para la agricultura, pero no obstante todo este porcentaje no es explotado ya que hay un sin número de frutas, vegetales y otros tipos de plantas que no son cultivados en masa para la producción y así sacarle el mayor beneficio para la economía del país debido a la poca inversión del gobierno para el sector agropecuario. Ahora que pasará si empresas mineras como Barrick Gold, Falconbridge, la Corporación Minera Dominicana, entre otras le quitan porciones de tierras a distintas provincias dedicada a la agricultura donde tendrán menos terrenos para producir y sin sumarle el sistema de riego de agua será afectado por las minas.

La producción agrícola de San Juan puede estar en riesgo si la empresa GoldQuest decide explotar la mina de oro para el proyecto Romero ya que el 40.8% del terreno de San Juan es empleado para la producción de alimentos, mientras que sus 1,415 kilómetros cuadrados de suelo agropecuario representan un 5.8% del total del país, según datos contenidos en el “Estudio de uso y cobertura del suelo, 2012”, del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Sería un crimen para el país permitir que, en el corazón de la Cordillera Central, donde se producen las aguas del río San Juan, que irrigan no menos de 400 mil tareas productivas, se permita no solamente la contaminación del agua, sino la vida útil de la presa de Sabaneta, que es la vida del Valle de San Juan advierte Manuel Matos, dirigente agropecuario en la provincia sureña. Además de poner en riesgo el agua de consumo para San Juan, Azua, Barahona y Bahoruco.

El brote de la gripe aviar detectado en la provincia de Espaillat se suma a las plagas y virus como la roya del café, la mosca mediterránea y la peste porcina clásica que han afectados a la parte agropecuaria del país, así como la fiebre porcina donde se sacrificaron más de 770 cerdos entre las granjas de Puerto Plata, La Altagracia, Hato Mayor, Santiago y San Cristóbal. Debido a la presencia de la plaga, el 18 de marzo de 2015 Estados Unidos prohibió la importación de frutos y vegetales procedentes del país.

La producción del sector agropecuario creció un 5.9% para el 2017, los rubros que tuvieron mayor impacto fueron el arroz y el plátano con respecto al 2016. Otros rubros como el aguacate, el ají y el tomate han aumentado su volumen.

Para el 2016 se aumentó las áreas de producción en invernaderos lo que permitió que se mantengan las exportaciones de productos no tradicionales a Estados Unidos y Europa una vez que fue levantada la restricción por la presencia de la mosca del mediterráneo. También hubo una reducción de las notificaciones de plagas en productos de exportación

hacia Estados Unidos hasta un 19%, además de las alertas por residuos de plaguicidas en productos de exportación hacia la Unión Europea hasta un 50% entre el 2016 y 2017.

Productos como: arroz, plátano, yuca entre otros fueron algunos de los productos que se logró suplir la república dominicana para la canasta básica alcanzando el 100% y alimentos como la habichuela se produjo el 51% de estas por lo que los pronósticos para el 2019 rondaban al 55% de las habichuelas. y de continuar así se espera unos 30 años de estabilidad económica lo que logró así que de cada 100 personas empleadas 17 pertenecían al sector agrícola. Lograr este gran aporte al país nos da la oportunidad de poder entrar al mercado chino ya que una gran parte de ciudadanos chinos están creciendo económicamente a clase media y poder suplir a 364 millones abriría una puerta al crecimiento económico del país.

El turismo fue uno de los más grandes aportadores al crecimiento agrícola por lo cual ya estamos supliendo las necesidades de este sector con la producción local desde los últimos hasta un 15% de las importaciones de productos agropecuarios.

Con la pandemia del Covid-19 para inicios del año 2020, afectó a gran escala la economía de la República Dominicana y uno de los sectores económicos más afectado fue el agrícola con el repentino cierre de las fronteras extranjeras, causando que las exportaciones de productos agrícolas estén por el suelo y también género que se reduzca la producción agrícola prácticamente solo para suplir la canasta familiar. Esta pandemia causó más pérdidas que las mismas plagas que siempre el país ha tenido que enfrentar por varios años. La producción de vegetales se redujo hasta un 79% y la de fruta un 47% respectivamente.

Por los problemas de plagas que han ido surgiendo durante los años, el gobierno a través de sus instituciones a coordinar el uso de tecnología nuclear para mejorar la inocuidad en productos agrícolas. A través de distintos organismos como Ministerio de Energía y Mina, Ministerio de Agricultura y la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA) buscan implementar una mejora de higiene en los productos agrícolas mediante proyectos y programas para que el Estado dominicano pueda alcanzar mejores estándares de calidad, mejorando así la competitividad de los productos, y sobre todo superar barreras fitosanitarias que impiden el acceso a mercados de nuestros productos agropecuarios. Algunas de las tecnologías nucleares implementadas se encuentran: la técnica del insecto estéril, mutación inducida y técnicas isotrópicas para el uso eficiente del agua y absorción del nutriente lo cual se busca lograr con estas que haya una mejor conciencia en cuanto a la seguridad alimentaria y nutricional.

2.2. Planteamiento Del Estudio.

Durante varios años han surgidos diferentes tipos de plagas como la llamada mosca del mediterráneo una pequeña mosca hembra que pica el fruto permitiendo la entrada a hongos y bacterias que descomponen el fruto por dentro además de producir la madurez precoz y caída del fruto, estas moscas han contaminado las plantaciones de frutas y vegetales como se dio en el año 2015 cuando el Ministerio de Agricultura da a conocer la aparición de la mosca del mediterráneo en la ciudad de Punta Cana propagándose rápidamente a un radio de 200 kilómetros a la redonda causando las pérdidas de los alimentos como el aguacate, ajíes, tomates, algunos cítricos, la uva, el mango, entre otros. Su rechazo en el mercado extranjero se vio reflejado rápidamente cuando Estados Unidos tomó la decisión de negar el acceso a su país a 18 de los productos que se importan a su país esto por no cumplir con las medidas fitosanitarias necesarias para su comercialización. Las pérdidas generadas fueron de 40 millones de dólares aproximadamente además de poner en riesgo a más de 30 mil empleos en el sector agrícola por lo que se vio reflejada la reducción de los ingresos para productores dominicanos de frutas y vegetales ya que los productos contaminados se venden a menor precio al pueblo impidiendo su venta a su costo normal.

La técnica de irradiación se enfocará en resolver los problemas que han estado causando las plagas y otros tipos de hongos o bacterias mencionadas anteriormente en frutas y vegetales mediante la utilización de energía irradiante como fuente de prevención e higiene en productos cultivados en el país para exportación.

2.3. Importancia Del Estudio.

La conservación de los alimentos es algo que el hombre desde tiempos primitivos hasta la actualidad ha utilizado para alargar la vida útil de los alimentos a consumir ya que la escasez de alimento no es un lujo que se pueda dar cuando tras pasar los años la población va en aumento, debido a este mismo crecimiento han surgido métodos y técnicas de hacer que se conserven los alimentos por muchos años, pero tratando de que perduren lo más posible las propiedades y la frescura del propio alimento. La mala práctica de estos

métodos y técnicas de conservación podrían causar daños al alimento irreversibles o en al ser humano.

Las técnicas de conservación de los alimentos son varios y son métodos que ayudan a los alimentos varga la redundancia conservarse mejor y perdurar más en el tiempo evitando que estos se deterioren o descompongan por microbios, insectos, hongos, entre otros organismos infecciosos. Algunos de los métodos para conservación de los alimentos se encuentran:

- La Fermentación

Son aquellos cuyo procesamiento involucra el crecimiento y actividad de microorganismos como mohos, bacterias o levaduras para fermentar los azúcares y transformarlos en alcoholes o ácidos, lo que permite que los alimentos modifiquen su sabor al mismo tiempo que aumentar su vida útil.

- Tratamiento Químico

Es una técnica consiste en conservar el producto a través de sales, azúcares, el ahumado, el encurtido, entre otros. Cada uno de estas técnicas crean una reacción química en el alimento que lo ayuda a conservarse mejor, dependiendo del tipo de alimento algunas de estas técnicas serán más efectiva en su proceso de conservación.

- Desección

Consiste en deshidratar el alimento el cual lo protege de la descomposición, la ventaja de abstraerle el agua es que disminuye el peso y el volumen del alimento por lo que en procesos de almacenamiento o trasportación este sería más fácil de manejar.

- Tratamiento Térmico

Uno de los principales objetivos es conseguir la máxima destrucción de microorganismos con una pérdida mínima de calidad alimentaria mediante de la pasteurización o esterilización. Esto se logra con temperaturas altas (Esterilización) o bajas (Pasteurización) durante tiempos cortos.

- Congelación

Consiste en preservar el alimento mediante el frío a una temperatura de -18 grados Celsius o más, con lo que toda el agua del producto se vuelve hielo, al estar en una temperatura bastante baja se detiene el crecimiento de microorganismos y ralentización de las enzimas destructoras.

Las técnicas de conservación de alimentos que son utilizadas por la Republica Dominicana para Exportar son la congelación y desecación. Como el objeto de estudio de este trabajo son las frutas y vegetales, la República Dominicana maneja esas técnicas antes mencionadas por los cuales con las más favorables para estos alimentos.

La irradiación de alimentos es un método físico de conservación comparable con los métodos ya mencionados antes. El proceso consiste en suministrar al alimento ya sea envasado o a granel, una gran cantidad de energía controlada, proveniente de una fuente

de radiación ionizante que puede provenir en forma de rayos gamma o rayos x, durante un tiempo determinado de acuerdo a las características físicas de cada producto, de tal manera que la energía que reciba sea la suficiente para desbacterizarlo o esterilizarlo sin que afecte su estado físico o su frescura. Se trata de un proceso en frío y sin reacciones químicas. La irradiación produce en éstos algunos cambios químicos útiles. Por ejemplo, ablanda las legumbres, y con ello acorta el tiempo de cocción. También aumenta el contenido de jugo de las uvas y acelera la desecación de las ciruelas.

La irradiación se puede presentar en varios tipos como:

- La Irradiación Gamma

Los irradiadores gamma, una forma de energía caracterizada por su profunda penetración y frecuencias de dosis bajas, funcionan con cobalto 60 o cesio 137 y matan microorganismos con efectividad en todo el producto y su envase con un efecto térmico muy pequeño y sin residuos. La cantidad de radiación recibida depende del tipo de producto y de sus requisitos dosimétricos. La liberación dosimétrica permite el procesamiento, la verificación y la liberación inmediata de los productos para el envío.

- Irradiación de Haces de Electrones

El proceso de irradiación de electrones dispone de las ventajas de rapidez y eficacia, no contamina ni deja residuos y es ecológico. Estos rayos penetran los objetos y pueden eliminar o reducir los seres peligrosos tales como insectos dañinos, hongos microscópicos, bacterias y virus o pueden alterar las propiedades fisiológicas de los productos agrícolas, para retrasar la germinación y la senescencia. Con estos efectos biológicos, la irradiación de electrones se puede aplicar en la frescura de productos agrícolas y esterilización de los alimentos para extender su periodo de validez.

- Rayos X

Se producen por la reflexión de un flujo de electrones hiperenergéticos de una sustancia objetivo (por lo general un metal pesado) hacia el alimento.

El mercado dominicano de productos agrícolas ha estado pasando ciertas circunstancias que podrían reducir la entrada de algunos productos o impedirlo completamente al mercado internacional provocado por la condición en que se encontraban las frutas y vegetales tales como: residuos de pesticidas y plagas. Esta situación traería consigo: reducción del aporte al PIB del sector agrícola, aumento del déficit de la balanza comercial, disminución de la entrada económica, comercialización de productos a bajo costo, desmotivación de los productores y terminación de acuerdos comerciales.

Si el estudio es factible daremos solución a la gran parte de estos problemas antes mencionados y además podríamos competir con los demás mercados internacionales.

2.4. Alcance.

Buscamos con este proyecto es diseñar una planta de irradiación de alimentos para resolver el problema de exportación que estos momentos la Republica Dominicana padece.

El alcance del proyecto se determinar mediante un estudio de factibilidad donde se pasará a realizar un análisis de mercado, un estudio técnico y por último un análisis económico para visualizar la rentabilidad de este proyecto.

2.5. Limites.

El proyecto puede presentar las siguientes restricciones:

- Limitaciones jurídicas.
- Desconfianza social sobre la puesta en marcha.
- Posible localización.
- Talento humano capacitado.
- Impacto ambiental.
- Costo elevado por el servicio

2.6. Formulación Del Problema.

El estudio del proyecto tendrá algunas inquietudes que se obtuvieron en la evaluación del trabajo y se trataran de responder:

1. ¿Es posible irradiar en el país?
2. ¿Cuáles serán los productos vegetales y frutas que adoptarán las medidas fitosanitarias?
3. ¿Cuál será nuestro mercado?

CAPITULO III MARCO TEÓRICO

3.1. La Irradiación De Alimentos.

3.1.1. Historia De La Conservación De Los Alimentos.

Casi el 50 por ciento de los alimentos a nivel mundial se perdían a causas de la descomposición o putrefacción, infecciones de bacterias, hongos e insectos después de ser recolectados. A lo largo de los años se ha intentado erradicar las muertes de personas mayormente en niños por consumir alimentos que le producían diarreas, esto sucedía porque las condiciones en que se encontraban los alimentos almacenados que no eran las más saludables.

Se han encontrado en investigaciones de arqueólogos que las primeras civilizaciones usaban métodos para conservar sus alimentos como la desecación de las carnes. Con el pasar de los siglos y mejorando las técnicas de conservar de los alimentos surgieron las técnicas de fermentación, el ahumado, la salazón, la congelación y la cocción. Uno de los avances más importante para la conservación de los alimentos fue la implementación de la técnica de pasteurización, desarrollada por el Dr. Louis Pasteur en Francia en el 1860. Esta técnica al principio se desarrolló para mejorar las condiciones de conservación del vino y la cerveza, pero al pasar una década se aplicó la técnica en la leche para observar si las condiciones y propiedades del alimento mejoraba para ser consumido por las personas.

En 1905, la irradiación de los alimentos para fines de técnica de conservación fue objeto de estudio, y en el 1916 Estados Unidos propuso utilizar esta técnica para eliminar los escarabajos del tabaco, pero aún no era posible disponer de una fuente de radiación con la tecnología que tenían para que fuera más económico y estable la utilización. Gracias a los estudios realizados por la Comisión de Energía Atómicas de Estados Unidos, tras la Segunda Guerra Mundial se pudo instalar varias plantas de irradiación, ubicadas en diferentes universidades del país.

Esta tecnología y nueva técnica de conservación de alimentos no solo Estados Unidos estaba enfocado en mejorar las condiciones de sus alimentos también países como Inglaterra, Bélgica, Canadá, Francia, Países Bajos y la Unión Soviética, estaban ya trabajando en la técnica de irradiación para el 1950.

3.1.2. Fuentes De Irradiación.

Los alimentos son irradiados en un ambiente y dosis controlada bajo una fuente de radiación ionizante como energía. El alimento debe estar expuesto a un tiempo específico que permita el efecto que se busca. Las fuentes de energía que funciona el irradiador son las siguientes: gamma, rayos x y electrones acelerados.

3.1.2.1. Radiación Gamma.

También conocido como rayos gamma que son procedentes de la desintegración de los radionucleidos, los más utilizados son el Cobalto-60 y el Cesio-137. La fuente más utilizada en las industrias de alimentos es la de Cobalto-60, por su gran poder de penetración en los materiales. Pero esta radiación es altamente toxica para los seres vivos, por lo cual está bajo estrictas regulaciones internacionales.

En este tipo de irradiador existen 4 tipos principales utilizados en las industrias tales como:

- Categoría I (auto blindado), la fuente esta encerrada en un contenedor blindado de tal manera que los operadores no tengan acceso directo a él y el material a irradiar debe ser trasladado a su ubicación.
- Categoría II (panorámica y con almacenamiento de la fuente en seco), la fuente tiene acceso directo pero controlado por los operadores, si no se está utilizando la fuente se almacena en un contendor blindado.
- Categoría III (auto blindado con agua), la fuente esta sumergida en un tanque de agua como blindaje para evitar el acceso directo de los operadores.
- Categoría IV (panorámica y con almacenamiento en agua), el acceso a la fuente es posible por los operadores, pero bajo control de ellos. El irradiador se encuentra sumergido en una fuente de agua.

3.1.2.2. Rayos X.

Estos son producidos por el movimiento de los electrones en las orbitas del átomo, además son utilizados mayormente para la medicina e industrias para producir imagines.

3.1.2.3. Electrones Acelerados.

Es parecido al Rayo X, pero su flujo de electrones es impulsado por un acelerador de electrones hacia el material con alta energía de destrucción para los microorganismos presentes.

Para este irradiador existe 2 tipos principales usados en las industrias, tales como:

- Aceleradores de categoría I (irradiador blindado), el irradiador está completamente blindado y no es posible el acceso.
- Aceleradores de categoría II (irradiador dentro de una sala blindad), el irradiador se encuentra dentro de una sala blindada para evitar el acceso durante su funcionamiento.

TABLA 6

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS FUENTES DE IRRADIACIÓN

Tipo de fuente	Ventajas	Desventajas
Gamma	<ul style="list-style-type: none"> • Hasta el 95% de energía está disponible • Buena penetración • Confiable • Capacidad ajustada • Tecnología probada • Buena uniformidad de dosis • Fuentes de cobalto-60 y cesio-137 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta energía e intensidad • Emisión continua • Requiere recarga • Licenciamiento estrictamente regulado • La irradiación de alimento es relativamente lenta • Pocos proveedores • Se conoce erróneamente como nuclear no como radiactiva
Haz de electrones (e-beam o EB)	<ul style="list-style-type: none"> • Alta eficiencia e intensidad • El haz solo se utiliza cuando se necesita, se interrumpe cuando se desea • No genera desechos radiactivos 	<ul style="list-style-type: none"> • Penetración limitada (0.5 cm por Mev) • Los parámetros de la maquina no son fáciles de supervisar • Mantenimiento caro y complejo • Rango limitado de operación, consume mucha energía eléctrica.
Rayos x	<ul style="list-style-type: none"> • Es un hibrido de haz de electrones y gammas • Buena penetración • Dirección de irradiación controlada • Área de irradiación pequeña • Sistema de transporte sencillo • Tiempos de irradiación menores 	<ul style="list-style-type: none"> • De mayor costo de fabricación que el haz de electrones • Baja eficiencia de conversión • Temperatura muy elevada en la placa de conversión

Elaborado por: Adonis Paulino y Bidda Holguin.

3.1.3. Interacción De La Radiación Ionizante Con La Materia.

Las radiaciones ionizantes (fotones, neutrones, radiación beta y radiación gama) son aquellas capaces de intensificar y ionizar átomos en la materia con que se relaciona, debido a esta naturaleza de interacción en capaz que penetran en la materia e interactuar con ella.

En estas interacciones, la radiación pierde parte o toda su energía cediéndola al medio que atraviesa mediante distintos mecanismos de interacción que dependen esencialmente del tipo de radiación, de su energía y de las propiedades del medio material con el que interaccionan. Estos procesos de interacción de la radiación con la materia son la causa de los efectos producidos por las radiaciones (en particular, los efectos biológicos producidos en seres vivos). La interacción de la radiación con un material determinado depende fundamentalmente de su carga eléctrica y su masa. Por lo que es necesario distinguir entre:

- Partículas sin carga y sin masa (fotones, es decir: radiación gamma y rayos X),
- Partículas cargadas “ligeras” (radiación beta, es decir: electrones y positrones),
- Partículas cargadas “pesadas” (radiación alfa)
- Partículas con masa y sin carga (neutrones).

3.1.4. Concepto De Dosis.

La dosis de irradiación (KGy) varía dependiendo de la función y el producto a irradiar. Según su función esta se clasifica en dosis baja (máximo de 1 KGy), dosis Media (1-10 KGy) y dosis alta (10-50 KGy).

TABLA 7
APLICACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE DOSIS

Propósito	Dosis (kGy)	Productos
Dosis reducida (hasta 1 kGy)		
A. Inhibir germinación	0,05-0,15	Patatas, cebollas, ajos, raíz de jengibre, etc.
B. Eliminar insectos y parásitos	0,15-0,50	Cereales y legumbres, frutas frescas y secas, pescado y carne frescos y secos, cerdo fresco
C. Retrasar procesos fisiológicos (ej. maduración)	0,50-1,0	Frutas y hortalizas frescas
Dosis media (1-10 kGy)		
A. Prolongar tiempo de conservación	1,0-3,0	Pescado fresco, fresas, etc.
B. Eliminar microorganismos de la descomposición y patógenos	1,0-7,0	Marisco fresco y congelado, aves de corral y carne cruda o congelada, etc.
C. Mejorar propiedades tecnológicas del alimento	2,0-7,0	Uvas (aumenta la producción de zumo), verduras deshidratadas (disminuye el tiempo de cocción), etc.
Dosis elevada (10-50 kGy)		
A. Esterilización industrial (combinada con calor suave)	30-50	Carne, aves, mariscos, alimentos preparados, dietas hospitalarias estériles
B. Descontaminar ciertos aditivos alimentarios e ingredientes	10-50	Especias, preparaciones enzimáticas, goma natural. etc.

Elaborado por: Adonis Paulino y Bidida Holguin.

3.1.5. Mecanismo De La Irradiación De Los Alimentos.

Idealmente un método de detección debe ser específico para la irradiación, es decir, no debe haber otros procesos que produzcan los mismos cambios en los alimentos. Además, el cambio inducido debe ser lo suficientemente grande para que sea posible medirlo y detectarlo a lo largo de la vida propia del alimento. En algunas situaciones, el método de detección solo necesita ser cualitativo, mientras que otras, posiblemente es esencial que sea cuantitativo.

Algunos de las características que debe tenerse en cuenta antes de seleccionar un determinado test de detección son:

- Su selectividad para detectar ingredientes irradiados mezclados con alimentos no irradiados
- Dependencia del resultado con las variables del proceso: tasa de dosis, temperatura, etc.
- Dependencia con las variables de almacenamiento antes y después de la irradiación
- Precisión y reproductibilidad

Aunque cualquier clasificación resulta, ya desde el principio, incompleta hemos ordenado la gran variedad de métodos de detección existente en función de su propia metodología, que en la mayoría de las ocasiones están más cerca de un determinado campo de conocimiento.

Los métodos para detectar alimentos irradiados se pueden clasificar:

- Método del ADN
- Métodos biológico y microbiológico
- Medidas de epifluorescencia
- Test específico: ELISA
- Método histoquímicas
- Resistencia a la oxidación
- Bacterias Resistentes a la radiación y radio-sensibilidad

Los métodos químicos:

- Análisis de hidrocarburos volátiles.
- Determinación de o-tiroxina
- Determinación de ciclobutanonas
- Determinación de carbohidratos
- Espectroscopia de resonancia magnética nuclear
- Determinación de grupos sulfidrilos
- Electroforesis de proteínas

El método físico:

- Sólido (resonancia de espín electrónico, luminiscencia)
- Sistemas hidratados (medidas de viscosidad, calorimetría diferencial de barrido, Conductividad eléctrica, análisis de rayos X)

3.2. Aplicaciones Del Irradiador.

3.2.1. Funciones.

Como lo visto anteriormente la dosis de irradiación puede ser bajas, medias y altas, pero estas dependerán del producto irradiado y por su puesto de la función o el propósito que se requiere con el producto, estos productos pueden ser de origen vegetal o animal.

3.2.2. Productos Vegetales.

La irradiación de los productos vegetales frescos se limita por lo regular a dosis bajas, ya que las dosis altas resultan dañinas para estos productos alimenticios. Los efectos son muy diversos, según el tipo y variedad del producto, la calidad, el grado de maduración, la contaminación microbiana y el tratamiento aplicado tras la cosecha. Las dosis de hasta 1 kGy impiden la germinación o el retraso de la germinación de los tubérculos, bulbos y raíces; el retraso de la maduración de algunas frutas; y la desinsectación. Dosis de entre 1-3 kGy permiten retrasar la descomposición de algunos productos y aumento del tiempo de conservación, mientras que a dosis superiores a 3 kGy se observan por lo general daños graves.

3.2.2.1. Frutas Y Hortalizas Frescas.

El tratamiento para frutas y hortalizas frescas son con fines de inhibición del crecimiento para batata, ñame, cebolla y ajo a dosis de 0,05 a 0,15 kGy. También se aplica para desinsectación con fines de combatir la mosca de la fruta a dosis de 0,05 a 0,75 kGy. Otros usos sería para retrasa la maduración y deterioro de las frutas y vegetales como la banana, mango y entre otros productos con destinos de importaciones comerciales.

3.2.2.2. Frutas Y Hortalizas Secas.

El tratamiento para las frutas secas y hortalizas con radiaciones ionizantes de utilizan sobre todo con fines de desinsectación, pero permite inactivar los microorganismos patógenos, así como inhibir la germinación de nueces, avellanas, etc. Todos estos productos se pueden tratar exponiendo a las radiaciones del envase definitivo, de modo que si este es resistente a los insectos se evita la reinfeción. Exponiendo las frutas secas a radiación ionizante a dosis superior a 4KGy permite reducir dureza, mejorar la rehidratación y abreviar el tiempo de cocción.

3.2.2.3. Especies.

Las especies naturales y otros productos relacionados, como los condimentos vegetales deshidratados, pueden contener un elevado número de mohos, bacterias y esporas bacterianas termorresistentes. La irradiación acorde con las irradiaciones adecuadas de fabricación permite mejorar la calidad higiénica de las hortalizas, especies y hierbas deshidratadas, así como de otros ingredientes secos. Estos productos secos son muchos menos sensibles a la energía ionizante que en su forma hidratada, de tal modo que ni siquiera a dosis tan elevadas como 10kGy se aprecia pérdida de calidad.

3.2.2.4. Cereales Y Productos Cereales.

En el caso de los cereales y los productos cerealeros, el principal problema es la infestación por insectos. El método de control más utilizado es la fumigación con plaguicidas tales como el dibromuro de etileno, el óxido de etileno, el bromuro de metilo y la fosfina.

La dosis requerida para controlar los insectos es considerablemente baja del orden de 1kgy o menos.

La desinfectación tiene por objetivo prevenir las pérdidas causadas por los insectos en productos almacenados tales como el grano, legumbres, harina, cereales, granos de café, frutas secas, cascajo y otros alimentos secos.

Se necesitan técnicas especiales para irradiar los granos, siendo así que este producto se suele almacenar en cantidades considerables. Cuando se usan aceleradores de electrones, el grano debe pasar por el acelerador a gran velocidad, los rayos x y los rayos gamma tienen un poder de penetración mucho mayor que los electrones acelerados, lo que evita tener que disponer el producto en capas finas.

3.2.3. Productos Animales.

3.2.3.1. Carnes De Aves.

Es sabido que la carne de aves está contaminada por numerosos tipos de bacterias. La extracción de las vísceras elimina la mayor parte de la contaminación interna, pero la superficie externa, y en menor medida las internas pueden presentar niveles relativamente altos de bacterias. El tiempo de conservación de la carne de ave refrigerada es de 8 a 17 días, en función de las condiciones higiénicas durante su elaboración.

Una dosis de 4kGy o menos basta para inactivar los microorganismos patógenos presentes en las carnes de ave.

3.2.3.2. Carnes.

El método de conservación para la carne de vaca, cerdo o corderos empleado hasta el momento es la refrigeración (Conservada de 4-5 grados Celsius).

Es sabido que la carne suele estar contaminada por diversos tipos de gérmenes patógenos. la mayoría de los microorganismos de descomposición, así como prácticamente todas las bacterias patógenas, se puede eliminar con dosis su esterilizante de radiaciones ionizantes, lo que prolonga el tiempo de conservación. Sin embargo, la irradiación no evita los cambios de color ni la ranciedad- consecuencia del ataque del oxígeno, para lo cual necesita un tratamiento especial.

La mayoría de las carnes tolerar dosis más elevadas de irradiación se adoptan las precauciones oportunas., mediante dosis de 25-45kGy se puede eliminar por completo las bacterias, las levaduras y los mohos esterilizados.

3.2.3.3. Pescado Y Mariscos.

El método de conservación para la carne de vaca, cerdo o corderos empleado hasta el momento es la refrigeración (Conservada de 4-5 grados Celsius).

Es sabido que la carne suele estar contaminada por diversos tipos de gérmenes patógenos. la mayoría de los microorganismos de descomposición, así como prácticamente todas las bacterias patógenas, se puede eliminar con dosis su esterilizante de radiaciones ionizantes, lo que prolonga el tiempo de conservación. Sin embargo, la irradiación no evita los cambios de color ni la ranciedad- consecuencia del ataque del oxígeno, para lo cual necesita un tratamiento especial.

La mayoría de las carnes tolerar dosis más elevadas de irradiación se adoptan las precauciones oportunas., mediante dosis de 25-45kGy se puede eliminar por completo las bacterias, las levaduras y los mohos esterilizados.

3.2.3.4. Huevos.

La irradiación de los huevos con cascaras a fin de controlar los niveles de salmonella no siempre es técnicamente viable, por tanto, la dosis requerida 2-4kGy puede afectar a varias características de los huevos.

3.2.3.5. Productos Lácteos

Muchos productos lácteos experimentan cambios desfavorables en su sabor, olor y color al ser irradiados, incluso a dosis de solo 0.5kGy.

3.2.4. Métodos Combinados.

Por si solas, las radiaciones ionizantes no siempre bastan para lograr el efecto previsto, las dosis requeridas tienen a veces resultados no deseados, o los costos son excesivos. No obstante, en ocasiones se puede obtener el resultado deseado combinando la irradiación y otro tipo de tratamiento como

- La irradiación + refrigeración o calentamiento = ahorro y preservación de la calidad del producto
- La radiación + envases al vacío = prolongación del tiempo de conservación
- Reducción del contenido del agua de un alimento = conservación y eficacia en la radiación ionizante.

3.3. Químicas De La Irradiación De Los Alimentos.

3.3.1. Radiación De Fondo Y Radiactividad Inducida.

Radiación de fondo: es toda aquella energía ionizante que viene dada de forma natural, como lo es la radiación ionizante proveniente del cosmos o la producida por la tierra, así como muchas otras cosas provenientes de la naturaleza, pero esta no representa un peligro para el hombre por su baja dosis que comprende 0.36-1.26% (promedio mundial).

Radiación inducida: es toda aquella energía ionizante que viene dada de forma artificial, dada por otro componente radiactivo aumentando su radiactividad, sin embargo estas no puede sobre pasar los 10 MeV en generadores de electrones y de 5 MeV en rayos X (Aplicado a la industria alimentaria).

3.3.2. Tipos De Radiación Y Sus Efectos.

La distribución de la energía electromagnética puede ser dada en diferentes formas como los rayos cósmicos de longitud de onda ultra corta, Rayos Gamma, Los rayos X, Ondas Ultravioletas e infrarrojas, las microondas, las ondas radiales y longitudes de onda de comunicación. Todo este tipo de energía a su vez podemos clasificarlas en no ionizantes y ionizantes.

No Ionizante: es la energía electromagnética que no puede causar un cambio en la estructura de un átomo debido a su baja energía. Estas energías son:

- Rayos ultravioletas.
- Infrarrojo.
- Microondas.
- Luz solar.
- Ondas de comunicación.

Ionizante: es la energía electromagnética que tiene la capacidad de atravesar la estructura de una superficie (causándole daño). Estas energías son:

- Rayos Gamma
- Rayos X
- Alfa
- Neutrones

Los efectos causados por esta energía serán en base al tiempo de exposición, capacidad de penetración y las propiedades o efectos en otras moléculas por lo que las energía de tipo no ionizante son perjudiciales dependiendo a la cantidad de hora expuesta que se someta la partícula, el objeto, propiedades del partícula u objeto sometido etc. en cambio la energía ionizante debido a su capacidad de penetración sobre la partículas, estructuras u objetos puede separar átomos de sus orbitas causando radicales libres, excitando las partículas, deformaciones de la misma así como su capacidad de difusión de molécula.

3.3.3. Agua.

Unos de los componentes más importante para la vida (Fauna y flora) ya que casi todo está compuesto por un porcentaje de agua ya sea en mayor o menor cantidad, así mismo las diferentes categorías de los alimentos irradiados están compuesta de esta, siendo las hortalizas (90%), el pan (40%), frutas (80%), carnes (60%) y semillas y productos secos (20%), Jugando un papel fundamental en la formación de componentes radiolíticos tales como el radical hidrogeno (agente oxidante) , electrones hidratados (agente reductor) y el Peróxido de hidrogeno pero este último tiene a desaparecer rápidamente ante de llegar ser consumido.

3.3.4. Dilución.

La degradación de los solutos depende en gran medida del número de radicales reactivos presente. Cuanto más diluida la solución Mayor es la probabilidad de interacción entre las moléculas del soluto y los radicales reactivos.

3.3.5. Sistemas De Muchos Componentes.

Muchos investigadores han atribuido grandes efectos destructivos para un elevado número importantes componentes de los alimentos. Estas predicciones se basan fundamentalmente en experimentos realizados con soluciones puras de componentes individuales de los alimentos. Los alimentos sin embargo son mezclados de muchos componentes, por lo que el efecto destructivo de la irradiación se reparte entre la mayoría de ellos de modo que los danos sufridos por cualquier de los componentes considerados aislanamente son por lo general mininos.

3.3.6. Oxigeno.

En equilibrio con el aire, el agua contiene en disolución pequeñas cantidades de oxígeno, sustancia que tiene un papel muy importante en las reacciones desencadenadas por las radiaciones. El oxígeno puede sufrir reducción por la acción de los átomos de hidrógeno, convirtiéndose así en el radical hidroperoxi, agente moderadamente oxidante que está en equilibrio con el radical superóxido; este último puede ser también el resultado de la reacción de los electrones solvatados con el oxígeno. Tanto el radical superóxido como el radical hidroperoxi pueden dar lugar a peróxido de hidrógeno. Este tipo de reacciones consumen oxígeno, razón por la que las dosis altas de irradiación con e electrones pueden producir una matriz anaerobia. Las fuentes de rayos gamma, en cambio, emiten las dosis a una velocidad mucho menor, de modo que hay tiempo suficiente para que el oxígeno se difunda de nuevo en el interior del sistema. Así pues, la irradiación gamma no suele producir condiciones anaerobias a menos que el alimento se irradie en una atmósfera de gas inerte o al vacío.

3.3.7. PH.

Muchas reacciones de equilibrio dependen del pH. Por ello, la acidez o alcalinidad del medio de reacción influye en la naturaleza de los productos radialíticos formados.

3.3.8. Temperatura.

La temperatura puede influir sobremanera en los productos radiolíticos formados. En los alimentos congelados, por ejemplo, los productos intermedios reactivos generados a partir del agua se ven atrapados y no pueden reaccionar fácilmente ni entre ellos ni con el sustrato. Cuando se calienta el alimento, los productos intermedios reaccionan normalmente entre sí y no con el sustrato, de manera que, al recuperar el alimento a la temperatura ambiente, el daño sufrido por el sustrato es mucho menor que el que se habría producido irradiando el alimento a esa temperatura desde un principio.

3.3.9. Productos Radiolíticos.

Las exhaustivas investigaciones realizadas sobre la química de la irradiación de los alimentos se han centrado en gran medida en la naturaleza de los productos radiolíticos generados. Los alimentos son mezclas sumamente complejas de sustancias químicas, pues suelen contener centenares de miles de compuestos a muy diversas concentraciones. En consecuencia, la caracterización química completa de cualquier alimento, irradiado o no, es prácticamente imposible.

3.3.10. Efectos Sobre Principales Componentes De Los Alimentos.

Los tres componentes principales de los alimentos son los carbohidratos, los lípidos y las proteínas. Se ha observado que todos ellos sufren cambios al ser irradiados, pero incluso a dosis tan altas como 50 kGy esos efectos son tan pequeños.

3.3.10.1. Carbohidratos.

En los sistemas acuosos, los carbohidratos reaccionan principalmente con los radicales hidroxilos para formar cetonas, aldehídos o ácidos como productos finales; otra posible

reacción es la desoxigenación. Se ha observado que simplemente la glucosa genera al menos 34 productos radiolíticos distintos (Von Sonntag, 1980). En presencia de oxígeno, la formación de productos desoxi disminuye, mientras que la de los azúcares ácidos y cetónicos aumenta. La formación de ácidos reduce considerablemente el pH.

3.3.10.2. Proteínas.

Las proteínas son cadenas de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos. Para comprender los principales efectos de la irradiación sobre las proteínas, por tanto, es preciso comprender antes las reacciones que sufren los aminoácidos al ser irradiados en presencia de agua, en particular la abstracción de los átomos de hidrógeno, la desaminación reductiva, la desproporción molecular, la descarboxilación, y las reacciones que tienen lugar entre los productos intermedios formados y los productos altamente reactivos de la radiólisis del agua. La presencia de oxígeno no modifica materialmente la naturaleza de los productos radiolíticos formados, aunque sí las cantidades de los mismos.

Las proteínas pueden degradarse en polipéptidos más pequeños como consecuencia de la ruptura de los enlaces carbono-nitrógeno y de los puentes disulfuro. Y a la inversa, proteínas globulares irradiadas en solución pueden sufrir reacciones de agregación, produciéndose así proteínas de mayor peso molecular relativo, y soluciones, por tanto, de mayor viscosidad.

3.3.10.3. Lípidos.

Dado que los triglicéridos constituyen la mayor parte de los lípidos de los alimentos (generalmente un 90% o más), sólo se examinará aquí la química de estos compuestos. A diferencia de la química de la irradiación de los carbohidratos y las proteínas, donde el agua desempeña un importante papel, la química de las grasas es fundamentalmente de carácter no acuoso, pues los triglicéridos son prácticamente insolubles en agua. El efecto directo de la irradiación sobre los lípidos consiste en la producción de radicales catiónicos y moléculas excitadas. La principal reacción inicial de los radicales catiónicos es la desprotonación, seguida de dimerización o desproporción molecular.

3.3.10.4. Vitaminas.

Los estudios sobre los efectos de la irradiación en las vitaminas han llegado a distintas conclusiones según el objeto investigado: soluciones puras o matrices reales de alimentos. Las pérdidas que se producen en las soluciones puras son por lo general mucho mayores. Así, en soluciones acuosas de vitamina E se observaron pérdidas de un 50% a dosis de 0,5 kGy. La combinación de bajas temperaturas y condiciones anaerobias permite al parecer proteger la tiamina y la vitamina E, de las que de otro modo se producen grandes pérdidas durante la irradiación.

3.3.11. Cantidad Total De Productos Radiolíticos.

La cantidad total de productos radiolíticos depende fundamentalmente de la magnitud de la dosis de irradiación absorbida, pero hay otros factores que también pueden influir tanto en la cantidad como en el tipo de productos formados. Algunos de ellos, como ya se ha indicado, son la temperatura, la viscosidad, la composición y el entorno del alimento. Por lo general es posible controlar estos factores para evitar la formación de productos finales poco convenientes.

3.4. Toxicología.

3.4.1. Estudios De Toxicidad.

Desde de los años cincuenta se comenzaron hacer estudios para evaluar la inocuidad de los alimentos tratados por irradiación ya que este altera la composición química y física del alimento, se procedió a determinar presencia de sustancias nocivas o tóxicas en los alimentos después de ser irradiados, se utilizaron animales como ratones, perros, cerdos y monos para suministrarles a su dieta diaria alimentos irradiados con dosis de hasta 58 kGy. El comité mixto FAO/OIEA/OMS fueron las autoridades en conjunto a la FDA de

supervisar y monitorear cada seguimiento de los estudios realizados. Los ensayos realizados en los animales demostraban si los alimentos post-irradiados reaccionaban agresivamente para su salud.

3.4.2. Estudios Subcronicos De Toxicidad.

Los estudios realizados abarcaban alimentos como cebollas, pescado, pan, frijoles, frutas, patatas, camarones, carne de vaca y cerdo y entre otros. El sujeto de prueba fueron las ratas donde los alimentos de su dieta fueron irradiados con una dosis comprendida entre 0.1 kGy y 55.8 kGy, los resultados obtenidos del estudio en su gran mayoría salieron negativos en la existencia de algún tipo de sustancia nociva. Otros resultados arrojaron que los ratones que comían carne de vaca irradiados con una dosis de 55.8 kGy padecían de diátesis hemorragia por lo cual estar la carne expuesta a esas dosis de irradiación destruye la vitamina K provocando el padecimiento de los ratones, para el caso del ser humano no era de gran importación para su salud que la carne no tuviera esa vitamina según considera la FDA. También se realizaron estudios en los perros, los cuales no hubo reacción adversa en ellos por su alimentación.

3.4.3. Estudios Reproductores Y Teratológicos.

La reproducción de los ratones alimentados con alimentos irradiados disminuyo la unidad de camadas por parto comparados con las camadas de ratones con alimentación normal, la reducción de cantidad de ratones nacidos era insignificante para los datos estadísticos. Por otro lado, en el caso con perros, con hámsteres y con conejos no aparecieron cambios en el número de crías y ningún otro tipo de efectos nocivos.

3.4.4. Estudios Crónicos De Toxicidad.

Durante el periodo de vida de las ratas, estas fueron alimentadas con diferentes tipos de alimentos irradiados desde carnes de cerdo hasta hortalizas con dosis altas de irradiación, se observaron en ningunas de ellas se tenía la presencia de tumores u otros aspectos adversos para su salud. No obstante, también se le realizaron los mismos estudios en perros, ratones y monos, lo que corresponde que ingerir alimentos irradiados no producía daños en el cuerpo y que los resultados de sustancias toxicas eran negativas según los hallazgos en el estudio.

3.4.5. Mutagénesis.

Los estudios con ratas y ratones eran negativos de que se manifestara mutaciones con los alimentos irradiados. No obstante, lo que tuvieron cambios en su organismo fueron muy mínimo al consumir trigo a 0.75kGy, pero los resultados de los otros estudios con un nivel más alto de irradiación dieron negativos.

Se realizo un estudio en niños malnutridos de la india en 1975 en Bhaskaram y Sadavisan, el estudio consistió en separar los niños en tres grupos cada uno con 5 niños, el primer grupo comería trigo recién irradiado, el segundo grupo trigo almacenado y el último grupo sin estar irradiado. Ellos estarían consumiendo el trigo durante 3 a 4 semanas con una dosis de irradiación a 0.75kGy. Se le hizo un recuento de células hemáticas periféricas a los niños, los que consumieron el trigo recién irradiado tenían un porcentaje de células poliploidía del 0.8% al 1.8%, pero a los niños que consumieron el trigo almacenado ni el irradiado no se observó células poliploides en sus cuerpos.

El Ministerio de Salud de la india para terminar con la controversia creo en 1987 un comité de expertos que analizo todos los estudios hechos en el Instituto Nacional de Nutrición (NIN) de la India y el Centro de Investigación Atómica de Bhabha (BARC) sobre los efectos que genera el trigo irradiado en los fenómenos genéticos y citogenéticos. Se llego a la conclusión que el método de estudio ni los resultados demostraban la inducción de poliploidía por el tratamiento que tenía el trigo, queda como improbable que los fenómenos que se presentan sean a causa del trigo irradiado.

Se llevaron a cabo estudios en roedores para estudiar sus citogenéticas al alimentarse con trigo irradiado a 0,75kGy. Los animales se le dio una dieta durante dos semanas para luego proceder hacer un análisis de citogénesis de su medula ósea, se observó un aumento en las roturas y deleciones cromosómicas en los animales bajo a dieta hipoproteica, pero

estas alteraciones no era producto de la irradiación. Los animales alimentados con trigo irradiado tuvieron un aumento significativo de células poliploides, para los casos que consumieron trigo irradiado que se almaceno por 3 meses antes de consumirlo no presento ningún efecto en los animales. En otro estudio realizado en ratas que consumieron trigo irradiado a 0,75kGy después de 20 días de ser irradiados. No se observaron ninguna alteración cromosómica, pero si incidencias en las células poliploidía.

3.5. Microbiología.

Dosis menor de 10kGy es suficiente para eliminar organismos patógenos que se encuentra en los alimentos, no obstante, estas dosis no eliminan por completo todos los organismos sino los que son más vulnerables a la radiación. En la naturaleza se pueden encontrar agentes patógenos capaces de ser inmune o esta repeler el tratamiento por irradiación ya que con el tratamiento no se conseguirá eliminar en total todos lo microorganismos sino reducir su población causante de enfermedades y retrasar la descomposición del alimento.

3.5.1. Destrucción Selectiva Y Proliferación Diferencial.

La irradiación de alimentos como tratamiento para eliminar y esterilizar agentes patógenos dañinos para el ser humano, no se ha demostrado que el alimento sea inocuo y libres de microorganismos después de ser irradiados para eso se realizaron estudios con fines de exponer la eficacia del método en cuestión. La FDA aprobó un estudio para la carne de pollo irradiada a 3kGy para descartar agentes patógenos tales como la Salmonella, la Yersinia y la Campylohacte, pero durante el estudio salió que el germen Clostridium botulinum era resistente al tratamiento de 3kGy. A causa de este hallazgo se continuaron los estudios concernientes a qué condiciones deberían tener las carnes con la misma dosis de irradiación era exitosa para evitar la aparición de toxinas capaces de causar la muerte al consumidor.

Los estudios se basaron en colocar carnes de pollos irradiados y otras no irradiadas en malas condiciones de refrigeración en temperaturas de 10 y 30 grados Celsius. Se verificaron día con día como se iban descomponiendo, la carne de pollo conservada a 10 C no produjo toxinas, la que fue irradiada mientras la otra carne si produjo, para las que estaban a 30 C tanto irradiada como no produjeron toxinas, pero la irradiada no produjo hasta comenzar a producir olor causa de la descomposición es decir que el proceso de producción de toxinas fue más lento de lo normal para la carne irradiada.

3.5.2. Mutaciones.

Es de mucha preocupación la posibilidad que induzca a mutaciones en los organismos, esas mutaciones harían que los patógenos fueran más resistentes a las radiaciones y no obstante sobrevivir después de aplicar sesiones de radiaciones. Desde hace más de 50 años se sabe que la radiación ionizante aumenta la tasa de mutación en los organismos, pero cabe la teoría que un germen no patógeno se convierta en patógeno o una cepa poco virulenta en otra más virulenta, los análisis científicos no han revelado nada respecto a esos indicios. Pero se han demostrado casos que la irradiación reduce la virulencia e infectividad de los gérmenes.

Ha sido otro motivo de preocupación que las bacterias contaminantes muten hasta cierto punto que se vuelvan radio resistentes a los tratamientos de radiaciones ionizantes para los alimentos. Pero en la práctica es muy difícil inducir esa mutación a un solo tratamiento de irradiación.

Tenemos la posibilidad de obtener bacterias radio resistentes sometidas a muchos ciclos de irradiación. El estudio permite la multiplicación de las bacterias que sobrevivieron a un solo tratamiento, luego se vuelve a irradiar. De nuevo la proliferación y después la irradiación de los sobrevivientes del tratamiento y sucesivamente. Luego de muchas tandas de tratamientos, el estudio revelo que las otras generaciones resultaron mucho más resistentes que la original. En las plantas de irradiación, después de irradiar los alimentos de un solo tratamiento se cierra herméticamente para evitar la recontaminación y evitar la aparición de organismos resistentes a la radiación.

3.5.3. Producción De Micotoxinas.

Jemmali y Guilbot (1969), Applegate y Chipley (1973) y Priyadarshini y Tulpule (1979) notificaron un aumento de la producción de aflatoxina por *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* después de la irradiación de sus esporas. Paster et al. (1985) informaron de un aumento de los niveles de ocratoxina tras la irradiación de *Aspergillus ochraceus*. Otros estudios de irradiación demostraron que no había aumento en la producción de aflatoxina. La variabilidad que arrojan los estudios es debido a la naturaleza de *aspergillus*, que es un microorganismo heterocariótico, lo que indica puede intercambiar distintos núcleos y así desarrollar nuevas características.

Sharma et al. (1980) y Odamtten et al. (1987) demostraron el tamaño de la inoculación de la producción de aflatoxina. El número de esporas se reduce a una magnitud de 4 mediante dilución simple o irradiación. Un ensayo con trigo irradiado y almacenado en una temperatura de 28 grados Celsius y a una humedad de 90%, muestra una concentración baja de aflatoxina en el trigo irradiado más bajo que en los no irradiados. los datos obtenidos del estudio demuestran que el riesgo de producir aflatoxina no aumenta con alimentos irradiados y almacenado en condiciones normales.

3.6. Calidad Nutricional.

3.6.1. Sinopsis Del Estudio Crítico.

La reunión celebrada por los expertos de la comestibilidad de los alimentos irradiados del Comité Mixto FAO/OIEA/OMS (OMS, 1981), fue muy importante para el punto nutricional de los alimentos por lo cual el Comité llegó a la conclusión de que los alimentos irradiados que no sobre pasen los 10kGy, no presenta ningún problema de salud para los consumidores.

En el Reino Unido, un comité del Departamento de Salud y Seguridad Social junto al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, publicaron un informe sobre la

inocuidad y comestibilidad de los alimentos irradiados (Advisory Committee on Irradiated and Novel Foods, 1986). El estudio revela que los alimentos irradiados a una dosis promedio de 10kGy, presenta que algunas vitaminas disminuyen al igual que otros métodos de elaboración de alimentos también no hay variación cualitativa ni cuantitativa de los efectos nutricionales respecto a otro método aceptados de elaboración de alimentos.

Los informes publicados por Canadá, Dinamarca y Suecia sobre la comestibilidad de los alimentos irradiados respaldan las conclusiones dichas por el Comité Mixto FAO/OIEA/OMS de expertos en 1980.

El comité de científicos de la Comisión de las Comunidades Europeas apoya la conclusión del Comité Mixto FAO/OIEA/OMS, que no sería necesario hacer nuevos estudios en animales a base a dieta de alimentos irradiados a dosis no mayor de 10kGy para evaluar la inocuidad de los alimentos.

Al analizar la comestibilidad de los alimentos, es de mucha importancia recordar que la calidad nutricional es uno de los factores además de los parámetros toxicológicos, la ausencia de contaminación, etc. Esta es la idea de todos los estudios críticos que se realizaron a los alimentos irradiados.

Durante los últimos 10 años, se publicaron varios estudios críticos de la irradiación de los alimentos [Conservación de los alimentos por irradiación ionizante] (Josephson y Peterson, 1982), habla sobre irradiación a dosis altas como método de esterilización. El artículo publicado sobre los aspectos nutricionales de la irradiación de los alimentos (Murray, 1983) dice: «Ninguno de los datos analizados obliga a modificar el dictamen que sobre los aspectos nutricionales de la irradiación de los alimentos emitió en 1976 el Comité Mixto FAO/OIEA/OMS de Expertos».

La publicación Safety of irradiated foods [Inocuidad de los alimentos irradiados] (Diehl, 1990) se basa en irradiaciones a dosis bajas y media. El capítulo 7 del libro explica: «Respecto a los posibles problemas microbiológicos ... cabe decir que las pérdidas nutricionales que pueden producirse en los alimentos irradiados no difieren básicamente de las que sufren los alimentos tratados por otros métodos. Antes bien, el calentamiento, la desecación y otros métodos tradicionales pueden causar pérdidas nutricionales mayores que la irradiación».

3.6.2. Niveles De Nutrientes.

Las investigaciones sobre las radiaciones ionizantes de la calidad nutricional de los alimentos, solo se han llevado estudios de variables que satisfagan las condiciones que se

requieres para la práctica de la irradiación de dosis muy altas. Estas variables de estudios serian: finalidad del estudio; dosis de irradiación; fuente de irradiación; temperatura; hidratación; nutrientes; atmósfera durante la irradiación; condiciones de almacenamiento; antimetabolitos; y el propio alimento. A continuación, analizaremos cada variable del estudio.

3.6.2.1. Finalidad Del Estudio.

Gran parte de los estudios realizados en la calidad nutricional de los alimentos irradiados se enfocó más sobre la calidad global de la irradiación aplicada para la prolongación del tiempo de conservación de los alimentos, la desinfestacion y la esterilización.

3.6.2.2. Dosis De Irradiación.

Las dosis de irradiación aplicada para lograr los objetivos oscilan entre 0.1kGy y 60kGy. Las dosis bajas, medias y altas tienen variaciones en los estudios realizado para su aplicación por lo cual se han tenidos errores que los efectos en los niveles de nutrientes que se encuentran los alimentos irradiados son aplicables a otros niveles.

3.6.2.3. Fuente De Irradiación.

No abundan los ejemplos de diferentes fuentes de irradiación respecto a los niveles de nutrientes en los alimentos, por lo cual aparecen algunos casos. Una carne de cerdo irradiada a dosis de 60kGy y a una temperatura de 45 Celsius con una fuente de rayos gamma, se conserva mejor la tiamina. Pero las fuentes de haces de electrones tienen una velocidad de dosis mayor. A dosis bajas y medias no se observación diferencias entre las distintas fuentes de irradiación.

3.6.2.4. Temperatura.

Calor. Algunas frutas sumergidas en aguas calientes y después irradiadas, se prolongaba bastante el tiempo de conservación sin alterar los niveles de vitamina C. Los alimentos conservados con otras técnicas se cocinan al igual que los alimentos después de ser irradiados. Se deberá analizar los efectos que pueden producirse que altere la calidad de los alimentos al momento ser consumido, los que pasaron por un tratamiento de irradiación y luego fueron cocinados. Los datos referentes al contenido nutricional de los alimentos irradiados y cocinados son pocos, por lo cual también ocurre con los alimentos elaborados con otros métodos. Los datos nutricionales que indica las etiquetas de los alimentos, son a los momentos de ser comprados, es decir una razón más que tenemos una escasez en los datos para saber con exactitud en que magnitud los alimentos pierden nutrientes al practicarles varias técnicas culinarias. En conclusión, los pocos datos que tenemos sobre los alimentos irradiados, se demuestran que, con cocinar, hervir, hornear o al vapor, los alimentos pierden más vitaminas que al irradiar a dosis bajas o medias.

Frio. Luego que las fuerzas armadas de los Estados Unidos comenzara hacer estudios en las carnes de aves, pescados y mariscos, usando la irradiación a dosis altas para esterilizarlas. Se llevo a la conclusión que al usar temperaturas bajas durante la irradiación favorecía la conservación de muchas vitaminas. También esto sería posible a dosis bajas o medias de irradiación. Se llevo a demostrar durante las investigaciones que a temperaturas de -20 y -40 Celsius permite conservar y reducir las pérdidas de vitaminas en los alimentos irradiados.

Hidratación. Algunas vitaminas son destruidas por la irradiación cuando están en una solución acuosa, pero esto no ocurre con las vitaminas que son del alimento. En conclusión, irradiar alimentos deshidratados provoca pérdidas inferiores de nutrientes comparado con los alimentos que llevan su cantidad normal de agua. La tiamina en solución acuosa de 2.5mg/l, se redujo un 50% al aplicar dosis de irradiación a 0.5kGy en cambio la misma dosis aplicada de irradiación a un huevo entero con 3.9mg de tiamina se redujo a un 5% la vitamina.

Un dato muy importante de alimentos irradiados que están deshidratados que el tiempo de cocción se reduce y conservan más las vitaminas. Otro punto es que la pérdida de vitamina C de los vegetales secos irradiados es menor. Para la cebolla en polvo no se observa pérdida cuando se aplica dosis altas de irradiación 270kGy. Como señala Murray (1983), las vitaminas de las especias como la paprika son muy resistentes a la irradiación, esta especia almacenada a temperatura de 0 a 22 grado Celsius con dosis de irradiación de 5 a 50 kGy durante seis meses almacenado no tuvo ninguna alteración los carotenoides.

3.6.2.5. Nutrientes.

Macronutrientes. A dosis bajas y medias de irradiación no se ha observado cambios en el valor nutricional de las proteínas, carbohidratos y las grasas. Así también sucede a dosis más altas de irradiación según las condiciones ambientales que se encuentre el alimento. Estas conclusiones son el resultado de las pruebas realizadas en estudios con animales, midiendo el coeficiente de eficiencia proteínica (PER) de muchos alimentos que tienen grandes cantidades importantes de proteínas.

Minerales esenciales. No hay pruebas que indique que la irradiación sin importa la dosis, afecte los minerales de los alimentos.

Vitaminas hidrosolubles. Existen muchas publicaciones científicas sobre los efectos de irradiación sobre la retención y la destrucción de las vitaminas hidrosolubles. Los contenidos de vitaminas varían según el alimento, pero estos también suelen variar de forma natural según el tipo planta o animal, época del año y las condiciones de almacenamiento. Muller (1991) realizó estudios en legumbres irradiadas a dosis altas de 25kGy, dando como resultado de pérdidas mínimas de ácido tetrahidrofolato, pero los ácidos dihidrofólico, ácidos 5-metiltetrahidrofólico y ácidos 4-formiltetrahidrofólico no tuvieron alteración alguna a la irradiación.

Diehl et al. (1991) dio resultados de estudios que demostraba que la cobalamina es resistente a la irradiación, estos datos se obtuvieron de estudios de carnes de animales irradiadas a dosis desde 6.65kGy a 25kGy.

Vitaminas liposolubles. Como mismo ocurre con la vitamina hidrosolubles, la vitamina liposoluble puede variar por varios factores como el tipo de alimento, la dosis de irradiación, las condiciones ambientales en que se irradie y el almacenamiento. La variación de la vitamina E depende por la presencia de oxígeno durante la irradiación y la condición de su almacenamiento. Copos de avenas irradiado a 1kGy y almacenado con aire se redujo a un 44% la vitamina E.

3.6.2.6. Atmosfera De Irradiación.

Sea demostrado anteriormente que irradiar alimentos a temperaturas bajas y con ausencia de oxígeno, se puede conservar más porcentajes de vitaminas en los alimentos. En conclusión, la práctica de irradiar al vacío y el uso de nitrógeno durante el proceso de irradiación junto con el envasado a dosis altas de irradiación permite que los alimentos tengan una pérdida mínima en las vitaminas.

3.6.2.7. Condiciones De Almacenamiento.

La condición en que se va almacenar un alimento es un factor importante para los alimentos irradiados y por igual a los alimentos conservados con otros métodos. Los alimentos irradiados a dosis bajas, son estables en condiciones normales de almacenamientos, pero los alimentos como frutas frescas y alimentos no irradiados deben estar almacenados en condiciones de refrigeración para que no pierdan sus propiedades organolépticas y contenido nutricional.

3.6.2.8. Antimetabolitos.

En los 70s, hubo preocupación de que la irradiación de alimentos produjera la formación de antimetabolitos. Varios grupos de científicos realizaron estudios con animales, pero no se hallaron antimetabolitos. Es decir, no hay indicios de que los alimentos irradiados produzcan antimetabolitos (Murray, 1983; Diehl, 1990). Pero cuando hay pérdidas de vitaminas, se trata de pérdidas mínimas igual que los otros métodos de conservación de alimentos.

3.6.2.9. Contribuciones De Los Alimentos Irradiados A La Dieta Diaria Total.

Las pérdidas de vitaminas de los alimentos irradiados dependen de la cantidad de alimentos irradiados que pertenezcan a la dieta diaria. Estos alimentos solo representan una pequeña cantidad de alimentos diarios, lo cual no hay razón de preocupación ya que la irradiación solo es usada en especias y estas no representan un gran aporte vitamínico a la dieta. La presencia de alimentos irradiados que representen una gran cantidad a la dieta diaria no debería incitar preocupación al igual que los alimentos elaborados con otros métodos de conservación.

3.6.2.10. Requisitos Para El Registro Previo.

Los requisitos previos, las autoridades nacionales y regionales responsables de los alimentos deberán exigir los siguientes datos:

1. Datos analíticos sobre los nutrientes, que incluya el tiempo de conservación de los alimentos en condiciones de almacenaje recomendado y las vitaminas presentes en cantidades significativas desde el punto de vista nutricional de los alimentos antes de su elaboración. Tiene que ser de un 5% o más según las ingestiones diarias recomendadas (IDRs) por ración o porción. Ya se ha señalado que no hay indicios que la irradiación de alimentos altere los valores macronutrientes y minerales de la calidad nutricional de los alimentos.
2. Una descripción de la contribución de los alimentos a la dieta diaria, para los grupos de la población que se considera que consumirá mayores cantidades que la población general.

3.6.2.11. Etiquetado.

El etiquetado de los alimentos irradiados es un medio eficaz de informar a los consumidores acerca de la conservación de la calidad e inocuidad de los alimentos, es de gran importancia cuando hay nuevas tecnologías como la irradiación. El etiquetado será

según las recomendaciones escrita en la norma general del Codex para alimentos preenvasados (FAO,1991).

En dicha normativa se propone el logotipo para los alimentos irradiados, que se muestra en la figura y se regula la concesión de plantas de irradiación y dosis para los distintos alimentos.

Figura 1.



Logotipo propuesto por la UE para las etiquetas de alimentos irradiados.

3.6.2.12. Vigilancia Después De La Comercialización.

La irradiación de alimentos es una nueva técnica para la mayoría de países, en los estudios sobre el consumo de alimentos deberían medir la ingesta real de los alimentos mientras no se sepa con claridad el papel de estos alimentos a la dieta nacional. Este estudio es de mucha importancia por dos razones tales como: 1. Sin esas mediciones las autoridades de la salud no podrán saber que consume la población y 2. Las estimaciones sobre el consumo humano de los alimentos se basa en datos que pueden cometer errores, por lo cual es importantes estimaciones de la ingesta real del alimento.

3.6.2.13. Necesidades En Materia De Investigación.

No hay necesidad de realizar estudios nuevos sobre la toxicología de los alimentos irradiados a dosis menores de 10kGy. A esa medida de dosis de irradiación, aplica lo antes mencionado para la calidad nutricional de los alimentos irradiados.

3.7. Instalaciones.

Las instalaciones industriales pueden ser de dos tipos de fuentes de irradiación: isotópicos radiactivos y los aparatos de generadores de rayos X o de electrones acelerados. Los de fuentes isotópicas radiactivos producen radiación gamma a causa de su desintegración por lo cual el irradiador no puede detenerse a voluntad, en cambio los otros irradiadores al estar conectados a una red eléctrica pueden desconectarse oportunamente y al ser desconectado dejan de producir radiación.

Actualmente las industrias de alimentos utilizan dos fuentes de irradiación que cumplen requisitos económicos para su funcionamiento tales como los isotopos radiactivos y los aceleradores de electrones. Los de rayos X tiene un costo muy elevado por el gran consume de electricidad que este necesita para su funcionamiento.

3.7.1. Irradiadores Con Fuentes De Isotópicas.

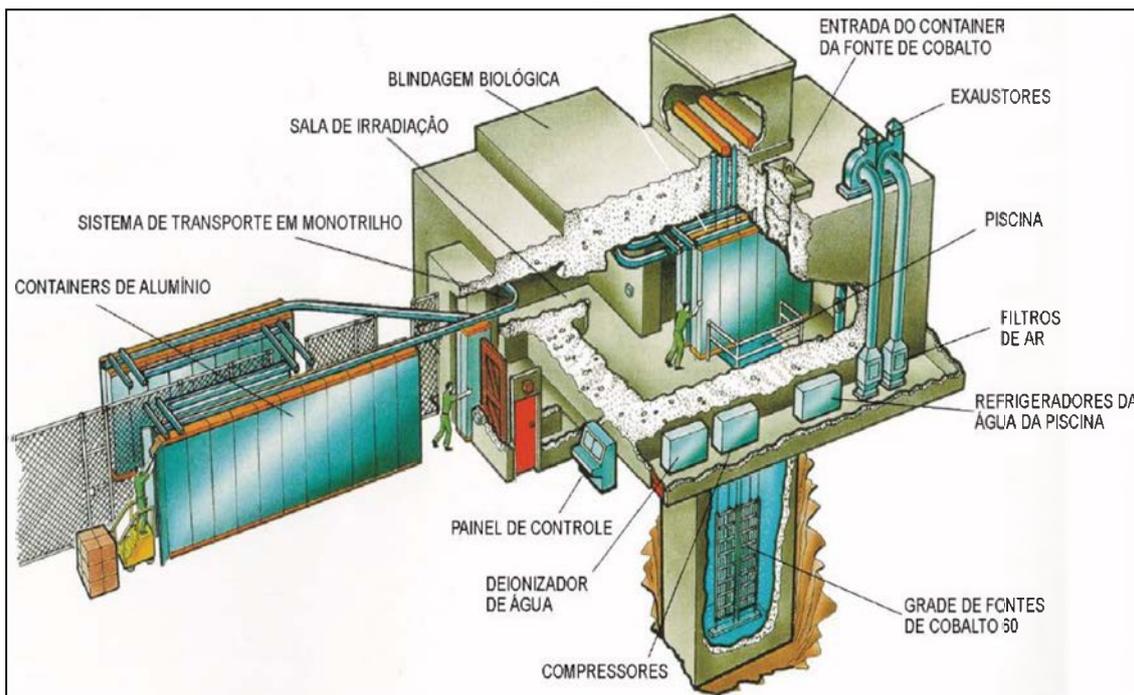
Los irradiadores de fuentes isotópicas se fabrican con dos radionucleidos artificiales que son el cobalto-60 (Co-60) y el Cesio-137 (Cs-137). Estos irradiadores se caracterizan por tener una vida útil media y que emiten radiación gamma. El Cobalto-60 tiene como vida útil 5.27 años y el Cesio-137 es de treinta años.

Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria

Para este tipo de instalaciones las fuentes radiactivas se pueden encontrar en dos formas: laminar y cilíndricas. Las cilíndricas se usan para irradiar granos o alimentos en forma granular. Las dosis empleadas por el irradiador son altas, para impedir la exposición de la radiación al personal operativo se blindó la planta de hormigón con una densidad 2.5 a 0.3. Donde se guarda la fuente de radionucleidos lleva un blindaje en hormigón que permite aislar la radiación que emite el aparato. Para las instalaciones se construye una piscina lo suficientemente profunda para sumergir la fuente y que también funciona como blindaje.

Los alimentos son transportados a través de la sala de irradiación por mecanismos de cinta o monorriel. Mientras los operadores controlan todo el proceso a través de una cabina que los protege de la radiación, todo el proceso es realizado por controles remotos.

Figura 2.



Planta de irradiador gamma con fuente isotópicas.

3.7.2. Aceleradores Electrones.

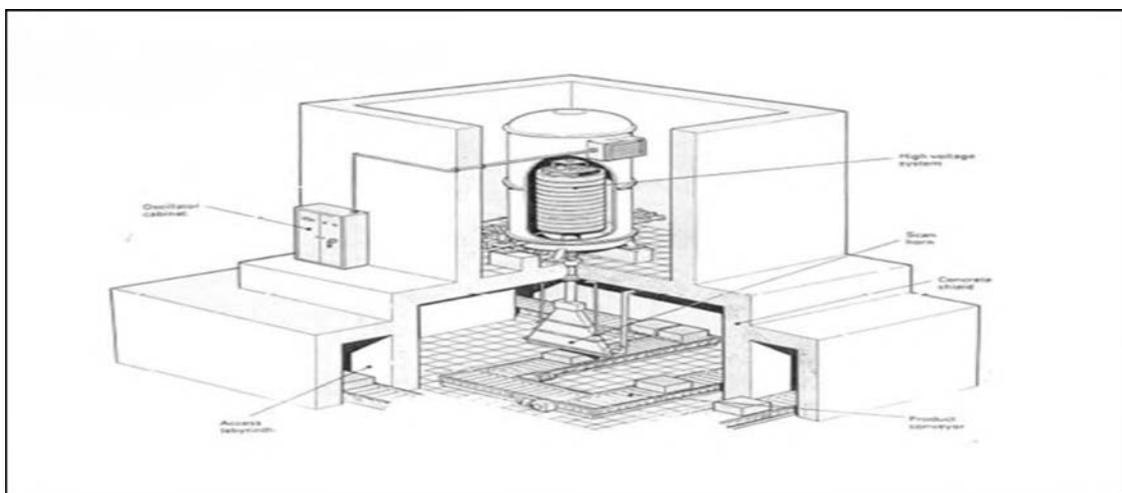
Los irradiadores de aceleradores de electrones funcionan conectados a la corriente eléctrica. Las instalaciones de estos aparatos se componen de:

1. Una fuente de electrones,
2. Un generador de alto voltaje,
3. Un electroimán,
4. Una campana troncopiramidal
5. Y una cinta transportadora.

Los aceleradores de electrones se caracterizan por la intensidad, energía y potencia que emplee el aparato. La intensidad es el número de electrones por segundo que incide en el producto, este se mide en amperio y por lo usual se trabaja con mini amperio (mA). La energía se refiere a la energía cinética que incide el electrón, se mide en electrón-voltio (ev) y por lo tanto se determina la penetración y dosis en el producto. Y la potencia es la multiplicación de la intensidad y la energía.

Los aceleradores de electrones tienen como ventaja que al desconectarse de la red eléctrica dejan de emitir radiación en cambio esto no sucede con los aparatos de isotopos radiactivos. Su eficiencia es de un 55% comparado con el Co-60 que es de un 35%. Aunque el precio de la energía eléctrica resulta ser de costo más alto.

Figura 3.



Planta de haz de electrones

3.7.3. Capacidad De Producción.

La capacidad de producción de un irradiador de alimento se obtiene por una fórmula:

Figura 4.

$$P = \frac{D \cdot m}{3.600 \cdot t} \cdot \frac{1}{Fp}$$

Formula de la capacidad de producción

- P=Potencia
- m=masa del alimento
- t=tiempo de exposición
- D=dosis
- Fp =eficiencia del irradiador

La potencia de una fuente de Co-60 es de 14.82KW/MCi, la de un acelerador se obtienen como se menciona anteriormente. Las eficiencias de fuentes isotópicos son entre 25% a 35% mientras que el acelerador esta entre 30% a 55%. Existe esa diferencia porque las isotópicos emiten radiación en todas direcciones mientras que el acelerador es puntual es decir solo emite directamente en el producto.

CAPITULO IV OTROS CONCEPTOS TEÓRICOS

4.1. Concepto De Estudio De Mercado.

Es el estudio de mercado se realiza para evaluar factores como la demanda, la oferta, los precios y los canales de distribución, con la finalidad de obtener resultados de beneficios para la evaluación de un proyecto. También se puede mencionar que este estudio podemos determinar si un producto puede ser aceptado o rechazado en el mercado mediante de análisis estadísticos de cómo se comportaría al ser lanzado al público.

4.1.1. Ambiente De Aplicación Del Estudio De Mercado.

Este estudio tendría como alcance varios puntos a desarrollar, tales como:

La demanda

- Histórico: series históricas
- Demanda actual: estimación de la demanda
- Pronostico demanda futura: pronósticos estadísticos

Los precios

- Fijar precios: en función de la demanda, el costo de operación y mercado internacional.
- Valores para el proyecto: análisis de la rentabilidad

4.1.2. Fases De Un Estudio De Mercado.

Las fases del estudio de mercado se desglosan de la siguiente manera:

4.1.2.1. Fase De Investigación.

Antes de comenzar las investigaciones debemos tener plasmado que problema vamos a resolver y cuáles serían los objetivos para cumplir ese propósito, al tener esto claro se procederá hacer una investigación de la situación del mercado en que se enfoca el estudio.

4.1.2.2. Fase De Realización

Debemos revisar de ante mano que fuente tenemos a nuestra disposición o cual sería la mejor para la obtención de unos datos reales. Para eso tenemos 2 fuentes que son:

- Fuente primaria: las informaciones se obtienen con entrevistas y encuestas a los consumidores, comerciantes, productores y distribuidores. Se pueden hacer por cuentas por correo, personales y por vía telefónicas. Pero primero se debe determinar la muestra de la población a realizar las encuestas si es el caso.
- Fuente secundaria: las informaciones se obtienen de fuentes por publicaciones en páginas web, artículos de revistas, en libros, en informes y documentos de las empresas.

4.1.2.3. Fase De Análisis De Datos.

Al momento de obtener todos los datos necesarios de la investigación serán procesados mediante herramientas estadísticas con la finalidad de tener una clara y precisa interpretación de los datos resultantes de la investigación para el análisis.

4.1.2.4. Fase De Interpretación Y Presentación De Resultados.

Luego de concluida la elaboración de los gráficos estadísticos, se preparará un informe detallado, conciso y preciso de la interpretación de los datos obtenidos. Este informe debe ser escrito de forma simple que cualquier lector pueda entender los resultados de la investigación.

Culminado la realización del informe, se presenta los resultados en términos económicos de la investigación.

4.2. Base Teórica Del Estudio Técnico.

El estudio técnico plantea y analiza las diferentes opciones tecnológicas para generar los bienes o servicios que se requieren, usando como base las 5W (Donde, cuando, cuanto, Como, Que), lo que además permite verificar la factibilidad técnica de cada una de ellas. Este análisis identifica los equipos, la maquinaria, las materias primas y las instalaciones necesarias para el desarrollo del proyecto y, por tanto, los costos de inversión y de operación requeridos, así como el capital de trabajo que se necesita para invertir en el proyecto.

Objetivos:

- Verificar la disponibilidad técnica del fabricante del producto que se pretende crear o trabajar.
- Analizar y determinar el tamaño óptimo, la localización optima, los equipos y las instalaciones requeridas para realizar la producción.

4.2.1. Determinación Del Tamaño Óptimo De La Planta.

Para determinar el tamaño óptimo de una planta debemos primero establecer los requerimientos de espacio para las estaciones de trabajo cumpliendo con la ergonomía. Para diseñar las estaciones de trabajo debemos tener estas informaciones:

- Mesas de trabajo, maquinas e instalaciones,
- Entrada de materiales y el empaque de ser necesario,
- Salida de materiales o producto terminado,
- Espacio para el operador,
- Ubicación de los desechos,
- Ubicación de las herramientas,

Para determinación de los espacios del área de trabajo se deben reducir los movimientos innecesarios y excesivos al momento de realizar una tarea, además que estamos ahorrando espacio de la planta. Se comienza hacer el diseño para la distribución de los espacios en listado los equipos, las sillas, mesas, etc. y sus dimensiones de la estación trabajo. Esto no incluye para baños, comedores, oficinas, almacenes o recepción. Pero si podemos

incluir los pasillos que tendrá alrededor de la estación de trabajo. Luego se hace un dibujo en escala mostrando la distribución del espacio final de la estación de trabajo.

Los servicios auxiliares de una planta que sirven de apoyo para los departamentos de manufactura, estos también requieren espacio. Estos son:

- Almacén
- Recepción
- Despacho
- Cuartos de mantenimiento
- Cuartos de herramientas

Por igual se hace un levantamiento para determinar el espacio necesario para estas áreas de servicios, para esto debemos saber los flujos de entrada de mercancías, tamaño del área de la rampa, los tipos de caminos que serán recibidos, tamaño de las oficinas, área del inventario de insumos, área de producto terminado, espacio de los pasillos para las maniobras de los montacargas, etc.

Los empleados necesitan espacios para sus necesidades, entonces por igual se debe determinar los espacios de parqueos, baños, comedor, pasillos, áreas de descanso, cuartos de casilleros y salas de reuniones. Para este cálculo es necesario saber primero la cantidad de empleados que usaran esos espacios y determinar los espacios necesarios por la demanda de empleados de la planta. Ejemplo por cada empleado un paqueo o casillero y por 50 hombre se necesitan 30 inodoros, esto en baso las indicaciones del libro de Fred E. Meyer y Matthew P., (2006) Diseño De Instalaciones De Manufactura Y Manejo De Materiales.

Por último el espacio para las oficinas administrativas. Para este podemos tomar modelos de oficinas ergonómicas que empresas como IKEA ofrece sin utilizar mucho esfuerzo para determinar el espacio y sabiendo que cantidad de empleados ocuparan esos espacios. Al final sumamos todos los espacios que se determinaron y nos dará un espacio total que sería el más óptimo para saber los metros cuadrados necesarios para el terreno y dando un margen de error de 10% para el espacio total.

4.2.2. Localización Optima Del Proyecto.

La localización óptima de un proyecto es la que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital (criterio privado) u obtener el costo unitario mínimo (criterio social). Se elabora una lista de los elementos que determina la localización.

El objetivo general de este punto es, llegar a determinar el sitio donde se instalará la planta.

Método cualitativo por puntos.

Ventajas y Desventajas.

Consiste en asignar factores cuantitativos a una serie de factores que se consideran relevantes para la localización. El método permite ponderar factores de preferencia para el investigador al tomar la decisión. Se sugiere aplicar el siguiente procedimiento para jerarquizar los factores cualitativos.

1. Desarrollar una lista de factores relevantes.
2. Asignar un peso a cada factor para indicar su importancia relativa (los pesos deben sumar 1.00), y el peso asignado dependerá exclusivamente del criterio del investigador.
3. Asignar una escala común a cada factor (por ejemplo, de 0 a 10) y de elegir cualquier mínimo.
4. Calificar a cada sitio potencial de acuerdo con la escala designada y multiplicar la calificación por el peso.
5. Sumar la puntuación de cada sitio y elegir el de máxima puntuación.

Entre los factores que se deben considerar para realizar la evaluación se encuentran los siguientes:

- Factores geográficos relacionados con las condiciones naturales que rigen en las distintas zonas del país, clima, niveles de contaminación y desechos, las comunicaciones.
- Factores institucionales que son relacionados con planes y las estrategias de desarrollo y descentralización industrial.
- Factores sociales los relacionados con la adaptación del proyecto al ambiente y la comunidad.
- Factores económicos se refieren a los costos de los suministros e insumos en esa localidad, como la mano de obra, las materias primas, el agua, la energía eléctrica, los combustibles, la infraestructura disponible, los terrenos y la cercanía de los mercados y las materias primas.

4.2.3. Ingeniería Del Proyecto.

4.2.3.1. Objetivos Generales.

El objetivo general de la ingeniería de proyectos es resolver todo lo concerniente a la instalación y el funcionamiento de la planta. el futuro inversionista debe considerar las siguientes cuestiones: productor actual. Precio de venta.

4.2.3.2. Proceso De Producción.

Son un conjunto distintas operaciones planificadas para transformar ciertos insumos o factores en bienes o servicios determinados, mediante la aplicación de un proceso tecnológico que suele implicar determinado tipo de conocimientos y maquinarias especializados. el objetivo principal de este proceso es la satisfacción de cierto tipo de demanda de la sociedad.

El proceso productivo se compone de etapas sucesivas y es de naturaleza compleja y diversa, por lo que amerita estudio previo, planificación y la disposición de ciertos elementos básicos, conocidos como materia prima, así como de una fuente de energía.

4.2.3.3. Técnica De Análisis Del Proceso De Producción.

La utilidad de este análisis es básicamente que cumpla dos objetivos: facilitar la distribución de la planta aprovechando el espacio disponible en forma óptima, lo cual, a su vez optimiza la operación de la planta mejorando los tiempos y movimientos de los hombre y máquinas.

Para representar y analizar el proceso productivo existen varios métodos. el empleo de cualquiera de ellos dependerá de los objetivos del estudio.

- Diagramas de bloques

Consiste en que cada operación unitaria ejercida sobre la materia prima se encierra en un rectángulo, cada rectángulo o bloque se une con el anterior y el posterior por medio de flechas que indican tanto la secuencia de las operaciones como la dirección del flujo.

- Diagrama de flujo de procesos

Es un diagrama más detallado donde representa través de simbologías las operaciones de procesos en un trabajo, las simbologías para representar los procesos son las siguientes:

- Operación: significa que se efectúa un cambio o transformación en algún componente del producto, ya sea por medios físicos, mecánicos o químicos, o la combinación de cualquiera de los tres.
- Transporte: es la acción de movilizar de un sitio a otro algún elemento en determinada operación o hacia algún punto de almacenamiento o demora.
- Demora: se presenta generalmente cuando existen cuellos de botella en el proceso y hay que esperar turno para efectuar la actividad correspondiente. En otras ocasiones, el propio proceso exige una demora.
- Almacenamiento: tanto la materia prima, de producto en proceso o de producto terminado. Inspección: es la acción de controlar que se efectúe correctamente una operación, un transporte o verificar la calidad del producto.

- Cursograma analítico:

Presenta información más detallada, que incluye la actividad, el tiempo empleado, la distancia recorrida, el tipo de acción efectuada y un espacio para anotar observaciones. Esta técnica se puede emplear en la evaluación de proyectos, siempre que se tenga un conocimiento casi perfecto del proceso de producción y del espacio disponible.

- Diagrama de hilos y Recorrido

Se pueden medir distancias o recorridos utilizando un hilo. Generalmente se utiliza para medir el trayecto del material o los trabajadores dentro de un proceso productivo.

- Diagrama sinóptico

Solo utiliza los símbolos internacionales de operaciones y transporte, es decir, es un diagrama sintetizado de un proceso. Se utiliza mayormente para representar procesos complejos que puedan tener decenas o aun cientos de actividades.

4.2.3.4. Factores Relevantes Que Determinación La Adquisición De Equipo Y Maquinaria.

1. El proveedor.
2. El precio.
3. Dimensiones: (para distribución de planta).
4. Capacidad: De la capacidad depende el No. de máquinas que se requieran.
5. Flexibilidad: Cuando se realizan procesos dentro de ciertos rangos por ejemplo en ciertas temperaturas, se generan diferentes cambios al producto.
6. Mano de obra necesaria: necesidades de mano de obra directa y de capacitación.
7. Costo de mantenimiento: Lo proporciona el fabricante.
8. Consumo de energía eléctrica, otra o ambas: por lo general se indica en una placa en la máquina el consumo en watts/h.
9. Infraestructura necesaria: Equipos que necesitan alta tensión eléctrica, con lo que se incrementa la inversión.
10. Equipos auxiliares: Máquinas que necesitan agua a presión, agua fría o caliente etc.
11. Costos de fletes y seguros.
12. Costos de instalación y puesta en marcha.
13. Existencia de repuestos y puntos de reparación en el país, o si hay necesidad e importarlos.

Factores para elegir una maquinaria.

Se debe hacer una lista de especificaciones deseadas.

- La especialización de la máquina Cuando un fabricante está especializado en un tipo de maquinaria, la calidad de la máquina es mayor porque conoce las especificidades del trabajo para el que se ha diseñado. En cambio, hay muchos fabricantes que han ampliado su oferta con modelos de maquinaria que solo son adaptaciones.

El lugar donde se manejará la máquina La ubicación de la máquina y las condiciones de trabajo son factores igual de importantes para comparar sus características. La maquinaria para interior no trabaja en entornos similares a la exterior: el polvo o la refrigeración del local inciden tanto en el comportamiento diario como la climatología.

- La previsión de futuro Una máquina debe dar respuesta a la situación actual de la empresa, pero también puede modificarse para tener en cuenta su posible

crecimiento. Quizá haya mayores necesidades de producción que cubrir y entonces habría que contemplar una máquina modular que permite cambiar componentes para ampliar prestaciones.

- El coste de mantenimiento Los fabricantes solo son responsables del 20-30% de los componentes de la máquina, el resto son de fábricas independientes. No obstante, algunos fabricantes tienen el ‘monopolio’ de esas piezas por lo que se está obligado a recurrir a ellos para cubrir cualquier reparación.
- Las ventas a nivel mundial, no solo el local Cada mercado es diferente: en un territorio puede que haya una máquina muy vendida, pero eso no significa que en nuestra zona vaya a ser la mejor. Tampoco que a un distribuidor le funcione muy bien es sinónimo de que es la que más te conviene.
- La atención local El servicio de un concesionario “local” especializado es lo que marca la diferencia entre una gestión sencilla y un día o una semana perdidos porque un problema no se resuelve.
- El servicio postventa Igual que en el diseño de la máquina, también la especialización influye en el buen mantenimiento: los mecánicos y los interlocutores tienen que conocer cada aparato. Una excavadora no es una grúa, se necesita formación específica para un buen servicio postventa.

La solidez del distribuidor El lugar donde se adquiere la máquina, es tan importante como la propia marca fabricante. Hay que contrastar la solvencia, la experiencia en el mercado, su especialización, los planes de mantenimiento que ofrece, los talleres móviles de que dispone, el tiempo de respuesta.

4.2.4. Distribución De La Planta.

La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales y comerciales. Esta ordenación incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores y todas las actividades. es de vital importancia ya que por medio de ella se logra un adecuado orden y manejo de las áreas de trabajo y equipos, con el fin de minimizar tiempos, espacios y costes.

El objetivo general: es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo más segura y satisfactoria para los empleados.

El objetivo específico:

- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y satisfacción del obrero.
- Incremento de la producción.
- Disminución en los retrasos de la producción.
- Ahorro de área ocupada.
- Reducción del material en proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación.
- Disminución de la congestión o confusión.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones

4.2.4.1. Tipos De Proceso Y Sus Características.

La distribución está determinada en gran medida por:

- El tipo de producto.
- El tipo de proceso productivo.
- El volumen de producción.

Existen tres tipos básicos de distribución:

1. Distribución por proceso: agrupa a las personas y al equipo que realizan funciones similares y hacen trabajos rutinarios en bajos volúmenes de producción. El trabajo es intermitente y guiado por órdenes de trabajo individuales.
2. Distribución por producto: agrupa a los trabajadores y al equipo de acuerdo con la secuencia de operaciones realizadas sobre el producto o usuario.
3. Distribución por componente fijo: aquí la mano de obra, los materiales y el equipo acuden al sitio de trabajo.

4.2.4.2. Métodos De Distribución.

Método del diagrama de recorrido. Es un procedimiento de prueba y error que busca reducir al mínimo posible los flujos no adyacentes colocando en la posición central a los departamentos más activos. El método se puede desarrollar en 5 pasos:

1. Construya una matriz en donde tanto en los renglones como en las columnas aparezcan todos los departamentos existentes en la empresa.
2. Determine la frecuencia de transporte de materiales entre todos los departamentos llenando la matriz.
3. Ubique en la posición central de la distribución al o los departamentos más activos. Esto se logra con sólo sumar de la matriz el número total de movimientos en cada departamento tanto de adentro hacia fuera como de afuera hacia adentro.
4. Mediante aproximaciones sucesivas, localice los demás departamentos, en forma que se reduzcan al mínimo posible los flujos no adyacentes.
5. La solución es óptima si se ha logrado eliminar todos los flujos no adyacentes.

Método SLP: En este se requieren una serie de datos sugeridos por Richard Muther. Los primeros datos que se deben conocer son P, Q, R, S y T, que por sus siglas en inglés significan: P (product), Q (quantity), cantidad de producto que se desea elaborar. R (route), secuencia que sigue la materia prima dentro del proceso de producción. S (supplies), insumos necesarios para llevar a cabo el proceso productivo. T (tiempo).

El método se puede desarrollar en los siguientes pasos:

1. Construya una matriz diagonal y anote los datos correspondientes al nombre del departamento y al área que ocupa.
2. Llene cada uno de los cuadros de la matriz con la letra del código de proximidades que se considere más acorde con la necesidad de cercanía entre los departamentos.
3. Construya un diagrama de hilos a partir del código de proximidad.
4. Como el diagrama de hilos debe coincidir con el de correlación en lo que se refiere a la proximidad de los departamentos, y de hecho ya es un plano, éste se considera la base para proponer la distribución.
5. La distribución propuesta es óptima cuando las proximidades coinciden en ambos diagramas y en el plano de la planta.

4.2.4.3. Cálculos De Las Áreas De La Planta.

Las principales áreas que normalmente existen en una empresa y su base de cálculo son:

1. Recepción de materiales y embarques del producto terminado: el área asignada de este departamento depende de los siguientes factores:
 - a) Volumen de maniobra y frecuencia de recepción.
 - b) Tipo de material.
 - c) Forma de recepción o embarque.
2. Almacenes: dentro de la empresa puede haber 3 tipos de materiales
 - a) Materia Prima
 - b) Producto en proceso
 - c) Producto terminado

Por lo que se recomienda usar el concepto de lote económico de la teoría de inventarios. El lote económico es la cantidad que debe adquirirse cada vez que surten los inventarios para manejarlos en forma económicamente óptima.

3. Departamento de producción: dependerá del número y las dimensiones de las máquinas que se empleen, números de trabajadores intensidad del tráfico en el manejo de materiales y obedecerlas normas de seguridad e higiene en lo referente al os espacios libres para maniobrar y pasos de obrero.
4. Control de calidad: Depende del tipo de control que se ejerza y la cantidad de pruebas que se realicen.
5. Servicios auxiliares: Equipos que producen ciertos servicios, como agua caliente, aire a presión, agua fría, no se encuentra dentro del área productiva, sino que se asigna una localización especial, totalmente separada.
6. Sanitarios: está sujeto a los señalamientos de la ley federal del trabajo, ordenamiento que exige que exista un servicio sanitario completo por cada 15 trabajadores del mismo sexo o fracción mayor de 7.
7. Oficinas: área destinada a oficinas dependerá dw la magnitud de la mano de obra indirecta y de los cuadros directivos y de control de la empresa, se puede asignar oficinas privadas para los niveles que van de jefe de turno, supervisor, gerentes, contadores y auxiliares.
8. Mantenimiento: Dependerá del tipo de mantenimiento que se aplique a esta empresa.

9. Área de tratamiento: o disposición de desechos contaminantes.

4.2.5. Organización Del Recurso Humano Y Organización Generales De La Empresa.

Departamento donde se buscará la mano de obra requerida para el tipo de proyecto que se ejecuta y que valla acorde las funciones del contratado a las actividades a realizar, así como armar el organigrama o estructura de la empresa donde se pueda visualizar la jerarquía de las posiciones y como conecta y se distribuye la información por su orden y conexión jerárquica. Y de modo general hacer la descripción del puesto de trabajo de cada posición generada en ese proyecto detallando tanto las actividades a realizar como los conocimientos que se requieren para desempeñar dicha función.

4.2.6. Marco Legal De La Empresa Y Factores Relevantes.

Se deberá conocer la naturaleza del proyecto ya que será necesario conocer la legislación vigente o normativa que puede ser aplicable o rijan en ese sector industrial o proyecto. Entre los factores en los que interviene definitivamente el conocimiento de la legislación figuran las restricciones y los decretos en materia de importaciones y exportaciones de materia prima y productos terminados, control de precios del producto, contaminación del ambiente, estímulos fiscales sobre localización, producción de ciertos artículos e inversión en maquinaria de producción nacional, condiciones generales de seguridad, higiene y prestaciones para el trabajador, pago de impuestos sobre productos de trabajo y actividades mercantiles, legislación bancaria sobre financiamiento a empresas productivas y otros aspectos.

4.3. Base Teórica Del Estudio Económico.

4.3.1. Introducción.

Se realiza el estudio como objetivo principal determinar la factibilidad de un proyecto, para iniciar el estudio económico se tendrá que determinar varios aspectos necesarios del estudio como la inversión, considerando que tipo de inversión si de activos fijos o de capital de trabajo, analizar los gastos totales que se tendrán como administrativos, financieros y de fabricación. Los costó de producción o del servicio no podrían faltar como parte de la evaluación del estudio y por últimos los ingresos que tendrías como fruto del proyecto.

4.3.2. Valor Presente Neto (VPN).

Es una herramienta que se utiliza para determinar la rentabilidad y ganancia de un proyecto, te presenta un análisis detallado para la toma de decisión. Este valor se obtiene con la resta del monto de la inversión inicial con el valor presente de los flujos proyectados para el futuro. Este análisis permite hacer comparaciones de la inversión y el flujo que se puede producir en el futuro. Su fórmula es:

Figura 5.

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5}$$

Formula de valor presente neto.

4.3.3. Tasa Interna De Retorno (TIR).

Se utiliza esta herramienta para evaluar inversiones de proyectos, como compras de máquinas, construcciones de plantas, entre otras. Se puede medir también que el proyecto genera utilidad, ganancia y rentabilidad. Su fórmula es:

Figura 6.

$$\text{TIR} = \sum_{t=0}^{t=n} (It - Et) \frac{1}{(1+i)^n} = 0$$

Formula de la tasa interna de retorno.

CAPÍTULO V MARCO METODOLÓGICO

5.1. Diseño De La Investigación.

Para este trabajo en cuestión, el diseño de estudio o investigación es de tipo no experimental por lo cual como su definición lo señala, que un estudio en donde el investigador no tienen ningún control sobre las variables de estudios es decir que los acontecimientos o hechos ya ocurrieron, se limita solo a observaciones dado que son hechos valga la redundancia ya existente.

El proyecto que estamos analizando y el cual es objeto de estudio en esta tesis tiende a ser una investigación mixta donde se junta la investigación exploratoria y la descriptiva. La investigación exploratoria no es más que hacer que el investigador pueda familiarizarse con el problema, identificar las variables y conocer otros formas de accionar, en resumen, es permitir que el investigador tenga una visión, clara y precisa de la situación o problema a estudiar.

En cambio, la investigación descriptiva, como su nombre lo indica es describir o definir todas las características y variables que son objetos de estudios para ser analizados con la finalidad de que el investigador puede interpretar los resultados obtenidos.

5.2. Método De La Investigación.

El método que hemos utilizado es de carácter cualitativo por lo tanto la investigación pretende explicar y describir cada suceso analizar del estudio. Este tipo de método busca descifrar y llegar a la conclusión de una investigación a base de razón lógica sin hacer estudios de población como el cuantitativo.

5.3. Instrumentos De La Investigación.

El método de investigación aplicado fue el cualitativo, nos apoyamos como herramienta de recolección de datos fue la técnica documental por lo cual esta tiene como fuente registros, consultas, libros y documentos recopilados.

El formato de la tesis fue baso las indicaciones del reglamento de trabajo de grado de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña.

SEGUNDA PARTE
DESARROLLO DEL PROYECTO

CAPÍTULO VI ESTUDIO DE MERCADO

6.1. Introducción.

La investigación que se realizó para este proyecto pudimos determinar que el método de irradiación como medida fitosanitaria es eficaz para la aplicación de productos agrícolas del país con fines de exportación y así aumentar el nivel competitivo en el mercado internacional. La mayoría de las toneladas métricas de frutas y vegetales que Republica Dominicana exporta tiene como destino a los países que consumen alimentos conservados con la irradiación. Nuestros informes y estadísticas se basan en las publicaciones del Ministerio de Agricultura y Ministerio de Comercio Exterior

Las exportaciones del 2020 fueron: 492,245 toneladas métricas de frutas y 78,989 toneladas métricas de vegetales, esto hace un total de 571,234 toneladas métricas por año. Estas exportaciones tuvieron una participación de 3.67% en frutas y 0.83% en vegetales según el capítulo arancelario (partida).

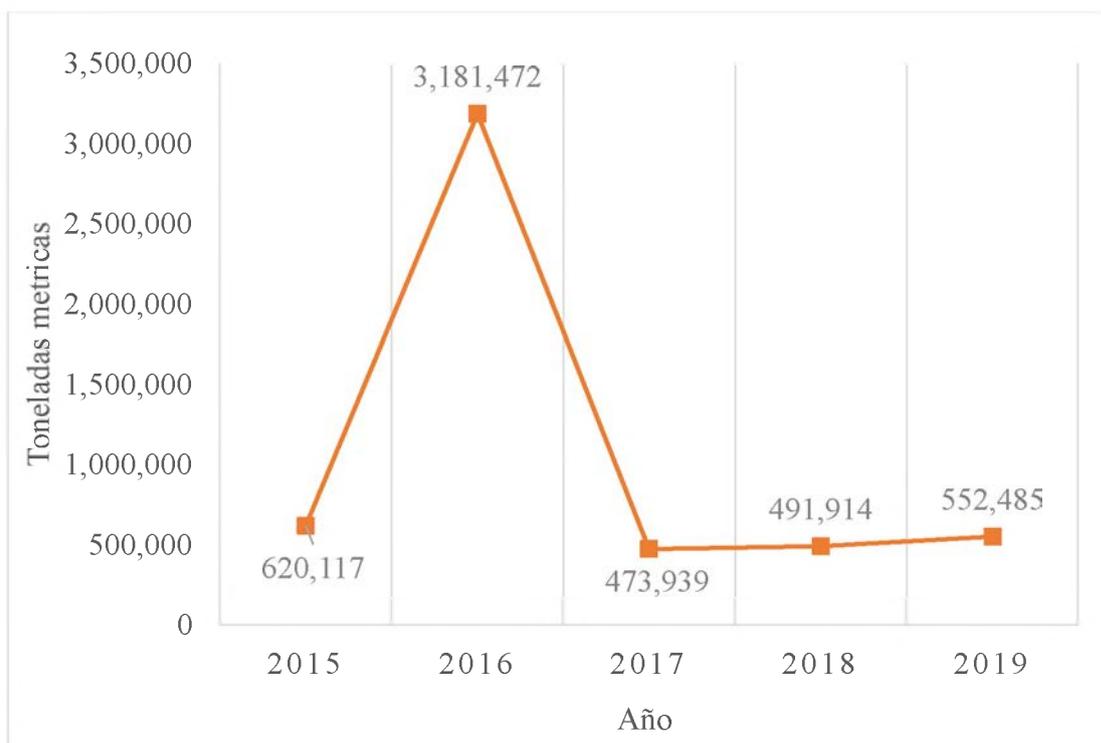
6.2. La demanda.

6.2.1. Serie Histórica.

Se investigo las exportaciones de frutas y vegetales desde el 2016 hasta el 2019. A continuación, veremos cómo se ha comportado las exportaciones durante esos años.

GRAFICA 7

SERIE HISTORIA DE LAS EXPORTACIONES DE FRUTAS Y VEGETALES



Fuente: Ministerio de Comercio Exterior

Preparado por: Adonis Paulino y Bidida Holguin.

Las exportaciones de frutas y vegetales para el 2016 tuvieron un incremento por 2,561,355 toneladas métricas con respecto al 2015. Durante esos dos años el país estuvo luchando para erradicar la Mosca del Mediterráneo, la cual se introdujo al país desde inicios del 2015, pero al final se vieron afectadas las exportaciones cuando Estados Unidos decidió restringirlas temporalmente a finales del 2016.

Esta restricción fue levantada para finales del 2017, prácticamente un año de impedimentos para exportar a unos de los países que mayor demanda frutas y vegetales de nuestro país. Estas exportaciones tuvieron un descenso por 2,707,533 toneladas métricas para el 2017 en comparación con el 2016. Para los años 2018 y 2019 el país ha tenido un leve incremento en las exportaciones con el propósito de alcanzar el punto más alto que obtuvimos que fue en el 2016.

6.2.2. Demanda Actual.

La demanda actual está en función de la necesidad real del consumo frutas y vegetales que tenemos en el mercado, estos datos están distribuidos a 15 países a los cuales les exportamos frutas y vegetales y que también permiten alimentos irradiados.

Cálculo de la demanda actual:

Para calcular la demanda se tomaron los datos estadísticos del Ministerio de Comercio Exterior. A continuación, la presentación de los resultados obtenidos a los 15 países que se mencionó anteriormente:

TABLA 8

PAÍSES QUE CONSUMEN ALIMENTOS IRRADIADOS Y REPUBLICA DOMINICANA LES EXPORTA FRUTAS Y VEGETALES

Países	Participación/Año (Promedio Participación 2019-2020)	Demanda Actual Toneladas Métricas/Año (Promedio Exportación 2019-2020)
Países Bajos	26.08%	171,634.42
Estados Unidos	20.45%	62,424.89
Reino Unido	21.17%	99,134.97
Alemania	5.38%	26,198.91
Canadá	1.64%	7,035.49
Bélgica	1.67%	5,799.67
España	0.93%	2,182.35
Francia	1.11%	2,879.06
Italia	0.76%	2,530.06
Israel	0.44%	1,488.75
Noruega	0.39%	1,542.01
Rusia	0.18%	399.38
Japón	0.00%	0.30
Polonia	0.00%	6.60
México	0.00%	0.16
Total	80.19%	383,257.01

Fuente: Ministerio de Comercio Exterior

Preparado por: Adonis Paulino y Bidda Holguin.

Como se observa en la tabla 8 los países con mayor demanda de frutas y vegetales son: Países Bajo, Reino Unido y Estados Unidos, aunque a este último demande menor cantidad que los otros dos países su participación ocupa el segundo lugar del total de los países por lo cual el valor FOB es más elevado que del Reino Unido.

Al final estos 15 países representar el mayor porcentaje de exportación de frutas y vegetales de la Republica Dominicana. Además, podemos observar que los países que tienen menor cantidad de demanda podemos aumentar esa cantidad que nos facilitaría las medidas fitosanitarias que se tomaran con el irradiador y debemos recordar que estos países son consumidores de alimentos conservados con la tecnología del proyecto propuesto.

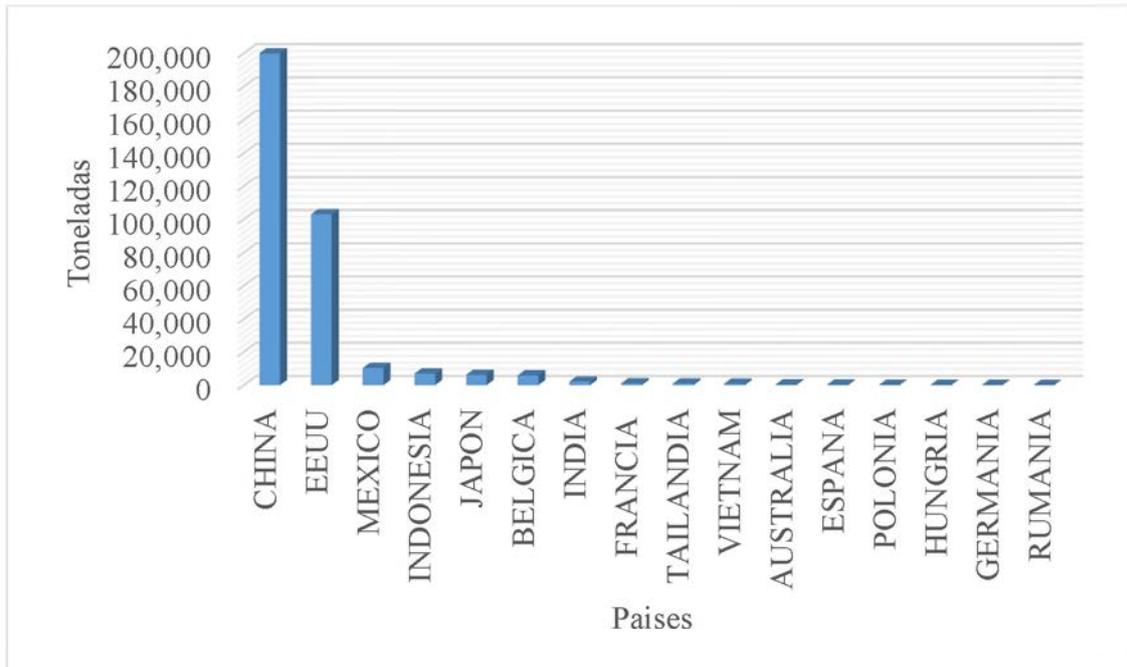
6.2.3. Tendencia Mundial De Irradiación.

Las grandes potencias como China y Estados Unidos poseen una gran tendencia a irradiar sus alimentos como carnes crudas, especias, granos, vegetales, etc. Además de los dos pises que mencionamos también sean unido a esta práctica otros países de Asia como Japón, indonesia, los países de Europa como España, Polonia, Francia, entre otros y los países de Latinoamérica como México.

La siguiente grafica muestra cómo se comporta esta práctica en algunos países del mundo que además de irradiar para exportar también la dieta de sus habitantes es rica en alimentos irradiados no solamente vegetales como propone nuestro proyecto.

GRAFICA 8

IRRADIACION DE ALIMENTOS 2010



Fuente: www.foodirradiation.org

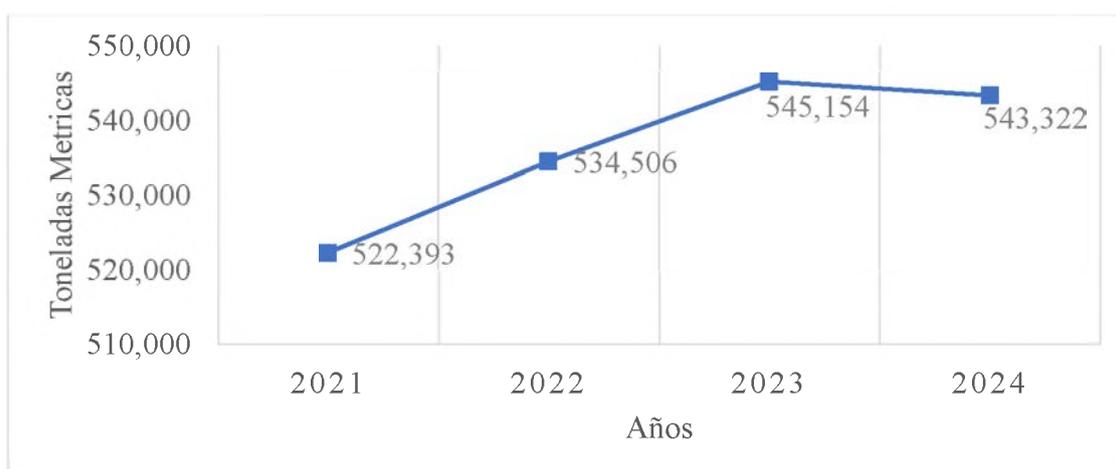
Preparado por: Adonis Paulino y Bidida Holguin.

6.2.4. Pronóstico De La Demanda Futura.

Para calcular la demanda futura se utilizó el método de pronóstico promedio móvil simple (SMA). A continuación, los resultados del pronóstico para los próximos 4 años:

GRAFICA 9

PRONOSTICO DE LA DEMANDA FUTURA TOTAL



Fuente: Ministerio de Comercio Exterior
Preparado por: Adonis Paulino y Bidida Holguin.

6.2.5. Análisis De Los Precios.

El precio para el servicio de irradiación para productos agrícolas está en función del precio unitario de venta de frutas y vegetales de exportación sin irradiar con el costo total para la aplicación del método de irradiación en el país.

TABLA 9

COSTOS DE EXPORTACION

Productos	Exportaciones Enero a Diciembre 2020		
	Volumen Bruto (Toneladas Métricas)	Valor FOB (US\$)	Precio Unitario (US\$/Ton)
Frutas	492,245	362,029,485	735.47
Vegetales	78,989	81,411,993	1,030.68
	Total		1,766.14

Fuente: Ministerio de Agricultura
Preparado por: Adonis Paulino y Bidida Holguin.

CAPITULO VII ESTUDIO TÉCNICO

7.1. Tamaño De La Planta.

Para establecer el tamaño de la planta determinamos los espacios necesarios para las estaciones de trabajo, los pasillos, el comedor, las oficinas administrativas, los baños, los parqueos, el almacén, las áreas de recepción y despacho de las frutas y vegetales y entres otras áreas más. El resultado nos dio que para una planta con una capacidad instalada de 43,000 toneladas al año corresponde a 2,117.54 m². Aunque nuestro irradiador tiene una capacidad de real de 270,000 toneladas al año.

TABLA 10

CALCULO DE LOS ESPACIOS PARA DETERMINAR EL TAMANO DE LA PLANTA

No.	Descripción	Área (m²)
1	Proceso De Tratamiento (Irradiador)	504
2	Oficinas Administrativas	56
3	Estación De Inspección De Calidad	6.99
4	Almacén (Despacho)	466.99
5	Almacén (Recepción)	466.99
6	Comedor	47.25
7	Cocina	3.76
8	Cuarto De Mantenimiento	15.5
9	Estacionamientos	431.8
10	Baños De La Planta Y Casilleros	174.48
11	Baños Administrativos	15
12	Área De Operaciones Y Seguridad	7.68
	Área total	2,196.44

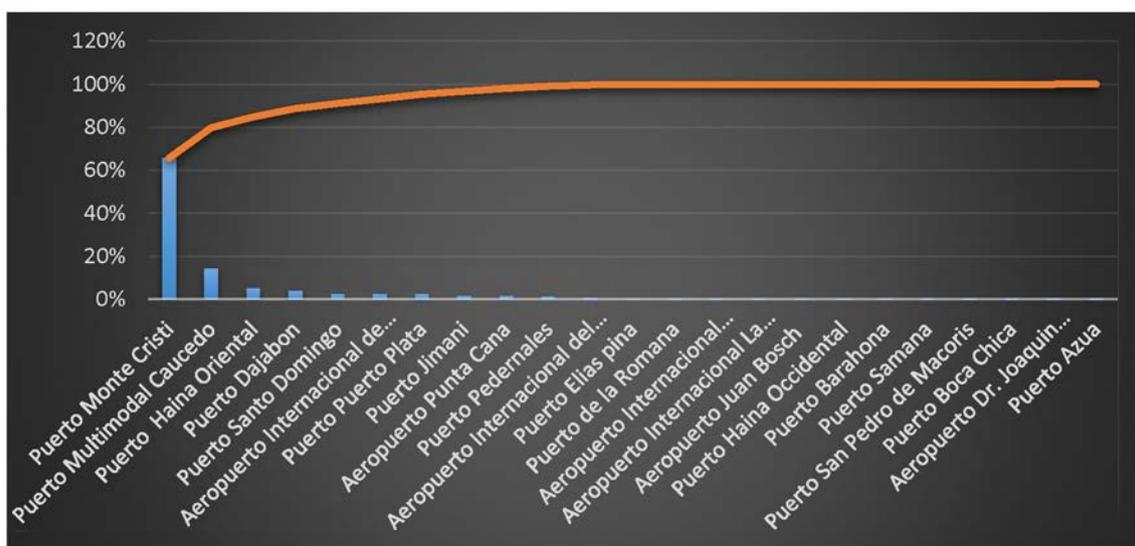
7.2. Localización De La Planta.

Factores que determinaron la localización de la planta irradiación de alimentos en la zona franca Multicausedo, Santo Domingo Este, fueron los siguientes puntos:

1. Condiciones ideales para el control de residuos de irradiación,
2. 2do en exportación de frutas y vegetales del país, abarcando el 14%,
3. Facilidad con la logística de transporte,
4. Disponibilidad de Energía Eléctrica y Agua,
5. Disponibilidad de mano de obra.

Tras un análisis de Pareto basado en las exportaciones de frutas y vegetales del país se determinó que la ubicación adecuada es Caucedo. La planta cuenta con un aproximado en mano de obra de 21 empleados distribuidas en las diferentes áreas para el cumplimiento de las necesidades de nuestra planta, esta mano de obra es el total de los 3 turnos que se trabaja en la planta.

GRAFICA 10
DIAGRAMA DE PARETO
EXPORTACIONES DE FRUTAS Y VEGETALES



7.2.1. Método de Ponderación de Factores.

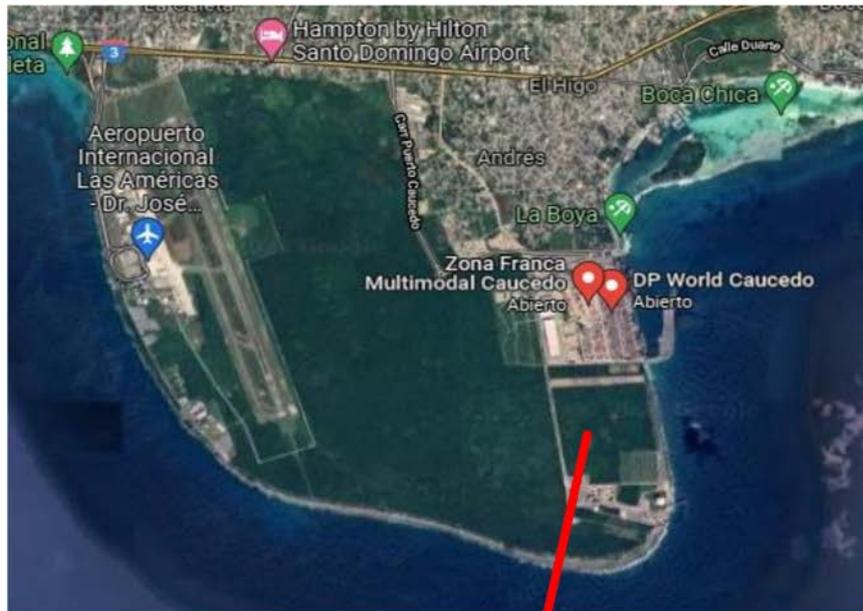
Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria

Método para determina la ubicación optima										
No.	Factores	Peso ponderado de factores			Calificación			Evaluación para la ubicación de la planta irradiación en Caucedo		
		Puerto Caucedo	Puerto Haina	Puerto Santo Domingo	Puerto Caucedo	Puerto Haina	Puerto Santo Domingo	Puerto Caucedo	Puerto Haina	Puerto Santo Domingo
1	Condiciones ideales para el control de residuos de irradiación, siendo de categoría 7 que son los permitido.	0.09	0.05	0.05	9	8	7	0.81	0.4	0.35
2	Manejo de volúmenes de exportación de frutas y vegetales	0.08	0.07	0.05	8	7	5	0.64	0.49	0.25
3	Cercanía a otros puertos y aeropuertos	0.1	0.08	0.09	10	7	8	1	0.56	0.72
4	Facilidad con la logística de transporte.	0.09	0.09	0.09	10	9	9	0.9	0.81	0.81
5	Disponibilidad de Energía Eléctrica y Agua.	0.1	0.09	0.06	10	10	5	1	0.9	0.3
6	Disponibilidad de mano de obra.	0.1	0.09	0.08	10	9	7	1	0.81	0.56
7	Centralización para recibir y entrega de materia prima	0.09	0.07	0.08	10	9	8	0.9	0.63	0.64
8	Cercanía a la Carretera principal	0.1	0.08	0.09	10	7	7	1	0.56	0.63
9	Servicios ofrecidos por la nave industriales RD	0.1	0.01	0.01	10	1	1	1	0.01	0.01
Totales		1	1	1	87	67	57	8	5	4

Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria

Tomando en cuenta los factores para cada puerto y las puntuaciones dadas del 1-10, como resultado de esta evaluación el puerto de Caucedo fue el que mejor valor obtuvo con 8.25/10 puntos, dándole la ventaja entre los puertos evaluados, debido con las facilidades que esta cuenta. Esta puntuación fue baja nuestros criterios.

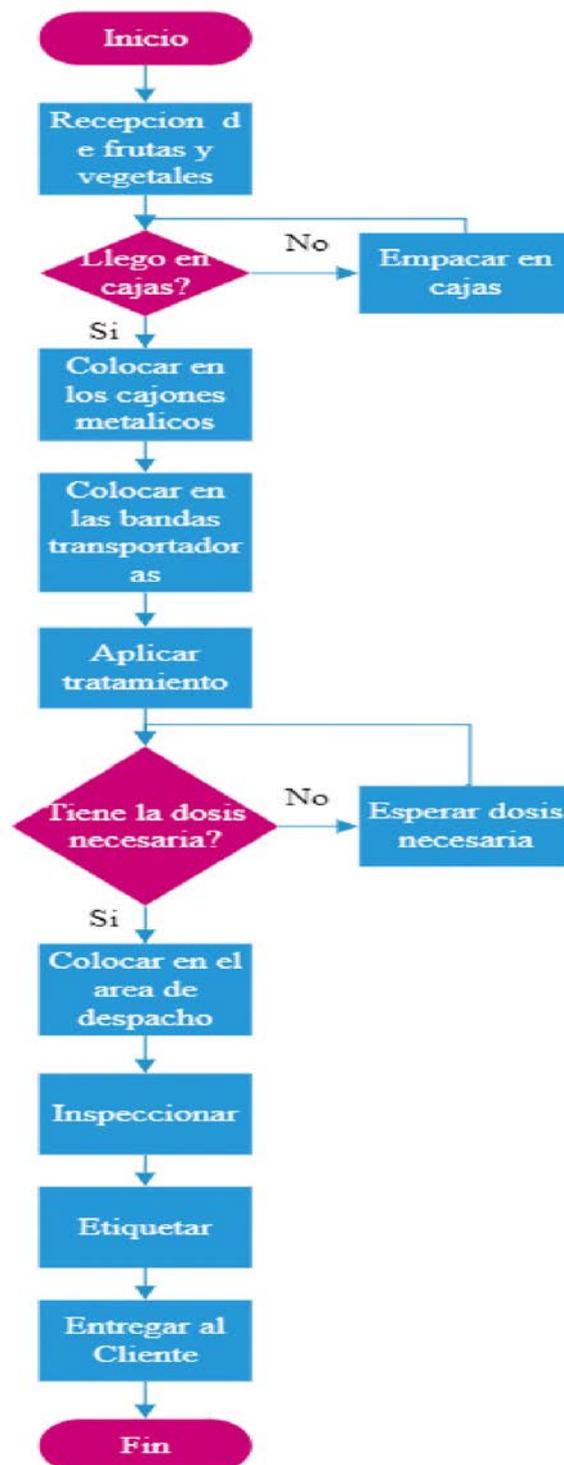
Figuras 7.



Localización del terreno

7.3. Ingeniería Del Proyecto.

7.3.1. Descripción Del Proceso (Diagrama De Flujo).



7.4. Mano De Obra.

Dada la naturaleza del proyecto no se puede parar de producir por lo que se trabajara las 24 horas 6 días de la semana, los turnos de trabajo se dividen en 3

- Mañana (8AM – 4PM) / Turno A
- Tarde (4PM – 12AM) / Turno B
- Noche (12AM – 8AM) / Turno C

Cada turno dispone de 30 min de almuerzo y los Domingo se da mantenimiento a la planta. Los días reales trabajados al año son 313 días/año. Los días feriados y turnos extras se pagan según la ley 139-97 y Código de trabajo (ley 16-92) de la República Dominicana.

7.5. Equipos Y Maquinaria.

Los equipos necesarios para realizar las operaciones de la planta serian a continuación:

Figura 8.



Bandas Transportadoras.

Figura 9.



Montacargas.

Figura 10.



Densitómetros

Figura 11.



Pallet Jack Digital

7.6. Higiene, Seguridad Y Medio Ambiente.

La irradiación de alimentos es un método nuevo para la Republica Dominicana, entonces tenemos como directrices para las buenas prácticas de seguridad, higiene y medio ambiente las del Codex Alimentarius y Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA) en conjunto con las del país.

Las operaciones de la planta como estarán ejercidas bajo las normas y códigos internacionales y nacionales, no podrán en peligro la seguridad y salud de los empleados siempre y cuando no violen las normas y además este tipo de planta están diseñadas con un sistemas tan moderno que evita que se tenga contacto directo con el irradiador cuando está en funcionamiento ya que los sistemas de seguridad tienen sensores para evitar que inicie el proceso sin tener todas las puertas cerradas y sin presencia de personas en los laberintos.

Los residuos se manejarán como indican las normas internacionales y cumpliendo con las del país con permisos de manipulación y transportación de ella. Además, también la planta se va a regir con el Reglamento 522-06 De Seguridad y Salud En El Trabajo

TABLA 11

NORMAS/CODIGOS INTERNACIONALES Y NACIONALES

Internacionales	Nacionales
CXS 106-1983 Norma General para Alimentos Irradiados.	NA-DR-001-03 Norma para la Gestión Ambiental de Desechos Radiactivos.
CXC 19-1979 Código de Prácticas para el Tratamiento de los Alimentos por Irradiación.	Decreto 244-95 Reglamento de Protección Radiológica
N.º SSG-8 Norma de Seguridad Radiológica de las Instalaciones de Irradiación de Rayos Gamma, Electrones y Rayos X.	NORDOM 822- Norma General Para Los Alimentos Irradiados
N.º 481 Manual de Buenas Prácticas para la Irradiación de Alimentos.	NORDOM 821 - Código De Prácticas Para El Tratamiento De Los Alimentos Por Irradiación

7.6.1. Matriz De Evaluación De Riesgos Ambientales.

Las plantas de irradiación Gamma tienen la posibilidad de generar impacto ambiental pero la probabilidad es muy poca, ya que los equipos que se utilizaran tienen sistemas de seguridad en caso de accidentes y además tanto la infraestructura como el área del irradiador cuentan con un blindaje que protege al personal de la planta. A continuación, se presenta la matriz para evaluar el posible impacto ambiental de la puesta en marcha de la planta:

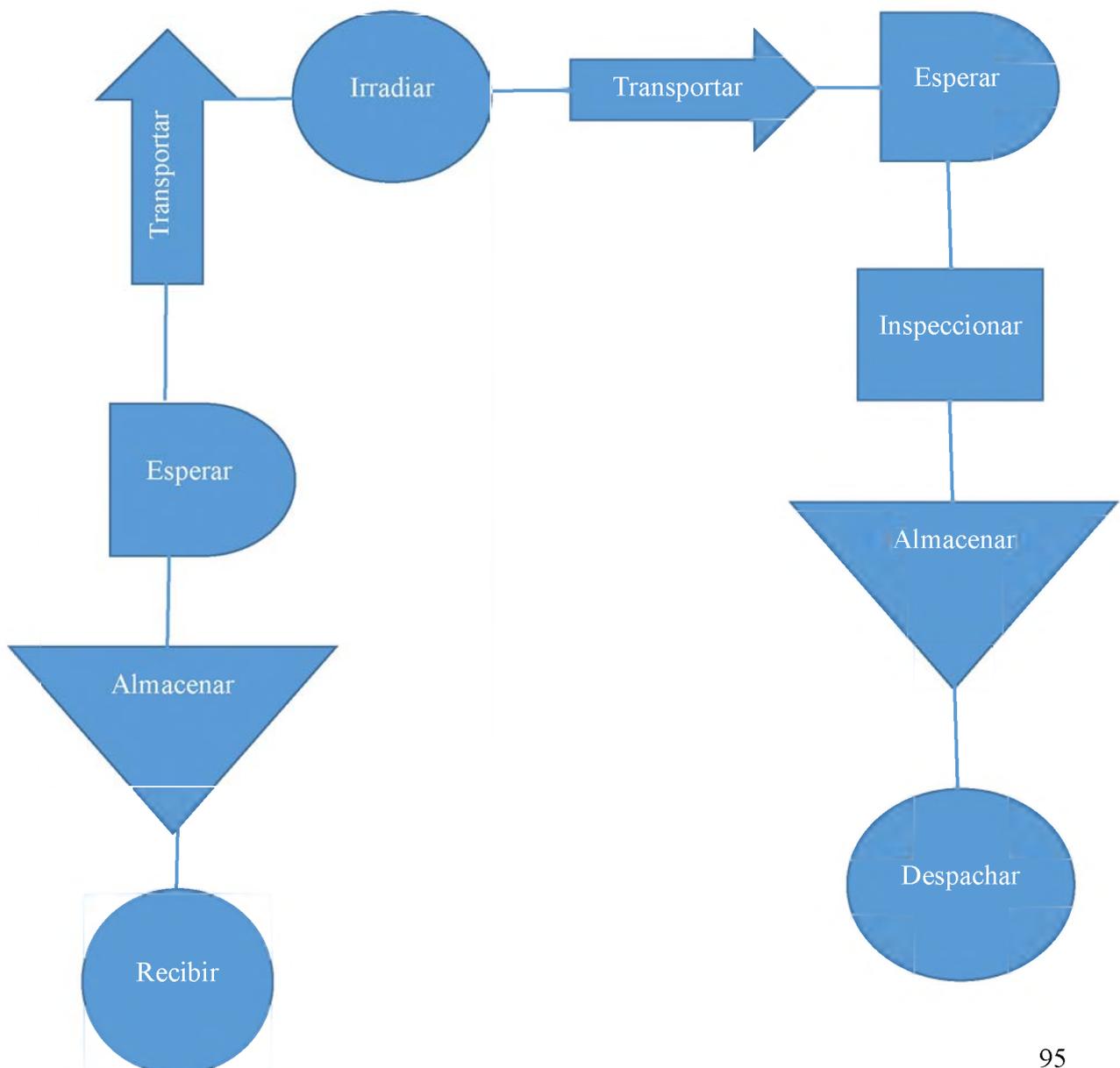
Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Evaluación Del Riesgo			Observaciones
		Probabilidad	Severidad	Índice De Evaluación De Riesgo	
Generación De Residuos Del Isotopo	Contaminación Del Suelo	5	B	No tolerable	Manejo de los residuos bajo las normas internacionales.
	Contaminación Del Agua	5	B	No tolerable	Manejo de los residuos bajo las normas internacionales.
	Daños A Las Personas	5	B	No tolerable	Manejo de los residuos bajo las normas internacionales.
	Daños Al Sector	5	B	No tolerable	Manejo de los residuos bajo las normas internacionales.
Variación De La Energía Eléctrica	Daños Al Irradiador	3	C	Tolerable	Reguladores de voltajes
	Incendios	3	A	No tolerable	Sistemas de control de incendios
Emisiones Del Isotopo	Contaminación Del Aire	5	B	No tolerable	Blindaje de hormigón armado y alberca
	Daños A Las Personas	5	B	No tolerable	Sensores de seguridad puertas de accesos
	Daños Al Sector	5	B	No tolerable	Infraestructura de hormigón armado
Derrames De La Alberca	Contaminación Del Suelo	1	D	Aceptable	Muros antiderrames
	Daños A Las Personas	1	D	Aceptable	Muros antiderrames
	Daños Al Sector	1	D	Aceptable	Muros antiderrames
	Daños A La Infraestructura	1	E	Aceptable	Muros antiderrames
Mal Funcionamiento Del Irradiador	Daños A Las Frutas Y Vegetales	4	B	No tolerable	Medidas de seguridad
	Daños A Las Personas	4	B	No tolerable	Medidas de seguridad
	Daños Al Sector	4	B	No tolerable	Medidas de seguridad
	Daños A La Infraestructura	4	D	No tolerable	Medidas de seguridad
	Contaminación Del Aire	4	B	No tolerable	Medidas de seguridad

7.7. Ingeniería Del Diseño.

7.7.1. Obtención De La Distribución De La Planta.

DIAGRAMA 1
METODO DE RECORRIDO
AREA DE LA PLANTA



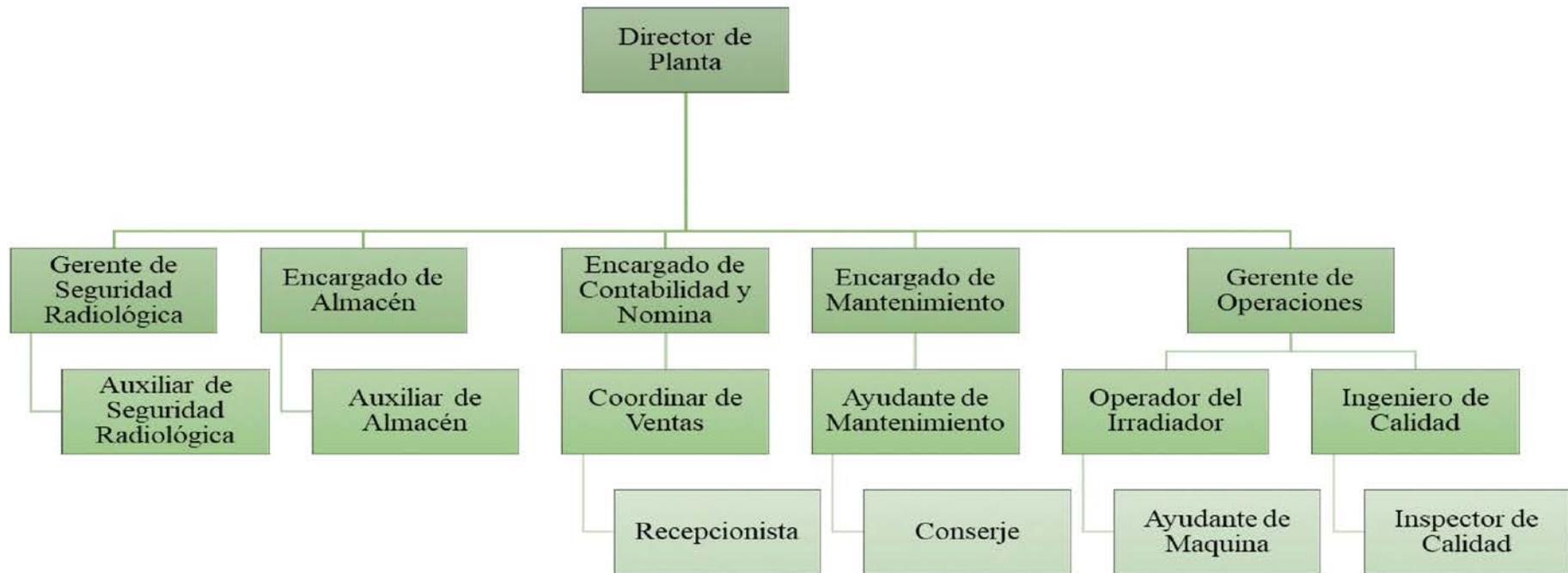
7.7.2. Plano De La Planta.



7.7.3. Organización General De La Planta.

El siguiente organigrama presenta las posiciones de la planta, donde se encuentra el personal administrativo y el de mano de obra directa, organizados de forma jerárquicos. También se mencionarán las funciones principales que desempeñan cada personal dentro de la planta.

DIAGRAMA 2
ORGANIGRAMA DE LA PLANTA



7.7.4. **Funciones.**

Personal Administrativo

Director de Planta

- Establecer las metas de ventas y calidad.
- Establecer las políticas de manufactura.
- Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de las metas.
- Incitar el mejoramiento.
- Proporcionar recompensas por alto rendimiento.

Gerente de Seguridad Radiológica

- Monitorear las áreas vulnerables del irradiador.
- Corregir posibles incidentes.
- Supervisar el cumplimiento de las normas de seguridad
- Verificar los niveles radiación
- Supervisar el almacenamiento de los desechos radiactivos.

Encargado de Mantenimiento

- Programar mantenimientos preventivos.
- Realizar mantenimientos correctivos.
- Reparar equipos dañados.
- Solicitar equipos o piezas necesarios.
- Supervisar los mantenimientos preventivos.

Encargado de Almacén

- Recibir las frutas y vegetales a irradiar.
- Despachar las frutas y vegetales irradiados.
- Verificar los recibos.
- Recibir y entregar suministros o insumos.

Coordinador de ventas

- Realizar ordenes de ventas.

Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria

- Verificar facturas.
- Estudiar el mercado y sus tendencias.
- Analizar los precios del servicio.
- Ampliar cartera de clientes

Gerente de Operaciones

- Hacer cumplir las metas y políticas de manufactura.
- Realizar informes sobre el desempeño y mejoras.
- Supervisar los empleados.
- Implementar mejoras del proceso.

Encargado de Contabilidad y Nomina

- Elaborar informes para la preparación del presupuesto.
- Elaborar informes de los estados contables.
- Control de facturas de proveedores.
- Elaborar y pagar la nómina de la planta.
- Controlar los descuentos por ley de los empleados.

Ingeniero de Calidad

- Control de calidad del irradiador.
- Hacer cumplir las metas y políticas de calidad.
- Determinar y solucionar los problemas de calidad.
- Producir informes de la calidad de las frutas y vegetales.

Recepcionista

- Agendar citas de clientes
- Recibir los clientes
- Atender llamadas

Mano de obra directa.

Operador del Irradiador

- Monitorear el funcionamiento del irradiador.
- Verificar los niveles de radiación del irradiar este dentro de los límites.

Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria

- Maniobrar el irradiador.
- Realizar el tratamiento de las frutas y vegetales.

Ayudante de Maquina

- Dar soporte al operador.
- Empacar las frutas y vegetales.
- Colocar las frutas y vegetales en las bandas transportadoras.

Auxiliar de seguridad radiológica

- Dar soporte al Gerente de Seguridad Radiológica.
- Supervisar los niveles de radiación del irradiador.
- Suministrar los equipos de protección personal.

Auxiliar de Almacén

- Organizar suministros e insumos.
- Etiquetar las cajas de frutas y vegetales irradiado.
- Maniobrar el montacargas.

Ayudante de Mantenimiento

- Realizar los mantenimientos preventivos.
- Coordinar las limpiezas.
- Reportar fallas de los equipos.

Inspector de Calidad

- Muestreo aleatorio de las frutas y vegetales irradiados.
- Cumplir las metas y políticas de calidad.
- Hacer reporte de dosímetros de las frutas y vegetales irradiados.

Conserje

- Limpiar las áreas de la planta, oficina, comedor y baños.
- Preparar el café del personal de la planta y oficina.
- Control de los suministros de limpieza.

7.8. Marco legal.

Actualmente la Republica Dominicana no cuenta con normativas para regular las actividades de una planta de irradiación. Por el momento solo contaremos con requerimientos legales para gestionar permisos para la construcción, operación, manipulación de residuos radiactivos, exportaciones de los isotopos y acceso a un puerto clase siete.

Para fines de comercialización tampoco contamos con reglamentos o normativas para alimentos irradiados, pero tenemos la NORDOM 874 - Código De Prácticas Para El Envasado y Transporte De Frutas y Hortalizas Frescas, donde el capítulo 5 indica como tener un adecuado envasado para mantener la calidad de los productos para su transportación y comercialización, cual servirá como base para nuestros procesos y tomando en la CXG 32-1999 Directrices Para La Producción, Elaboración Y Comercialización De Alimentos Producidos Orgánicamente del Codex Alimentarius.

Los países extranjeros como Estados Unidos no tienen normas para comercializar productos irradiados ya que para ellos es un tratamiento común como l de congelación o pasteurización, en ese caso no sería necesario una normativa para exportar frutas y vegetales a Estados Unidos como nuestro único destino para esos alimentos.

Por igual no tenemos normas en el país que indique el uso de la irradiación como medida fitosanitaria. Si Estados Unidos es un gran consumidor de alimentos irradiados como los datos que hemos obtenidos podríamos llegar a un acuerdo para exportación sin la necesidad de contar con una norma para irradiación con fines fitosanitarios.

CAPITULO VIII ESTUDIO ECONÓMICO

8.1. Introducción.

En esta etapa del estudio se determinará los recursos económicos necesarios para realizar el proyecto, así poder determinar los costos totales de instalación y operación de la planta, la inversión total inicial y calcular los cargos por depreciación para comprobar si es rentable o no.

8.2. Inversiones En Terreno, Edificio Y Equipos.

El capital para la inversión inicial se evalúa con los componentes que forman el proyecto los cuales están integrados por los equipos y aditamentos para la irradiación de alimentos, los mobiliarios y equipos necesarios para la gestión humana del proyecto.

El terreno que se determinó como óptimo para el proyecto cuenta con 2,196.44 m² y el cual tiene un precio de RD\$30,750,160. La inversión total que se demanda para la implementación de este proyecto fue de RD\$222,819,739.

TABLA 12

PRESUPUESTO DE LA INVERSION INICIAL

Concepto	Costo Unitario (RD\$)	Cantidad	Costo Total (RD\$)
Terreno	14,968	2,196.44 m ²	30,750,160
Obra Civil	-	-	29,527,027
Equipos y aditamentos	-	-	160,854,098
Mobiliarios y equipos de oficina de la planta	-	-	1,688,454
		Total	222,819,739

TABLA 13

COSTO DE EQUIPOS Y ADITAMENTOS DE PROCESO

Equipos	Cantidad	Costo Unitario (RD\$)	Costo Total (RD\$)
Sistema Gammafit Nordion	1	-	103,626,943
Isotopo Cobalto 60	200,000 Ci	-	37,420,840
Blindaje Y Alberca	900 m ³	-	14,392,631
Sistema De Dosimetría	1	-	4,029,937
Montacargas De GLP	2	509,619	1,019,238
Pallet Jack Digital	1	11,364	11,364
Banda Transportadora Automática	11	28,500 (10 m)	313,500
Densitómetro	3	13,215	39,645
Total			160,854,098

Cotización: empresa NORDION, www.alibaba.com

TABLA 14

COSTO DE MOBILIARIOS Y EQUIPOS DE OFICINA DE LA PLANTA

Mobiliario	Requerido	Costo Unitario (RD\$)	Costo Total (RD\$)
Computadoras (Teclado, Mouse, CPU y Monitor)	13	69,372	901,836
Impresora	2	11,977	23,954
Teléfonos Sencillos	2	3,610	7,220
Escritorios	12	11,416	136,992
Sillas	12	12,000	144,000
Archivo	12	10,726	128,712
Aire Condicionado	10	34,574	345,740
Total	63	153,675	1,688,454

Cotización: www.cecomsa.com

8.3. Costo de Operación.

En las tablas 16,17,18 y 19 se especifican los costos de los insumos, energía eléctrica, mano de obra directa, personal administrativo, combustible, mantenimiento y depreciación, todos estos costos componen lo que es el costo de operación para el proyecto. Para los costos de los recursos humanos, estos fueron estimados con los salarios de empleados de zona francas. Los costos de operación están más detallados en las tablas siguientes:

TABLA 15

COSTO DE OPERACIÓN

Concepto	Costo (RD\$)
Insumos	81,316,350
Energía Eléctrica	11,246,099
Mano De Obra Directa	9,623,512
Personal Administrativo	10,865,007
Combustible	721,021
Mantenimiento	3,217,082
Depreciación	25,733,061
Total	142,722,132

Para las frutas y vegetales irradiados por nuestra planta se determinó utilizar cajas de cartón luego de haber sido tratados, para darles mayor seguridad y estética cuando sean exportados además estas cajas estarán etiquetadas con el símbolo que exigen las entidades internacionales para identificar los alimentos con tratamientos de irradiación.

TABLA16

COSTO DE INSUMOS

Insumos	Costo unitario (RD\$)	Cantidad requerida anual	Costo total anual (RD\$)
Rollo de Etiquetas de 1,000 unidades	2,482	1,075	2,668,150
Cajas de cartón (20" x 20" x 15") capacidad de 40kg	72	1,075,000	77,615,000
Tarimas (39"x 47")	287	3,600	1,033,200
		Total	81,316,350

Cotización: Cartones Del Caribe, S.A.S., Atlantic Caribbean Packaging

El precio de la energía eléctrica para Santo Domingo es un consumo mayor de 200 kWh se le aplica un precio de RD\$14.95 y con un cargo fijo de 30 días a RD\$225.50 pero los consumos menores o igual a 200kWh tiene un descuento de 50% al monto total por la suma del cargo fijo y el por consumo eléctrico de energía facturado al mes. Los precios mencionados que se obtuvieron de la resolución SEI-002-2022-TF por la Superintendencia De Electricidad, se calculó a continuación el costo de energía eléctrica:

TABLA 17

COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Equipos	kWh/Mes	Costo/Mes (RD\$)	kWh/Año	Costo/Año (RD\$)
Gammafit	39,600	590,751	475,200	7,089,006
Banda Transportadoras	4,754	69,803	57,048	837,634
Computadoras	1,170	16,222	14,040	194,664
Impresoras	4	345	43	4,140
Teléfonos	9	511	103	6,132
Aire Condicionados	2,633	38,094	31,596	457,126
Lámparas	31,725	221,450	380,700	2,657,397
Total	79,894	937,175	958,730	11,246,099

Los salarios como se mencionó en la tabla 18 están sujetos a estimaciones de salarios de empleados de zonas francas, porque las empresas de producción con mayor volumen de empleados se ubican en las zonas francas y así las personas están más familiarizadas con el monto de los salarios de las tablas 18 y 19.

Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria

TABLA 18

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA

Posiciones:	Salario Mensual Bruto (RD\$)	Seguro Familiar de Salud (SFS) (RD\$)	Fondo de Pensiones (AFP) (RD\$)	Seguro de Riesgo Laborales (SRL) (RD\$)	Vacaciones (RD\$)	Sueldo 13 (RD\$)	Cantidad	Valor total (RD\$)
Operador del Irradiador	39,000	2,765	2,769	429	22,912	39,000	3	1,804,408
Ayudante de Maquina	26,000	1,843	1,846	286	15,275	26,000	3	1,202,939
Auxiliar de seguridad radiológica	45,500	3,226	3,231	501	26,731	45,500	3	2,105,143
Auxiliar de Almacén	26,000	1,843	1,846	286	15,275	26,000	3	1,202,939
Ayudante de Mantenimiento	26,000	1,843	1,846	286	15,275	26,000	3	1,202,939
Inspector de Calidad	32,500	2,304	2,308	358	19,094	32,500	3	1,503,674
Conserje	13,000	922	923	143	7,637	13,000	3	601,469
Total	208,000	14,747	14,768	2,288	122,199	208,000	21	9,623,512

Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria

TABLA 19

COSTO DE PERSONAL ADMINISTRATIVO

Posiciones:	Salario Mensual Bruto (RD\$)	Seguro Familiar de Salud (SFS) (RD\$)	Fondo de Pensiones (AFP) (RD\$)	Seguro de Riesgo Laborales (SRL) (RD\$)	Vacaciones (RD\$)	Sueldo 13 (RD\$)	Cantidad	Meses	Valor total (RD\$)
Director de Planta	125,000	8,863	8,875	1,375	73,437	125,000	1	12	1,927,787
Gerente de Seguridad Radiológica	100,000	7,090	7,100	1,100	58,749	100,000	1	12	1,542,229
Encargado de Mantenimiento	50,000	3,545	3,550	550	29,375	50,000	1	12	771,115
Encargado de Almacén	62,500	4,431	4,438	688	36,718	62,500	1	12	963,893
Encargado de ventas	87,500	6,204	6,213	963	51,406	87,500	1	12	1,349,451
Gerente de Operaciones	92,000	6,523	6,532	1,012	54,050	92,000	1	12	1,418,851
Encargado de Contabilidad y Nomina	87,500	6,204	6,213	963	51,406	87,500	1	12	1,349,451
Ingeniero de Calidad	75,000	5,318	5,325	825	44,062	75,000	1	12	1,156,672
Recepcionista	25,000	1,773	1,775	275	14,687	25,000	1	12	385,557
Total	704,500	49,949	50,020	7,750	413,890	704,500	9	108	10,865,007

Los cálculos para la depreciación de los activos fijos del proyecto fueron obtenidos por el código tributario ley no.11-92, se le aplico el porcentaje de depreciación para bienes no arrendado como se indica en la tabla 20.

TABLA 20

DEPRECIACION ACTIVOS FIJOS

Concepto	Valor	% Depreciación Anual	Valor Depreciación
Equipos De Producción	160,854,098	15	24,128,115
Obra Civil (Edificio)	29,527,027	5	1,476,351
Mobiliario y Equipo De Oficina	514,378	25	128,595
		Total	25,733,061

Fuente: Código Tributario (Ley No.11-92)

El costo por el combustible está requerido por el equipo de montacargas, según las especificaciones de los montacargas elegidos tienen un consumo de 14 galones al día de GLP, como se tiene propuesto que se trabaje tres turnos cada uno de 8 horas, eso equivale que el consumo por día tendría un costo de RD\$ 1,975.

Para el costo de mantenimiento para una instalación de este tipo se presupuesta al 2% anual de la inversión total de la maquinaria es decir un monto de RD\$3,217,082. También los gastos de productos y equipos de limpieza, los uniformes y entre otros gastos esta presentados en la tabla 21.

TABLA 21

OTROS COSTOS

Descripción	Requerido	Costo Unitario (RD\$)	Costo/Día (RD\$)	Costo/Año (RD\$)
Combustible (GLP)	14 galones/Dia	141.10 por galón	1,975	721,021
Mantenimiento	-	-	-	3,217,082
Otros (Equipos Y Productos De Limpieza, Uniformes De Trabajo, Entre Otros)	-	-	-	35,440
			Total	3,973,543

Cotización: www.pricessmart.com, www.hoy.com.do, www.alibaba.com

8.4. Ingresos Por Toneladas.

Para obtener una ganancia deseada de un 60%, cubrir los costos de operación y saldar el préstamo, el precio de venta para irradiar es RD\$8,297.79 por toneladas. Tenemos una ganancia anual de RD\$356,805,330 al irradiar 43,000 toneladas al año.

TABLA 22
INGRESOS POR VENTA

Capacidad De Producción Por Año (Toneladas Métrica)	Precio Por Irradiar RD\$/Ton	Ingreso Anual (RD\$)
43,000	8,297.79	356,805,330

8.5. Rentabilidad Del Proyecto.

El capital para la inversión inicial para el proyecto será por medio de un financiamiento al 100% por el banco. Se tomo para el análisis del banco Banreservas con una tasa de interés anual fija de 15.95% para un plazo para el retorno del préstamo a 10 años. Las cuotas son mensuales, pero se muestra en la tabla 23 el monto total de las cuotas al año.

TABLA 23
COSTOS FINANCIEROS

Periodo	Cuotas	Capital	Interés	Saldo
0				\$222,819,739.00
1	\$46,015,856.75	\$10,476,108.38	\$35,539,748.37	\$212,343,630.62
2	\$46,015,856.75	\$12,147,047.66	\$33,868,809.08	\$200,196,582.96
3	\$46,015,856.75	\$14,084,501.77	\$31,931,354.98	\$186,112,081.19
4	\$46,015,856.75	\$16,330,979.80	\$29,684,876.95	\$169,781,101.40
5	\$46,015,856.75	\$18,935,771.07	\$27,080,085.67	\$150,845,330.32
6	\$46,015,856.75	\$21,956,026.56	\$24,059,830.19	\$128,889,303.76
7	\$46,015,856.75	\$25,458,012.80	\$20,557,843.95	\$103,431,290.96
8	\$46,015,856.75	\$29,518,565.84	\$16,497,290.91	\$73,912,725.13
9	\$46,015,856.75	\$34,226,777.09	\$11,789,079.66	\$39,685,948.04
10	\$46,015,856.75	\$39,685,948.04	\$6,329,908.71	\$0.00

Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria

TABLA 24
ESTADO DE RESULTADOS DEL PROYECTO

Concepto	2022	2023	2024	2025	2026
Ingresos	\$356,805,330	\$360,373,383	\$363,977,117	\$367,616,888	\$371,293,057
Costo De Operación	\$142,722,132	\$142,722,132	\$142,722,132	\$142,722,132	\$142,722,132
Préstamo	\$46,015,857	\$46,015,857	\$46,015,857	\$46,015,857	\$46,015,857
Utilidad Neta	\$168,067,341	\$171,635,395	\$175,239,128	\$178,878,900	\$182,555,068

Concepto	2027	2028	2029	2030	2031
Ingresos	\$375,005,988	\$378,756,048	\$382,543,608	\$386,369,044	\$390,232,735
Costo De Operación	\$142,722,132	\$142,722,132	\$142,722,132	\$142,722,132	\$142,722,132
Préstamo	\$46,015,857	\$46,015,857	\$46,015,857	\$46,015,857	\$46,015,857
Utilidad Neta	\$186,267,999	\$190,018,059	\$193,805,619	\$197,631,055	\$201,494,746

TABLA 25
FLUJO DE EFECTIVO Y VALOR PRESENTE

Periodo	Flujo De Efectivo	Valor Presente
0	-RD\$222,819,739	-RD\$222,819,739
1	RD\$168,067,341	RD\$144,948,117
2	RD\$171,635,395	RD\$127,663,088
3	RD\$175,239,128	RD\$112,413,592
4	RD\$178,878,900	RD\$98,963,741
5	RD\$182,555,068	RD\$87,104,407
6	RD\$186,267,999	RD\$76,650,277
7	RD\$190,018,059	RD\$67,437,212
8	RD\$193,805,619	RD\$59,319,891
9	RD\$197,631,055	RD\$52,169,709
10	RD\$201,494,746	RD\$45,872,900

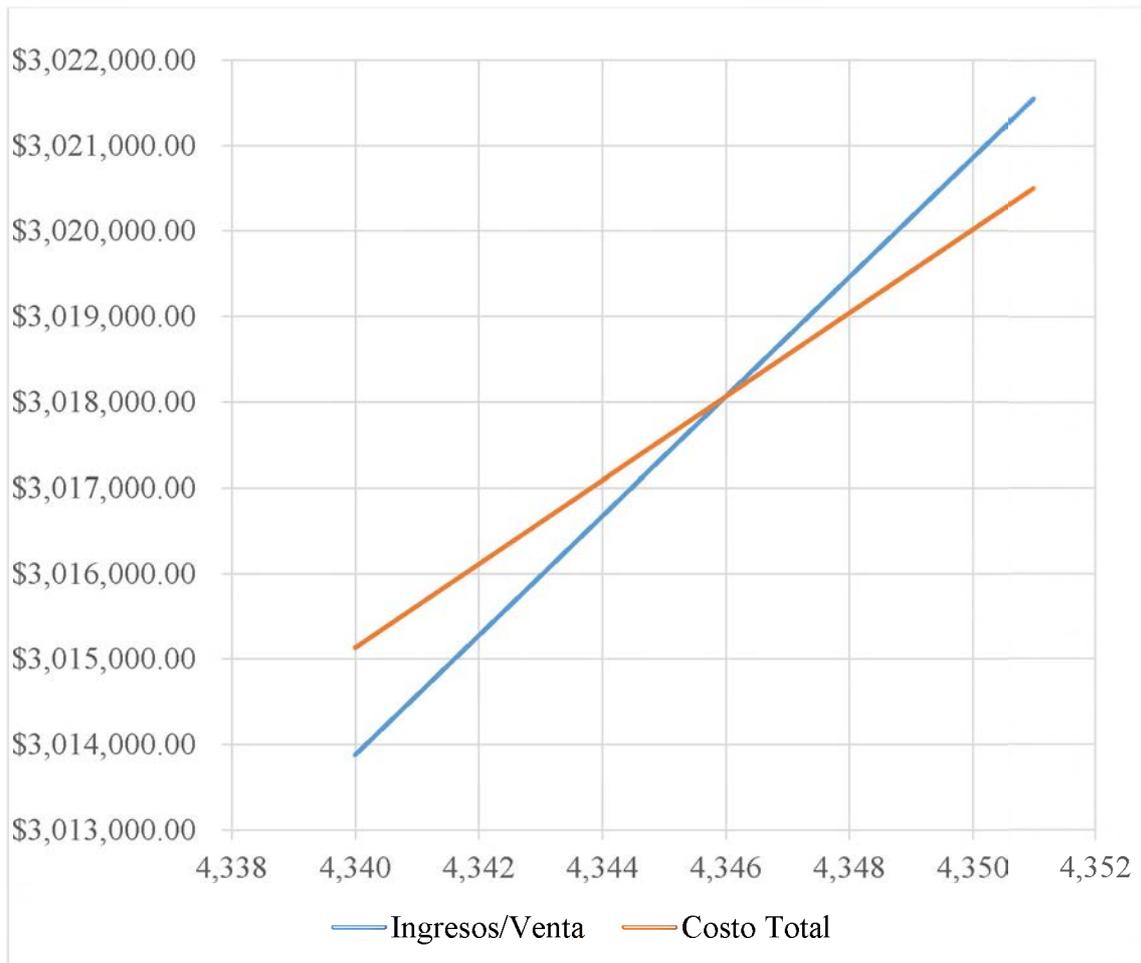
El valor presente neto obtenido es positivo por lo cual la rentabilidad del proyecto es aceptable con una tasa interna de rendimiento de 76% mayor que el TMAR. Para el cálculo de la TMAR se tomó la inflación del 2021 que fue de un 7.70%.

Medición	Valor Obtenido
TMAR	40%
VALOR PRESENTE NETO	RD\$649,723,195
TIR	77%

8.6. Punto De Equilibrio.

El punto de equilibrio para este proyecto es de 4,346 toneladas aproximadamente. Para que la planta este en un punto donde no tenga pérdidas ni ganancias cuando irradie 4,346 toneladas, considerando que conforme aumente las unidades, la utilidad se incrementará.

GRAFICA 11
PUNTO DE EQUILIBRIO



CONCLUSIONES

Considerando los datos obtenidos mediante el estudio técnico se determinó la posibilidad de instalar una planta de irradiación de alimento, con el objetivo principal de aumentar la calidad de nuestras frutas y vegetales de exportación. La ubicación más optima que se obtuvo para la planta fue el área de Punta Caucedo.

Con el estudio económico se concluyó que la implementación de una planta de irradiación es factible si irradiamos por encima de 4,346 toneladas para que genere ganancias.

Respecto análisis ambiental se demostró que se cumplimos los reglamentos y procedimientos que exigen las entidades internacionales como el Codex Alimentarius, la planta no genera ningún impacto negativo a las personas ni al medio ambiente.

RECOMENDACIONES.

El proyecto tener una inversión inicial y costo de operación muy elevado porque lo cual el precio para dar irradiar también lo es. Será hacer una alianza pública-privada, para que el gobierno cubra hasta un 40% los costos de operación. Para reducir el precio de irradiación a un monto más accesible para exportadores minoritas.

Evaluar usar la irradiación para tratar frutas y vegetales importados al país que pueden presentar problemas de plaguicida grave. También utilizar la irradiación para los productos de consumo local y reducir la utilización de pesticidas y funguicidas en el país.

Planificar aumentar la capacidad de irradiación a 270,000 toneladas anual, con los resultados obtenidos de la aceptación de la población por utilizar este método de higienización y prolongación de los productos comestibles.

Expandir el uso de la irradiación a otros productos perecederos de exportación y construir una segunda planta de irradiación en las cercanías del puerto de Monte Cristi.

BIBLIOGRAFÍA

Valdez, F., Matos, L. y Álvarez, P., (enero, 2016). Índice de plagas y enfermedades de importancia económica en la Republica Dominicana. Ministerio de Agricultura, Republica Dominicana.

OMS, (1995). *Inocuidad e idoneidad nutricional de los alimentos irradiados*. España.

Rodríguez, F., (2002). *Ingeniería de la industria alimentaria*. Volumen III. SINTESIS, S.A., España.

Santamaría, M. R., (2003). *Industria alimentaria: Tecnologías emergentes*. Barcelona: UPC.

De los Santos, P., (2009). *Estudio de factibilidad para la instalación de una industria de quesos con la nueva tecnología "Gelificación" en la provincia de monte plata*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), Santo Domingo, RD.

Díaz Rodríguez, A., (2015). *División Regional de la República Dominicana*. Santillana.

Sena. M., (enero 22, 2014). El sector agropecuario en la República Dominicana. *Fundación codespa*. Sitio web: www.codespa.org

Tejada, L., (septiembre 18, 2018). La agricultura tendrá que duplicar su producción. *Listín Diario*. Recuperado de <https://listindiario.com/economia/2018/09/18/533600/la-agricultura-tendra-que-duplicar-su-produccion>

Polanco, M., (diciembre 7, 2012). Fenómenos y plagas hostigan al agro de RD. *El caribe*. Recuperado de <https://www.elcaribe.com.do/2012/12/07/sin-categoria/fenomenos-plagas-hostigan-agro/>

Diario Libre. (febrero 7, 2019). Autoridades coordinan uso de tecnología nuclear para mejorar inocuidad en productos agrícolas. *Diario libre*. Recuperado de <https://www.diariolibre.com/economia/autoridades-coordinan-uso-de-tecnologia-nuclear-para-mejorar-inocuidad-en-productos-agricolas-OA12039034>

Ferreras, A., (febrero 26, 2016). La agricultura dominicana está amenazada por plagas. *El dinero*. Recuperado de <https://www.eldinero.com.do/20429/la-agricultura-dominicana-esta-amenazada-por-plagas/>

Economía y negocios. (diciembre 27, 2018). En el 2018 República Dominicana logro producir el 100% de varios productos de la canasta básica. *Listín Diario*. Recuperado de <https://listindiario.com/economia/2018/12/27/547274/en-el-2018-republica-dominicana-logro-producir-el-100-de-varios-productos-de-la-canasta-basica>

Polanco, M., (marzo 21, 2015). En 40 años el sector agrícola de RD ha sido atacado por 20 plagas. *El caribe*. Recuperado de <https://www.elcaribe.com.do/sin-categoria/40-anos-sector-agricola-sido-atacado-por-20-plagas/>

Red Pública Dominicana (octubre 9, 2018). *Agricultura Dominicana*. Recuperado de <http://www.redpublicadominicana.com/uncategorized/agricultura-dominicana/>

Servicios de acento (marzo 13, 2018). *La producción agropecuaria de República Dominicana creció un 5,9 % en 2017, afirma el Gobierno*. Recuperado de <https://acento.com.do/2018/economia/8545781-la-produccion-agropecuaria-republica-dominicana-crecio-59-2017-afirma-gobierno/>

Alarcón, W., Nelson, B., Medellín, E., & Chaparro, J. Diseño para la construcción de una planta de procesamiento de productos cárnicos. Universidad piloto de Colombia. Facultad de ciencias sociales y empresariales. Programa economía especialización gerencia de proyectos Bogotá. Recuperado de <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00001135.pdf>

Eustice, R. F. (2018). Global status and commercial applications of food irradiation

Fred E. Meyer y Matthew P., (2006) *Diseño De Instalaciones De Manufactura Y Manejo De Materiales*.

INTERNEGRAFIA

<http://www.fao.org/3/y1669s/y1669s0k.htm#TopOfPage>

<http://www.redpublicadominicana.com/uncategorized/agricultura-dominicana/>

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/36940/9243542400_spa.pdf;jsessionid=78110F421CB92FEB026626F071331BB1?sequence=1

<http://inin.gob.mx/publicaciones/documentospdf/Irradiacion%20de%20alimentos.pdf>

https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/D481_S_web.pdf

<https://www.rinconeducativo.org/es/recursos-educativos/planta-de-irradiacion-de-alimentos-productos-biomedicos-y-material-quirurgico>

http://www.noldor.com.ar/noldorweb/detalles/Plantas_de_irradiacion.pdf

HOJA DE EVALUCION

Bidda Mercedes Holguin Pujols

Adonis de Jesús Paulino de los Santos

Ing. Simón Jiménez
Asesor

Ing. Fe Del Carmen Payano
Miembro del jurado

Ing. Julia Castillo
Miembro del jurado

Ing. Manuel Pérez Ogando
Presidente del jurado

Ing. Nelbry Zapata
Directo de la Escuela de la Ingeniería Industrial

Bidda Mercedes Holguin Pujols

Adonis de Jesús Paulino de los Santos

Calificación numérica _____
Calificación alfabética _____

Calificación numérica _____
Calificación alfabética _____

Fecha

Estudio de Factibilidad en el Mercado Dominicano de la puesta en funcionamiento de un Irradiador de Alimentos para Frutas y Vegetales como Medida Fitosanitaria
