



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto de Investigación previo a
la obtención del título de Ingeniero
Industrial.

Título del Proyecto de Investigación:

**“Optimización del proceso de fumigación agrícola mediante la utilización
de los drones”**

Autor:

José Rolando Navia Zamora

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. Leonardo Arturo Baque Mite MSc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador.

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **José Rolando Navia Zamora**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. _____

José Rolando Navia Zamora

C.C. # 1309878807

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. Leonardo Arturo Baque Mite MSc., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante José Rolando Navia Zamora, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“Optimización del proceso de fumigación agrícola mediante la utilización de los drones”**, previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Leonardo Arturo Baque Mite MSc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Por medio del presente me permito certificar, que el Sr. José Rolando Navia Zamora, estudiante egresado de la carrera de Ingeniería Industrial paralelo A, una vez que se revisó el proyecto de investigación titulado “**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FUMIGACIÓN AGRÍCOLA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LOS DRONES**”; tengo a bien certificar que se realizó la revisión respectiva del por medio del sistema Urkund, con un porcentaje favorable del 2%. Se adjunta imagen del sistema **Urkund**.

URKUND	
Documento	Proyecto de investigación, José Navia.docx (D54005888)
Presentado	2019-06-20 09:56 (-05:00)
Presentado por	jose.navia2014@uteq.edu.ec
Recibido	lbaque.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje	Proyecto de investigación, José Navia Mostrar el mensaje completo 2% de estas 26 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.

Ing. Leonardo Arturo Baque Mite MSc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Optimización del proceso de fumigación agrícola mediante la utilización de los drones”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Mercedes Moreira Menéndez MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Patricio Alcocer Quinteros MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Néstor Salinas Buestán MSc.

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2019

AGRADECIMIENTO

A mi esposa Delhy Piza Morales, quien ha estado presente en todo momento para apoyarme a seguir adelante sin flaquear en la meta propuesta.

A mis padres, quienes a su manera me han animado a seguir adelante sin importar lo duro que fuese el camino escogido.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme como un profesional

Al Ing. Leonardo Baque por ser el tutor y guía para la ejecución de este proyecto.

A todos los profesores, que aportaron con sus enseñanzas para formarme como un profesional ético.

DEDICATORIA

*A ti esposa amada por ser la persona que
más creyó en mí, mostrándome tu apoyo
incondicional.*

*A mi hija Kelly Navia, tú que eres el
motor que impulsa mi vida y por quien
lucho incansablemente.*

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación plantea la optimización de los procesos de fumigación agrícola mediante la implementación de los drones fumigadores, la finalidad de este proyecto se basa en demostrar que mediante la implementación de este nuevo sistema se puede abarcar una mayor área de fumigado en menor tiempo. El proyecto se lo realizó en las asociaciones de agricultores registradas en el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Quevedo, estas asociaciones cuentan con 319 socios de los cuales se seleccionó una muestra al azar de 175 personas para aplicar una encuesta donde se determinó como realizan la fumigación de los cultivos, se seleccionaron fincas en las cuales se realizó el estudio de métodos y tiempo a los procesos de fumigación usados por los agricultores. Como resultado se obtuvo que el 96% de los encuestados realizan la fumigación de sus cultivos por el método tradicional -utilizando bombas de aspersión tipo mochila-, el tiempo de fumigado por este medio es de 17, 8 horas por hectárea. Según especificaciones técnicas de los drones a través de este sistema el tiempo de fumigado por hectárea se reducirá a 4,5 minutos, el costo por fumigación al implementar el nuevo sistema de fumigación se reducirá en 48 %. En base a viabilidad del proyecto se recomienda que sea ampliado, a través de Ministerio de Agricultura y Ganadería, a los agricultores que no forman parte de las asociaciones, se sugiere realizar un diagnóstico del proceso de aplicación del agroquímico mediante el dron para verificar la eficiencia y eficacia de su utilización en relación a la producción, debido a que el costo de los drones fumigadores es muy elevado es aconsejable que sean adquiridos directamente por las asociaciones y estas creen un departamento de fumigación para brindar este servicio a sus socios y demás agricultores interesados.

Palabras claves:

Fumigación agrícola, Drones, Estudio de tiempo.

ABSTRACT

This research proposes the optimization of the processes of agricultural fumigation through the implementation of spraying drones, the purpose of this project is based on showing that by implementing this new system can encompass a greater fumigated area in a shorter time. The project was carried out in the associations of farmers registered in the Ministry of Agriculture and Livestock of Quevedo, these associations have 319 partners of which was selected a sample at random of 175 people to apply a survey where Determined how to fumigate the crops, farms were selected in which the study of methods and time to the fumigation processes used by farmers. As a result, it was obtained that 96% of the respondents carry out the fumigation of their crops by the traditional method-using a backpack-type sprinkler pump, the time of fumigated by this medium is 17, 8 hours per hectare. According to technical specifications of the drones through this system the fumigation time per hectare will be reduced to 4.5 minutes, the cost of fumigation when implementing the new fumigation system will be reduced by 48%. On the basis of feasibility of the project it is recommended that it be extended, through the Ministry of Agriculture and Livestock, to the farmers that are not part of the associations, it is suggested to make a diagnosis of the process of application of the agrochemical through the drone To verify the efficiency and efficiency of its use in relation to production, because the cost of the fumigation drones is very high it is advisable to be acquired directly by the associations and they create a fumigation department for Provide this service to your partners and other interested farmers.

Keywords:

Agricultural fumigation, Drones, Time study.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE CUADROS	xiii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
CÓDIGO DUBLIN	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1 Problema de Investigación.....	3
1.1.2. Formulación del problema.	3
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos específicos.	4
1.3 Justificación.	4
CAPÍTULO II	
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1. Marco conceptual.....	7

2.1.1. Optimización de proceso.	7
2.1.2. Estudio de métodos: su significado y utilidad.	7
2.1.3. Diagrama de procesos.....	7
2.1.4. Métodos de medición de tiempo.....	9
2.1.5. Material fundamental para el estudio de tiempo.....	10
2.1.6. Pasos para realizar para el estudio de tiempos.....	10
2.1.7. Fumigar.....	11
2.1.8. Fumigación agrícola.	11
2.1.9. Métodos de fumigación.	11
2.1.10. Agricultura de precisión	12
2.1.11. Estudio	12
2.1.12. Qué es un UAV, Dron o VANT y UAS.	12
2.1.13. Drones en la agricultura.....	13
2.1.14. Reglamento para poder operar los drones.	13
2.1.15. Costo de producción.	15
2.2. Marco referencial.....	16
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	17
3.1. Localización.....	18
3.1.1. Ubicación geográfica.	18
3.1.2. Límites.	18
3.2. Tipo de investigación.....	19
3.2.1. Descriptiva.	19
3.2.2. Investigación de campo.	19
3.2.3. Cuantitativa.....	19
3.3. Método de investigación.....	19
3.3.1. Método inductivo.....	19

3.3.2. Método comparativo.....	20
3.4. Fuentes de recopilación de la información.	20
3.5. Diseño de la investigación.	20
3.6. Instrumentos de la investigación.	20
3.6.1. Encuesta.....	20
3.6.2. Estudio de método y tiempo.	21
3.7. Tratamiento de los datos.....	21
3.8. Recurso humano y materiales.....	22
3.8.1. Recurso humano.	22
3.8.2. Recursos materiales	22
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1. Resultados.....	24
4.1.1. Principales cultivos sembrado en Quevedo.	24
4.1.2. Fumigaciones realizadas por cultivos.....	24
4.1.3. Procesos de fumigación utilizados en el sector agrícola del cantón Quevedo.....	25
4.1.4. Estudio de métodos y tiempo de los procesos de fumigación.	26
4.1.5. Ventajas y desventajas del uso de la bombas tipo mochila.	39
4.1.6. Drones fumigadores.....	40
4.1.7. Comparación de eficiencia de fumigación entre las bomba tipo mochila y los drones fumigadores.....	43
4.1.8. Viabilidad de optimización de los procesos de fumigación agrícola con la utilización de drones.....	45
4.1.9. Análisis de costo de fumigación por hectárea.	46
4.2. Discusión.	53
CAPÍTULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55

5.1.	Conclusiones.....	56
5.2.	Recomendación.....	57
CAPÍTULO VI		
	BIBLIOGRAFÍA	58
CAPÍTULO VII		
	ANEXOS	62
7.1.	Encuesta.....	63
7.2.	Tabulación de resultado de encuesta.	65
7.3.	Datos del estudio de tiempo.....	72
7.4.	Medidas de gotas.	76
7.5.	Tabla recomendada por la OIT para calcular los suplementos.....	77

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Simbología utilizada en la elaboración de cursogramas	8
Cuadro 2	Diagrama analítico del proceso fumigación.	29
Cuadro 3	Registro de estudio de tiempo finca Sr Cedeño Pedro. Cedeño Pedro	30
Cuadro 4	Registro de estudio de tiempo finca Sr. Cedeño Primitivo.....	32
Cuadro 5	Registro de estudio de tiempo finca Sra. Veliz Blanca.....	34
Cuadro 6	Registro de estudio de tiempo finca Sr. Romero Arturo.	36
Cuadro 7	Descripción de las necesidades para la fumigación tradicional.....	47
Cuadro 8	Descripción de las necesidades para la fumigación con drones.	50

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Los símbolos y su referencia con actividades.	9
Ilustración 2	Localización.	18
Ilustración 3	Diagrama de flujo actividades en el proceso de fumigación tradicional.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de las actividades del proceso de fumigación	27
Tabla 2 Cálculo del tiempo estándar finca Sr. Cedeño Pedro.	31
Tabla 3 Volumen de producto utilizado finca Sr. Cedeño Pedro.	31
Tabla 4 Cálculo tiempo estándar finca Sr. Cedeño Primitivo.	33
Tabla 5 Volumen de producto utilizado finca Sr. Cedeño Primitivo.	33
Tabla 6 Cálculo del tiempo estándar finca Sra. Veliz Blanca.	35
Tabla 7 Volumen de producto utilizado finca Sra. Veliz Blanca.	35
Tabla 8 Cálculo del tiempo estándar finca Sr. Romero Arturo.	37
Tabla 9 Volumen de producto utilizado finca Sr. Romero Arturo.	37
Tabla 10 Promedios de los estudios de tiempos estándar y volumen.	38
Tabla 11 Comparación de drones.	43
Tabla 12 Comparación de eficiencia entre bomba de mochila y drone.	44
Tabla 13 Matriz FODA.	45
Tabla 14 Costos fijos fumigación tradicional por Ha.	49
Tabla 15 Costos variables fumigación tradicional por Ha.	49
Tabla 16 Costo total fumigación tradicional por Ha.	50
Tabla 17 Costos fijos por Ha fumigación con dron.	52
Tabla 18 Costos variables fumigación con dron por Ha.	52
Tabla 19 Costos total fumigación con dron por Ha.	53

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Optimización del proceso de fumigación agrícola mediante la utilización de los drones		
Autor:	JOSÉ ROLANDO NAVIA ZAMORA		
Palabras claves	Fumigación agrícola	Drones	Estudio de tiempo
Fecha de publicación			
Editorial:	UTEQ		
Resumen:	La presente investigación plantea la optimización de los procesos de fumigación agrícola mediante la implementación de drones fumigadores, la finalidad de este proyecto se basa en demostrar que mediante la implementación de este nuevo sistema se puede abarcar una mayor área de fumigado en menor tiempo. El proyecto se lo realizó en las asociaciones de agricultores registradas en el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Quevedo, estas asociaciones cuentan con 319 socios de los cuales se seleccionó una muestra al azar de 175 personas para aplicar una encuesta donde se determinó como realizan la fumigación de los cultivos, se seleccionaron fincas en las cuales se realizó el estudio de métodos y tiempo a los procesos de fumigación usados por los agricultores. Como resultado se obtuvo que el 96% de los encuestados realizan la fumigación de sus cultivos por el método tradicional -utilizando bombas de aspersión tipo mochila-, el tiempo de fumigado por este medio es de 17, 8 horas por hectárea. Según especificaciones técnicas de los drones a través de este sistema el tiempo de fumigado por hectárea se reducirá a 4,5 minutos, el costo por fumigación al implementar el nuevo sistema de fumigación se reducirá en 48 %. En base a viabilidad del proyecto se recomienda que sea ampliado, a través de Ministerio de Agricultura y Ganadería, a los agricultores que no forman parte de las asociaciones, se sugiere realizar un diagnóstico del proceso de aplicación del agroquímico mediante el dron para verificar la eficiencia y eficacia de su utilización en relación a la producción, debido a que el costo de los drones fumigadores es muy elevado es aconsejable que sean adquiridos directamente por las asociaciones y estas creen un departamento de fumigación para brindar este servicio a sus socios y demás agricultores interesados.		
Abstract:	This research proposes the optimization of the processes of agricultural fumigation through the implementation of spraying drones, the purpose of this project is based on showing that by implementing this new system can encompass a greater fumigated area in a shorter time. The project was carried out in the associations of farmers registered in the Ministry of Agriculture and Livestock of Quevedo, these associations have 319 partners of which was selected a sample at random of 175 people to apply a survey where Determined how to fumigate the crops, farms were selected in which the study of methods and time to the fumigation processes used by farmers. As a result, it was obtained that 96% of the respondents carry out the fumigation of their crops by the traditional method-using a backpack-type sprinkler pump, the time of fumigated by this medium is 17, 8 hours per hectare. According to technical specifications of the drones through this system the fumigation time per hectare will be reduced to 4.5 minutes, the cost of fumigation when implementing the new fumigation system will be reduced by 48%. On the basis of feasibility of the project it is recommended that it be extended, through the Ministry of Agriculture and Livestock, to the farmers that are not part of the associations, it is suggested to make a diagnosis of the process of application of the agrochemical through the drone To verify the efficiency and efficiency of its use in relation to production, because the cost of the fumigation drones is very high it is advisable to be acquired directly by the associations and they create a fumigation department for Provide this service to your partners and other interested farmers.		
Descripción:			
URL:			

INTRODUCCIÓN

La agricultura es la columna vertebral de la economía mundial, a través de ella se alimenta a la población y se obtiene materia prima para las industrias, pero, esta actividad se ve amenazada por el ataque de plagas y enfermedades que tienen efectos negativos en los cultivos. Para mantener y preservar los cultivos, las fumigaciones agrícolas se hacen necesarias. En los países en vías de desarrollo actualmente se está utilizando vehículos aéreos no tripulados (drones) para realizar las fumigaciones y el monitoreo de los cultivos.

En el Ecuador, para el control de plagas, enfermedades y maleza, se realizan fumigaciones agrícolas por tres métodos distintos: a) fumigación mediante el uso de avionetas (fumigación aérea); b) de manera mecanizada a través de canguros adaptados con bombas para fumigar; c) fumigación tradicional, con el uso de bombas de fumigar tipo mochila, las cuales pueden ser a motor o manual.

Para el pequeño agricultor del cantón Quevedo uno de los aspectos que más inconveniente le produce al momento de realizar las fumigaciones de sus cultivos es el tiempo que demora en dicho proceso y el costo que conlleva. El objetivo principal de esta investigación es la optimización del proceso de fumigación agrícola mediante la utilización de los drones.

Para llevar a cabo la investigación, el trabajo se ha estructurado en cinco capítulos principales. Capítulo I, se presentan el problema de investigación, los objetivos generales y específicos y la respectiva justificación. Capítulo II, sustentos teóricos investigados del problema objeto de estudio. Capítulo III, donde se describe el lugar de la investigación y los métodos y tipo de investigación empleados. Capítulo IV, se presentan el estudio de método y tiempo, y el análisis de costos. Capítulo V donde se presentan las conclusiones y las recomendaciones.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de Investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

En la agricultura uno de los procesos de mayor importancia es la fumigación, ya que, por medio de este proceso se controla la maleza, insectos y enfermedades que pueden hacer desaparecer los cultivos en cuestión de días. Las plagas y enfermedades representan factores más y más limitadores de la producción tanto de los pequeños productores como de la destinada a la exportación y pueden causar pérdidas catastróficas [1].

La fumigación de los cultivos es uno de los procesos que más costo genera a los pequeños agricultores, debido a la mano de obra empleada en dicha actividad y al desperdicio de los insumos. Dependiendo del tipo de cultivo se deben realizar entre 4 y 7 fumigaciones desde antes de su siembra hasta su cosecha.

Los medios que se utilizan para realizar este proceso son: la fumigación tradicional donde se utiliza bombas tipo mochila (manual o motor) para la aspersión del químico en los cultivos; por medio de maquinarias, donde se utilizan tractores a los cuales se les adapta una bomba y largas extensiones de cañerías; y por vía aérea con el uso de avionetas fumigadoras.

La desventaja de realizar las fumigaciones agrícolas, mencionadas en el párrafo anterior, es su elevado costo de operación, desperdicio del insumo agrícola, la contaminación, y en especial en el caso de la fumigación tradicional la afectación de la salud de la persona que realiza la actividad.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Se podrá optimizar el proceso de fumigación agrícola mediante la utilización de los drones?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Cuáles son los procesos de fumigación utilizados en el sector agrícola en el cantón Quevedo?

¿Cómo realizar un estudio de tiempo y métodos de fumigación con la utilización de drones?

¿Por qué establecer la viabilidad de optimización de los procesos de fumigación agrícola con la utilización de drones?

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo General.

Optimizar el proceso de fumigación agrícola mediante la utilización de los drones.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Determinar los procesos de fumigación utilizados en el sector agrícola del cantón Quevedo.
- Realizar un estudio de métodos y tiempos de los procesos de fumigación utilizados por los agricultores.
- Establecer la viabilidad de optimizar los procesos de fumigación agrícola con la utilización de drones.

1.3 Justificación.

El sector agrícola del Ecuador pasa por muchos problemas para mantener controlado el brote de plagas y enfermedades de los distintos cultivos, este control se lo realiza mediante la aplicación, por medio de aspersión, de productos fitosanitarios (agroquímicos). Otro de los problemas que se presenta en el agro, debido a la migración rural, es la escases de mano de obra (jornaleros).

En el cantón Quevedo el método más utilizado para el control de plagas y maleza es la fumigación tradicional con el uso de bombas de fumigación tipo mochila, este método de fumigación provoca un mayor consumo de agroquímico, requiere demasiado tiempo para el fumigado, para cubrir grandes áreas se necesitan varios jornaleros y requiere demasiado esfuerzo físico.

Este proyecto de investigación se justifica por el aporte que brindará a los pequeño y medianos agricultores del cantón, debido a que en esta investigación se plantea la forma de optimizar el proceso de fumigación agrícola, de esta manera reducir: los costos de operación, el desperdicio de los insumos agrícolas, el impacto ambiental y las afectaciones a la salud de las personas.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Optimización de proceso.

El propósito de la optimización de procesos es reducir o eliminar la pérdida de tiempo y recursos, gastos innecesarios, obstáculos y errores, llegando a la meta del proceso. No importa cuáles fueron las herramientas, tecnologías y los recursos invertidos; no importa las inversiones realizadas y ni siquiera los esfuerzos empleados por el equipo. Un proceso ineficiente y no optimizado nunca va a generar los resultados más eficientes [2].

2.1.2. Estudio de métodos: su significado y utilidad.

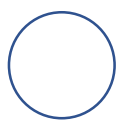
El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades con el fin de efectuar mejoras [3]. En la actualidad, conjugar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos origina incrementos de la productividad. Con base en la premisa de que en todo proceso siempre se encuentran mejores posibilidades de solución, puede efectuarse un análisis a fin de determinar en qué medida se ajusta cada alternativa a los criterios elegidos y a las especificaciones originales, lo cual se logra a través de los lineamientos del estudio de métodos [4].

2.1.3. Diagrama de procesos.

Esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancia recorrida, cantidad considerada, tiempo requerido [4].

Con fines analíticos y como ayuda para describir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco categorías conocidas bajo los términos de operaciones, transporte, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes [4].

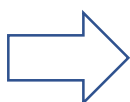
Cuadro 1 Simbología utilizada en la elaboración de cursogramas



Operación: Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.



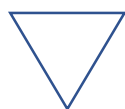
Inspección: Indica la inspección de la calidad y/o la verificación d la cantidad.



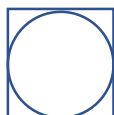
Transporte: Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.



Depósito provisional o espera: Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.



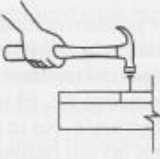
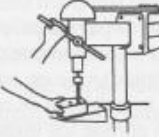
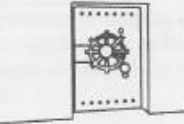
Almacenamiento permanente: Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se recibe o se entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.



Actividades combinadas: Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo.

FUENTE: ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT)
ELABORADO: NAVIA, J (2019)

Ilustración 1 Los símbolos y su referencia con actividades.

OPERACION 	 Clavar	 Agujerear	 Mecanografiar
TRANSPORTE 	 Por carro	 Por aparejo	 A mano
INSPECCION 	 Control de cantidad y/o de calidad	 Lectura de indicador	 Lectura de un documento
ESPERA 	 Material en espera de ser procesado	 Trabajador en espera de ascensor	 Documentos en espera de clasificación
Almacena- miento 	 Almacenamiento a granel	 Depósito de productos terminados	 Archivo

FUENTE: OIT

2.1.4. Métodos de medición de tiempo.

El método de medición de tiempo proporciona valores de tiempo de los movimientos fundamentales de alcanzar, mover, y, agarrar, posicionar, desenganchar y soltar. Los autores define al método de medición de tiempo como “un procedimiento que analiza cualquier operación manual o un método basado en los movimientos básicos que se requieren para realizarlo y asigna a cada movimiento un tiempo estándar predeterminado que está establecido por la naturaleza del movimiento y las condiciones en las que se realiza” [5].

2.1.5. Material fundamental para el estudio de tiempo.

El estudio del tiempo exige cierto material fundamental, a saber [3]:

- Cronómetro.
- Tablero de observaciones.
- Formularios de estudio de tiempo [3].

2.1.6. Pasos para realizar para el estudio de tiempos.

Una vez que se ha elegido la tarea a medir como el estudio de tiempos con cronometro suele constar de los siguientes pasos [6].

1. Obtener y registrar toda la información que se disponga acerca de la tarea a medir, del operario y de las condiciones de trabajo que puedan influir en el desempeño de la misma [6].
2. Dividir la operación en elementos, describiendo y registrando el método de ejecución [6].
3. Determinar el tamaño de la muestra, asegurándose de que se está utilizando el mejor método posible para su ejecución por el operario [6].
4. Medir el tiempo que tarda el trabajador en completar cada elemento [6].
5. Al mismo tiempo que lo anterior, valorar el ritmo o la actividad con que el operario realiza la operación [6].
6. Calcular el tiempo básico [6].

2.1.7. Fumigar

Aplicar humo, gases, vapores o polvo en suspensión a algo, especialmente a campos o plantas [7].

2.1.8. Fumigación agrícola.

La fumigación agrícola es la base de un cultivo productivo, pues está comprende desde la preparación del terreno para eliminar malezas hasta la aspersión de agroquímicos para el control de plagas y hongos que pueden causar serios daños a los cultivos [8], [9].

2.1.9. Métodos de fumigación.

La fumigación de insumos agrícolas en los cultivos transitorios y permanentes en Ecuador, actualmente se la realiza de dos maneras: la primera es manualmente y la segunda es de forma mecanizada, esta segunda puede ser con el uso de máquinas terrestres y aérea [10].

2.1.9.1. Fumigación manual.

La fumigación manual es llevada a cabo con la utilización de bombas en forma de mochila cargadas en la espalda por hombres contratados para realizar específicamente esta labor. Las aplicaciones de insumos agrícolas actualmente en los cultivos de pequeños productores son realizadas con bombas manuales y en el mejor de los casos con una bomba de motor [11].

2.1.9.2. Fumigación mecanizada.

Las fumigaciones mecanizadas en el cultivo de arroz se las pueden realizar tanto por vía aérea como por vía terrestre. La que se realiza vía terrestre es por medio de tractores acoplados para realizar dicha labor, mientras que las fumigaciones aéreas por lo general son contratadas a servicios externos de la plantación y se realizan con avionetas y

helicópteros. Toda esta mecanización de los cultivos convergen a un objetivo común, que es el de mejorar la rentabilidad de los productores [11].

2.1.10. Agricultura de precisión

La agricultura de precisión parte de un concepto novedoso que busca optimizar el manejo de la producción agrícola teniendo en cuenta la variabilidad del agroecosistema [12]. La agricultura de precisión es aplicar la cantidad correcta de insumos, en el momento adecuado y en el lugar exacto [13]. Es el manejo diferenciado de los cultivos utilizando para ello diferentes herramientas tecnológicas (GPS sensores planta-clima-suelo e imágenes multiespectrales provenientes tanto de satélites como de UAS/RPAS) [14], [15].

2.1.11. Estudio

Según (Grajales 2004: 97) citado por [16], el cuál define al estudio “como el proceso mediante el cual se incorporan nuevos conocimientos a su intelecto es el proceso que se realiza Para aprender y adquirir conocimientos destrezas y habilidades para el ejercicio profesional competente”.

2.1.12. Qué es un UAV, Dron o VANT y UAS.

El UAV (Unmanned Aerial Vehicle), dron (zángano) o VANT (Vehículo Aéreo No Tripulado) de uso civil es una aeronave a propulsión, no tripulada y reutilizable que opera mediante control a distancia y autónomamente, Existen en el mercado tres tipos de drones: ala fija; ala rotatoria y mixtos. [17], [18], habitualmente, se suelen distribuir en tres grandes categorías, dependiendo de su tamaño, de la carga que pueden transportar y de su autonomía de vuelo: micro y mini UAV, tácticos y estratégicos [19]; los drones (abejorros, en inglés) se caracterizan por disponer de varios motores (4, 6 u 8) con accionamiento directo sobre sus respectivos álabes [20].

Según la organización de Aviación Civil internacional (OACI) Citado por [21], Define qué “una aeronave no tripulada es una aeronave destinada a volar sin piloto a bordo. Está aeronave puede ser controlada remotamente desde tierra mediante una estación de control

qué puede mantener un vuelo controlado y autónomo”. Las aplicaciones de los drones son varias, las cuales abarcan desde las civiles hasta las militares. Dentro de sus aplicaciones acciones civiles tenemos la vigilancia de tráfico en carretera las operaciones de búsqueda y salvamento, la recolección de información para la predicción meteorológica, la vigilancia de bosques o detección de fuego entre otros [22].

2.1.13. Drones en la agricultura.

El uso de drones o vehículos aéreos no tripulados (UAV) en aplicaciones comerciales tiene el potencial de alterar dramáticamente varias industrias [23], Los mercados civiles más prometedores son la agricultura de precisión y la seguridad pública, representando entre los dos el 90 % de los mercados potenciales conocido para los UAS REAS [14].

Esta tecnología son útiles donde las intervenciones humanas no son posibles para la pulverización de productos agroquímicos en los cultivos y la escasez de la mano de obra. También ayuda a que el trabajo de pulverización sea rápido y fácil [24].

2.1.14. Reglamento para poder operar los drones.

La Dirección General de Aviación Civil (DGAC), con resolución N° 251/2015, emite el 17 de septiembre de 2015 el reglamento “Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS) o conocidas como DRONES o Sistemas de Aeronaves No Tripuladas (UAS)” cuyas cláusulas norman el uso de estos vehículos aéreos en el territorio ecuatoriano.

2.1.14.1. El Art. 1 Operaciones de los drones en las cercanías de un aeródromo.

Se prohíbe la operación de las RPAS/UAS en espacios aéreos controlados [25].

La operación de las RPAS/UAS se mantendrá durante toda la duración del vuelo, a una distancia igual o mayor a 9 kilómetros (5 NM) de las proximidades de cualquier aeródromo o base aérea militar [25].

2.1.14.2. Art. 2 Altura máxima de vuelo.

La operación de las RPAS/UAS no excederá en ningún momento una altura de vuelo de 400 pies (122 metros) sobre el terreno (AGL) [25].

2.1.14.3. Art. 3 Horas de operación.

Las RPAS/UAS serán operadas solamente en las horas comprendidas entre la salida y la puesta del sol; y en condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC), libre de nubes, neblina, precipitación o cualquier otra condición que obstruya o pueda obstruir el contacto visual permanente con la RPAS/UAS [25].

2.1.14.4. Art. 4 Responsabilidad por la operación.

La persona que opera los controles de las RPAS/UAS será responsable por la operación general de la misma durante todo el vuelo, en forma solidaria con el explotador o propietario de la aeronave [25].

2.1.14.5. Art. 5 Integridad fisiológica del operador de una RPA.

Ninguna persona operará los controles de una RPAS/UAS si [25]:

- a. Se encuentra fatigado, o si considera que pudiera sufrir los efectos de la fatiga durante la operación [25];
- b. Se encuentra bajo el efecto del consumo de bebidas alcohólicas, o de cualquier droga que pudiera afectar sus facultades para operar los controles de manera segura [25].

2.1.14.6. Art. 6 Funciones de automatización.

Si las RPAS/UAS tienen la capacidad de realizar vuelo automático, esta función podrá ser utilizada solamente si le permite al operador de los controles intervenir en cualquier momento para tomar el control inmediato de la aeronave [25].

2.1.14.7. Art. 7 Limitaciones.

La persona que opera los controles de una RPAS/UAS es responsable por asegurarse que la misma sea operada de acuerdo con las limitaciones operacionales establecidas por el fabricante [25].

2.1.14.8. Art. 8 Seguros.

El propietario o explotador de las RPAS/UAS están en la obligación de responder por los daños causados a terceros, como resultado de sus actividades de vuelo, para lo cual debe contratar la póliza de seguros de responsabilidad civil legal a terceros en los montos mínimos establecidos a continuación [25]:

- De 02 a 25 kg de masa máxima de despegue, USD 3.000,00 [25].
- De más de 25 kg de masa máxima de despegue. USD 5.000,00 [25].

2.1.15. Costo de producción.

Los costos son los que de manera directa o indirecta se encuentran ligados a los procesos productivos en sí. Son todos aquellos costos egreso de dinero que se deben realizar en el proceso de producción de un bien o servicio [26].

2.1.15.1. Clasificación de los costos.

Según su variabilidad se clasifican en [26]:

- **Costos fijos**, son aquellos que intervienen en el proceso de producción de un bien o servicio y que no varían al cambiar las unidades producidas [26].

- **Costos variables**, son aquellos que intervienen en el procesos de producción de un bien o servicio y que varían al cambiar las unidades producidas [26].

2.2. Marco referencial.

La aplicación de los drones en varios ámbitos profesionales es lo que marcó la pauta para iniciar este trabajo de investigación.

El trabajo de investigación presentado por [27] quienes presentan como objetivo de investigación determinar la factibilidad de uso de drones para seguridad física en camaronera ubicada en Guayaquil insular, en donde llegan a la conclusión, que según el análisis de los costos es viable el uso de drones para la seguridad física de camaroneras.

En el año 2015 [28] publicaron su trabajo de investigación, en la Revista Especializada en Ingeniería, titulado Drones Aplicados a la Agricultura de Precisión en cuyo artículo presentan a los drones como una tecnología que ayuda a los múltiples procesos de la agricultura, llegando a la conclusión que mediante estos vehículos se analizan los cultivos y se pueden tomar decisiones apropiadas para mejorar la productividad del agro.

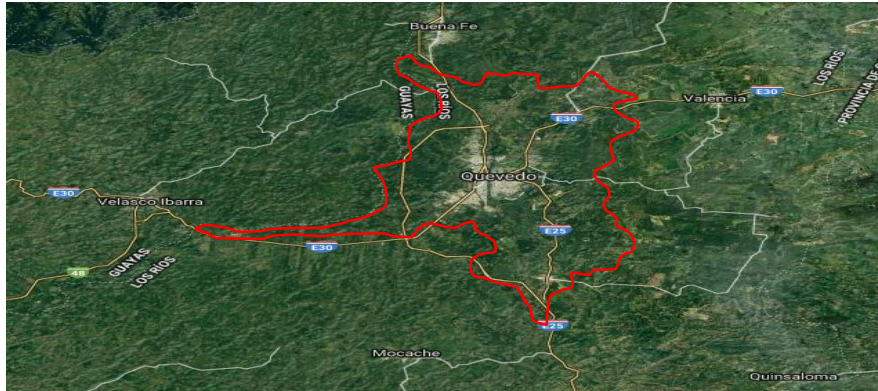
CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

El presente proyecto de investigación se realizó en las asociaciones de agricultores del cantón Quevedo provincia de Los Ríos registradas en el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

Ilustración 2 Localización.



FUENTE: GOOGLE MAPS

3.1.1. Ubicación geográfica.

Región: Costa.

Latitud: -1.024411.

Longitud: -79.466092.

3.1.2. Límites.

Norte: Cantones Buena Fe y Valencia.

Sur: Cantón Mocache.

Este: Cantones Quinsaloma y Ventanas.

Oeste: Provincia del Guayas.

3.2. Tipo de investigación.

Los tipos de investigación utilizados en la ejecución del presente trabajo de investigación se los detalla a continuación.

3.2.1. Descriptiva.

A través de la investigación descriptiva se pudo describir el núcleo de la problemática objeto de estudio de este trabajo de investigación.

3.2.2. Investigación de campo.

Este tipo de investigación fue uno de los más importantes en el presente trabajo de investigación, fue esencial para la obtención de los resultados mediante aplicación de un cuestionario de encuesta, y el estudio de métodos y tiempo.

3.2.3. Cuantitativa.

Mediante la aplicación de la investigación cuantitativa se pudo obtener los datos necesarios, y, la tabulación para obtener los resultados y establecer las conclusiones.

3.3. Método de investigación.

3.3.1. Método inductivo.

La aplicación de este método permitió el análisis de las respuestas particulares de los encuestados para la obtención de conclusiones generales.

3.3.2. Método comparativo.

Con la ayuda del método comparativo se pudo comprobar las diferencias entre los distintos procesos de fumigación que sirvieron como base para llegar a las conclusiones y poder emitir las recomendaciones pertinentes.

3.4. Fuentes de recopilación de la información.

Para la ejecución de este proyecto de investigación se usó como fuente primaria de información la recolectada a través de la encuesta, el estudio de método y tiempo aplicados a los procesos investigados; como fuente secundaria fueron las definiciones y conceptos extraídos de libros y artículos científicos relacionados al tema investigado.

3.5. Diseño de la investigación.

Esta investigación inició solicitando información, al ministerio agricultura y ganadería (MAG), sobre las asociaciones de agricultores de ciclo corto registrados en el ministerio, una vez determinadas las asociaciones se contactó a los dirigentes de esta para solicitar una cita y poder aplicar una encuesta a los socios.

Para la realización del estudio de método se estandarizó las acciones a realizar en la fumigación de los cultivos, desde el momento de llenado de la bomba hasta el fumigado; el estudio de tiempo se lo realizó con el procedimiento de cronometraje acumulativo.

Se realizó una comparación de costos entre la fumigación tradicional y la fumigación con la utilización de los drones para determinar la variación entre ellos.

3.6. Instrumentos de la investigación.

3.6.1. Encuesta.

Se formuló un cuestionario de 12 preguntas mediante el cual se pudo recabar información de los agricultores sobre el medio utilizado en la fumigación de los cultivos.

3.6.1.1. Tamaño de la población.

Según datos proporcionados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG Quevedo, se encuentran registradas diez asociaciones de agricultores que realizan sembríos transitorios (ciclo corto) con un total de 319 socios.

3.6.1.2. Tamaño de la muestra de la población.

El tamaño de la muestra se la obtiene mediante el empleo de la formula (1)

$$n = \frac{N * p * q * Z_{\alpha}^2}{e^2(N - 1) + (* p * q * Z_{\alpha}^2)}$$

Dónde:

N= 319

Z α = 95 % (1,96)

p= 50%

q= 1-p = 50%

e= 5%

$$n = \frac{319 * 0,5 * 0,5 * (1,96)^2}{(0,03)^2(319 - 1) + (0,5 * 0,5 * (1,96^2))}$$

n = 175 Encuestas

3.6.2. Estudio de método y tiempo.

Se empleó el diagrama analítico para determinar el método de fumigación y una matriz para datos de la toma del tiempo.

3.7. Tratamiento de los datos.

El análisis estadístico de los datos se lo realizó mediante la utilización del programa Excel, en el cual se crearon las tablas y gráficos, se tabularon los datos obtenidos del estudio del tiempo para su posterior interpretación.

3.8. Recurso humano y materiales.

3.8.1. Recurso humano.

Además del investigador se contó con:

- Para el estudio de tiempo se contó con la colaboración de los propietarios de las fincas.
- Para el análisis del estudio de método y tiempo se contó con la colaboración del máster Leonardo Baque Mite.

3.8.2. Recursos materiales

- Cronómetro
- Computadora
- Cámara

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.

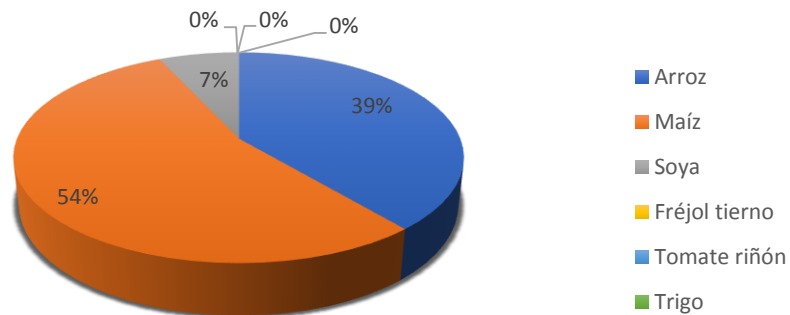
De acuerdo con los datos obtenidos con la encuesta aplicada (ver anexo 7.1) a la muestra poblacional seleccionada se presentan los siguientes resultados.

4.1.1. Principales cultivos sembrado en Quevedo.

Los sembríos que mayormente se realizan a nivel de cantón son: arroz, maíz, soya

Gráfica 1 Cultivos que se realizan en Quevedo. Pregunta 1.

De acuerdo con la siguiente lista seleccione que tipo de cultivo de ciclo corto siembra



FUENTE: TRABAJO DE CAMPO
ELABORADO: NAVIA, J (2019)

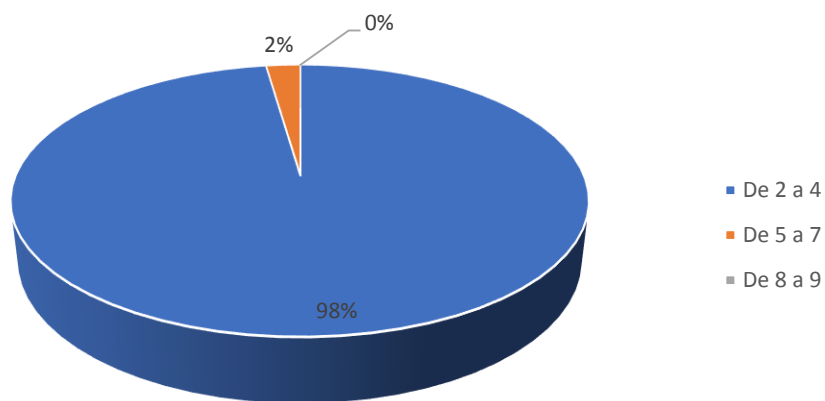
Interpretación: Se puede apreciar en la gráfica 1, a nivel local, el producto que mayormente se siembra es el maíz con un 54%, seguido por el arroz con un 39% y la soya con el 7%.

4.1.2. Fumigaciones realizadas por cultivos.

Según la información obtenida de los encuestados el número de fumigaciones realizada a los cultivos depende en gran medida de la estación y las plagas que puedan atacar los sembríos.

Gráfica 2 Número de fumigaciones por cultivo. Pregunta 3.

¿Considerando el tipo de cultivo, cuántas fumigaciones realiza?



FUENTE: TRABAJO DE CAMPO

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

Interpretación: De manera general en el gráfico 2 se muestra que, por cada ciclo de cultivo, el 98% de los encuestados realizan de 2 a 4 fumigaciones y que apenas el 2% realizan entre 5 y 7 fumigaciones.

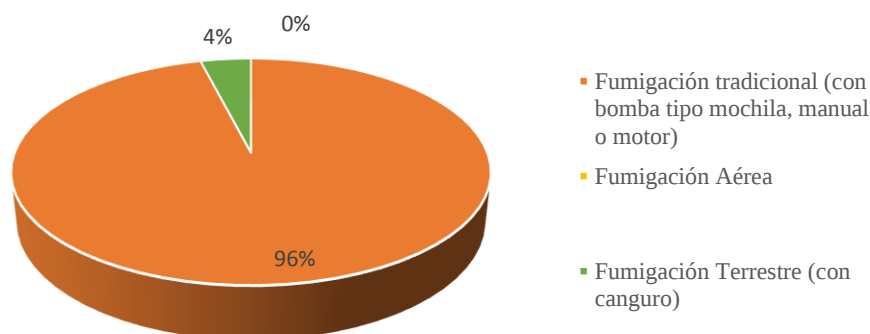
4.1.3. Procesos de fumigación utilizados en el sector agrícola del cantón Quevedo.

Las fumigaciones de los cultivos a nivel nacional se realizan mediante tres procedimientos diferentes:

- Fumigación tradicional, mediante la utilización de bombas tipo mochila manual o motor.
- Fumigación área, con el uso de avionetas o helicópteros.
- Fumigación mecanizada, empleo de canguros adaptados con bombas y aspersores.

Gráfica 3 Medios de fumigación más usados. Pregunta N° 4

¿Cómo realiza la fumigación de sus cultivos?



Interpretación: Según se muestra en el gráfico 3, el 96% de los agricultores realizan la fumigación de sus cultivos por el medio tradicional y el 4% realizan dicha operación mediante el empleo de canguros adaptados para ese fin.

4.1.4. Estudio de métodos y tiempo de los procesos de fumigación.

El estudio de método y tiempo se los realizó durante la aplicación de diversos productos fitosanitario. En el estudio de método se fijó un método estándar a realizar por las personas encargadas de realizar las fumigaciones; se realizó el estudio de tiempo mediante el procedimiento de cronometraje, acumulativo (continuo).

4.1.4.1. Estudio de métodos.

Para determinar un método estándar en el proceso de fumigación de los cultivos se dividió este proceso en las actividades detalladas en la siguiente tabla:

Tabla 1 Descripción de las actividades del proceso de fumigación

#	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
1	Destapar el depósito de la bomba.	Desenroscar la tapa y retirar el tamiz del depósito de fluidos de la bomba.
2	Llenado del depósito.	Verter el producto fitosanitario en el depósito de la bomba (20 litros).
3	Tapar el depósito de la bomba	Colocar el tamiz y tapar el depósito de la bomba.
4	Posicionar la bomba.	El operario coloca la bomba sobre su espalda.
5	Fumigar.	Rociar mediante aspersión el producto fitosanitario sobre el cultivo.

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

Mediante la observación directa se determinó que el método utilizado por los agricultores es la preparación del producto a fumigar en un tanque de 55 galones¹ del cual se abastecen las bombas para realizar la labor de fumigación.

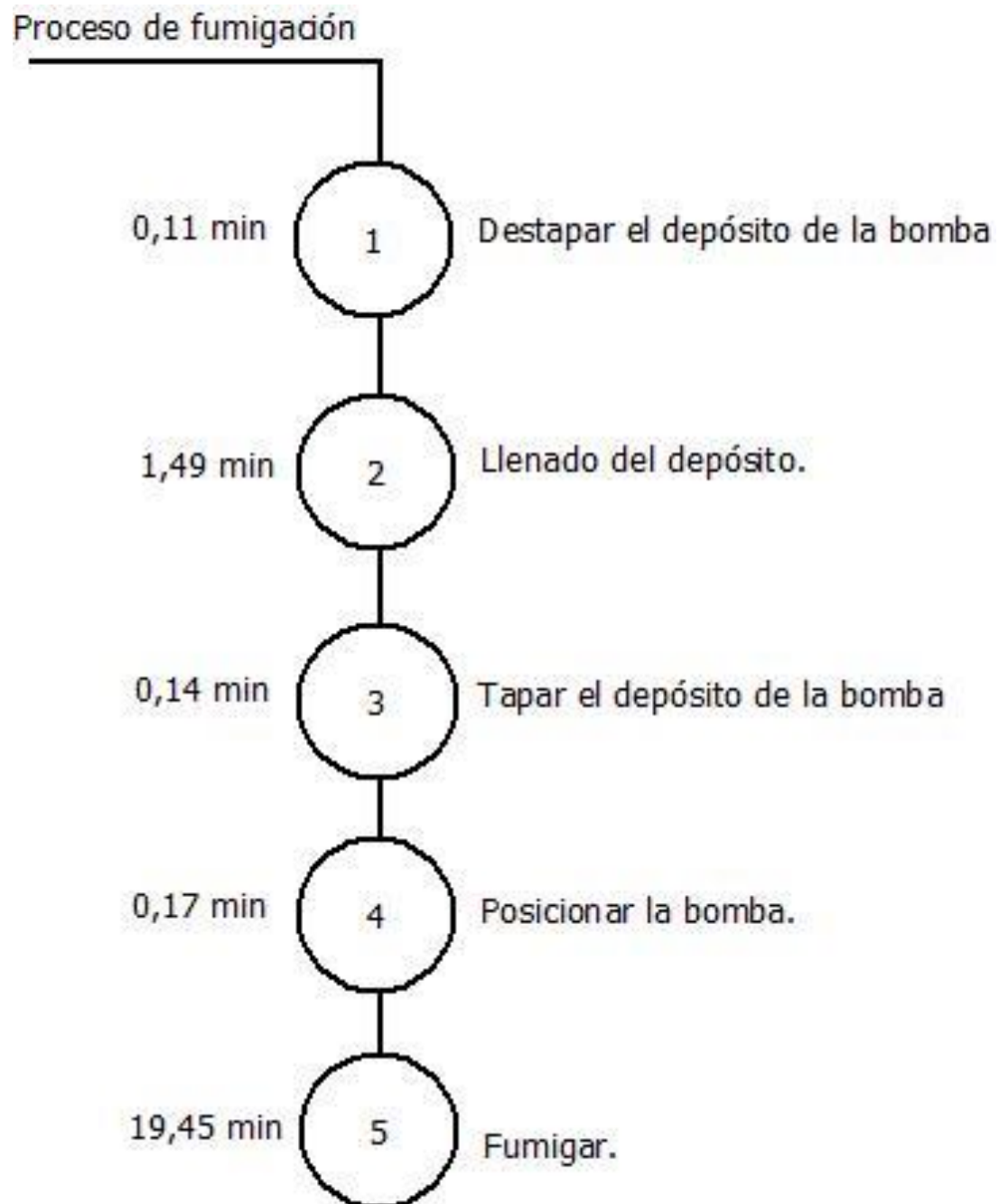
Este estudio parte del momento en que la persona encargado de fumigar destapa el depósito de la bomba, llena el depósito, vuelve a tapar el depósito, lleva la bomba hasta su espalda, realiza la fumigación hasta abarcar el área designada.

4.1.4.1.1. Diagrama de flujo.

Una vez estandarizado el proceso de fumigación mediante el estudio de métodos podemos realizar un diagrama de flujo donde se enumeran las actividades a realizar en la fumigación de cultivos con sus respectivos tiempos estándar.

¹ La preparación del producto fitosanitario no se considera como objeto de estudio del presente trabajo

Ilustración 3 Diagrama de flujo actividades en el proceso de fumigación tradicional.



4.1.4.1.2 Diagrama analítico.

Cuadro 2 Diagrama analítico del proceso fumigación.

DIAGRAMA ANALÍTICO			OPERARIO	MATERIAL	EQUIPO
			X		
Diagrama número 1 Hoja 1 de 1	RESUMEN				
Objetivo/Proceso: PROCESO DE FUMIGACIÓN	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA
	Operación		5		
ACTIVIDADES 1. Destapar el depósito de la bomba. 2. Llenado del depósito. 3. Tapar el depósito de la bomba 4. Posicionar la bomba. 5. Fumigar.	Transporte		0		
	Espera		0		
	Inspección		0		
	Almacenamiento		0		
	TOTAL		5		
	DISTANCIA (m)		240		
Método: Actual	PERSONAS		2		
Lugar:	TIEMPO (minutos)		20,63		

DESCRIPCIÓN	PERSONAS	DISTANCIA (m)	TIEMPO (minutos)						OBSERVACIONES
Destapar el depósito de la bomba.	1	0	0,11	●					
Llenado del depósito.	2	0	1,349	●					
Tapar el depósito de la bomba	1	0	0,14	●					
Posicionar la bomba.	1	0	0,17	●					
Fumigar.	1	240	19,45	●					
TOTAL	1	240	21,41						

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO
ELABORADO: NAVIA, J (2019)

4.1.4.2. Estudio de tiempo.

El estudio de tiempo se lo realizó en diversas fincas con diferentes tipos de topografías. En este estudio de cronómetro el tiempo de cada procedimiento detallado en el estudio de métodos; en el proceso de fumigar se midió el tiempo que tardaba el operario en cubrir 200 m².

4.1.4.2.1. Tiempos registrados en la finca del señor Cedeño Pedro.

Cuadro 3 Registro de estudio de tiempo finca Sr Cedeño

		ESTUDIO DE TIEMPO												
Fecha: 25/02/2019							Persona quien realiza la medición: José Navia							
Lugar del estudio: Finca del Sr. Cedeño Pedro							Área: 2000m ²							
Proceso: Fumigación de cultivo de maíz							Término: 09:50							
Herramienta: Bomba de mochila CP3							Comienzo: 06:49							
Producto: Indrin, Atrenex, Crusier							Tiempo transcurrido: 03:01							
#	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO										Promedio T.O.	V.	T.B.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Destapar: desenroscar la tapa y sacar el filtro	0,07	0,13	0,08	0,13	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,12	0,10	110	0,11
2	Llenado: Verter el producto fitosanitario a la bomba	0,85	0,99	1,08	1,07	1,15	1,08	1,15	1,21	1,20	1,25	1,10	110	1,21
3	Tapar: colocar el filtro y enroscar la tapa	0,17	0,18	0,22	0,16	0,21	0,17	0,16	0,17	0,17	0,20	0,18	100	0,18
4	Colocar: situar la bomba en la espalda de operario	0,20	0,19	0,13	0,13	0,20	0,26	0,15	0,17	0,21	0,19	0,18	100	0,18
5	Fumigar: rociar el producto fitosanitario sobre el cultivo	15,07	14,24	15,48	13,69	15,94	16,02	16,06	16,17	16,32	16,60	15,56	110	17,12
TOTAL, DEL CICLO		15,07	15,74	16,37	15,18	17,59	17,62	17,60	17,81	17,99	18,38	16,93	105	17,78
NOTA: T.O.= TIEMPO OBSERVADO V.= VALORACIÓN T.B.= TIEMPO BÁSICO														

Tabla 2 Cálculo del tiempo estándar finca Sr. Cedeño Pedro.

#	ACTIVIDAD	Promedio T.O.	V.	T.B.	Suplementos ² (%)	Tiempo estándar
1	Destapar: desenroscar la tapa y sacar el filtro	0,10	110	0,11	11%	0,12
2	Llenado: Verter el producto fitosanitario a la bomba	1,10	110	1,21	12%	1,36
3	Tapar: colocar el filtro y enroscar la tapa	0,18	100	0,18	11%	0,20
4	Posicionar: situar la bomba en la espalda de operario	0,18	100	0,18	11%	0,20
5	Fumigar: rociar el producto fitosanitario sobre el cultivo	15,56	110	17,12	16%	19,85
TOTAL DEL CICLO		16,93	106	17,78	16%	20,63

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

Como se puede apreciar en la tabla 2 el tiempo estándar del ciclo total de la operación de fumigación, para cubrir un área de 200 m² se requiere un tiempo de estándar de 20,63 minutos (20 minutos y 38 segundos).

Tabla 3 Volumen de producto utilizado finca Sr. Cedeño Pedro.

Fumigaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Litros de productos	9,50	9,00	9,00	10,00	9,00	9,00	10,00	9,50	9,00	9,00	9,00

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

El promedio del volumen de agroquímico utilizado en el estudio de tiempo es de 9 litros por cada 200 m², para obtener el volumen por hectárea se utiliza el siguiente procedimiento matemático.

$$\text{Volumen de aplicación por hectárea} = \frac{9 \text{ litros} \times 10000 \text{ m}^2}{200 \text{ m}^2}$$

$$\text{Volumen de aplicación por hectárea} = 450 \text{ litros}$$

Para fumigar una hectárea de terreno se emplearían un volumen de 450 litros de producto fitosanitario.

² Los valores de los suplementos fueron calculados en referencia a la tabla de suplementos de la Organización Internacional del Trabajo OIT (ver anexo 7.5).

4.1.4.2.2. Tiempos registrados en la finca del señor Cedeño Primitivo.

		ESTUDIO DE TIEMPO												
Fecha: 27/02/2019							Persona quien realiza la medición: José Navia							
Lugar del estudio: Finca del Sr. Cedeño Primitivo							Área: 2000m ²							
Proceso: Fumigación de cultivo de maíz							Término: 10:36							
Herramienta: Bomba de mochila CP3							Comienzo: 07:04							
Producto: Proclain, Conquest, Bravo 720							Tiempo transcurrido: 03:32							
#	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO										Promedio T.O.	V.	T.B.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Destapar: desenroscar la tapa y sacar el filtro	0,10	0,09	0,11	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10	0,11	0,10	100	0,10
2	Llenado: Verter el producto fitosanitario a la bomba	1,34	1,25	1,34	1,29	1,33	1,17	1,28	1,43	1,55	1,51	1,35	100	1,35
3	Tapar: colocar el filtro y enroscar la tapa	0,16	0,12	0,11	0,10	0,11	0,14	0,09	0,11	0,12	0,12	0,12	95	0,11
4	Colocar: situar la bomba en la espalda de operario	0,06	0,09	0,13	0,14	0,14	0,11	0,14	0,14	0,14	0,14	0,12	100	0,12
5	Fumigar: rociar el producto fitosanitario sobre el cultivo	16,13	16,26	16,38	16,32	16,69	16,57	16,86	16,80	16,85	16,98	16,58	100	16,58
TOTAL, DEL CICLO		17,78	17,81	18,02	17,75	18,36	18,09	18,47	18,61	18,76	18,86	18,27	100	18,27
NOTA: T.O.= TIEMPO OBSERVADO V.= VALORACIÓN T.B.= TIEMPO BÁSICO														

Cuadro 4 Registro de estudio de tiempo finca Sr. Cedeño Primitivo

Tabla 4 Cálculo tiempo estándar finca Sr. Cedeño Primitivo.

#	ACTIVIDAD	Promedio T.O.	V.	T.B.	Suplementos (%)	Tiempo estándar
1	Destapar: desenroscar la tapa y sacar el filtro	0,10	100	0,10	11%	0,11
2	Llenado: Verter el producto fitosanitario a la bomba	1,35	100	1,35	12%	1,51
3	Tapar: colocar el filtro y enroscar la tapa	0,12	100	0,12	11%	0,14
4	Posicionar: situar la bomba en la espalda de operario	0,12	100	0,12	11%	0,14
5	Fumigar: rociar el producto fitosanitario sobre el cultivo	16,58	100	16,58	16%	19,24
TOTAL, DEL CICLO		18,27	100	18,27	16%	21,19

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

En la tabla 4 se puede apreciar que el tiempo estándar de ciclo total de fumigado en un área de 200 m² es de 21,19 minutos (21 minutos y 11 segundos).

Tabla 5 Volumen de producto utilizado finca Sr. Cedeño Primitivo.

Fumigaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Litros de productos	10,50	11,00	11,50	10,50	11,50	12,00	11,00	11,0	10,50	10,00	11,00

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

El volumen de agroquímico utilizado en promedio es de 11 litros por cada 200 m², el volumen por hectárea sería de 550 litros el cual se obtuvo mediante el siguiente cálculo.

$$\text{Volumen de aplicación por hectárea} = \frac{11 \text{ litros} \times 10000 \text{ m}^2}{200 \text{ m}^2}$$

$$\text{Volumen de aplicación por hectárea} = 550 \text{ litros}$$

4.1.4.2.3. Tiempos registrados en la finca de la señora Veliz Blanca.

		ESTUDIO DE TIEMPO												
Fecha: 28/02/2019							Persona quien realiza la medición: José Navia							
Lugar del estudio: Finca del Sra. Veliz Blanca							Área: 2000m ²							
Proceso: Fumigación de cultivo de maíz							Término: 10:28							
Herramienta: Bomba de mochila CP3							Comienzo: 06:32							
Producto: Solaris, Acetalaq, Metalosato de zinc, bravo 720, Fixer plus							Tiempo transcurrido: 03:56							
#	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO										Promedio T.O.	V.	T.B.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Destapar: desenroscar la tapa y sacar el filtro	0,11	0,11	0,11	0,13	0,10	0,07	0,13	0,12	0,17	0,12	0,12	95	0,,11
2	Llenado: Verter el producto fitosanitario a la bomba	1,57	1,21	1,18	1,48	1,56	1,74	1,31	1,70	1,30	1,53	1,46	100	1,46
3	Tapar: colocar el filtro y enroscar la tapa	0,14	0,10	0,13	0,12	0,11	0,14	0,11	0,12	0,09	0,12	0,12	90	0,11
4	Colocar: situar la bomba en la espalda de operario	0,19	0,17	0,10	0,16	0,15	0,18	0,19	0,15	0,17	0,19	0,16	90	0,15
5	Fumigar: rociar el producto fitosanitario sobre el cultivo	17,01	17,77	17,88	17,50	17,49	17,38	17,24	17,43	18,03	17,51	17,52	100	17,52
TOTAL, DEL CICLO		19,02	19,36	19,15	19,39	19,42	19,51	19,98	19,52	19,70	19,46	19,35	95	20,32
NOTA: T.O.= TIEMPO OBSERVADO V.= VALORACIÓN T.B.= TIEMPO BÁSICO														

Cuadro 5 Registro de estudio de tiempo finca Sra. Veliz Blanca.

Tabla 6 Cálculo del tiempo estándar finca Sra. Veliz Blanca.

#	ACTIVIDAD	Promedio T.O.	V.	T.B.	Suplementos (%)	Tiempo estándar
1	Destapar: desenroscar la tapa y sacar el filtro	0,12	95	0,11	11%	0,12
2	Llenado: Verter el producto fitosanitario a la bomba	1,46	100	1,46	12%	1,63
3	Tapar: colocar el filtro y enroscar la tapa	0,12	90	0,11	11%	0,12
4	Posicionar: situar la bomba en la espalda de operario	0,16	90	0,15	11%	0,16
5	Fumigar: rociar el producto fitosanitario sobre el cultivo	17,52	100	17,52	16%	20,33
TOTAL, DEL CICLO		19,35	95	20,32	16%	23,57

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

El terreno de esta finca es irregular lo cual se reflejado en el tiempo estándar empleado en la fumigación, el cual fue de 23.57 minutos (23 minutos y 34 segundos).

Tabla 7 Volumen de producto utilizado finca Sra. Veliz Blanca.

Fumigaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Litros de productos	10,50	10,00	11,50	10,00	10,00	11,00	11,50	11,00	10,50	10,00	10,50

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

El volumen de agroquímico utilizado en este caso fue de 10,50 litros por cada 200 m², y por hectárea sería de 525 litros.

$$\text{Volumen de aplicación por hectárea} = \frac{10,50 \text{ litros} \times 10000 \text{ m}^2}{200 \text{ m}^2}$$

$$\text{Volumen de aplicación por hectárea} = 525 \text{ litros}$$

4.1.4.2.4. Tiempos registrados en la finca del señor Romero Arturo.

		ESTUDIO DE TIEMPO												
Fecha: 27/02/2019							Persona quien realiza la medición: José Navia							
Lugar del estudio: Finca del Sr. Romero Arturo							Área: 2000m ²							
Proceso: Fumigación de cultivo de maíz							Término: 10:58							
Herramienta: Bomba de mochila CP3							Comienzo: 07:36							
Producto: Tunic, Best-k, Bravo 720 Conquest							Tiempo transcurrido: 03:23							
#	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO										Promedio T.O.	V.	T.B.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Destapar: desenroscar la tapa y sacar el filtro	0,09	0,10	0,08	0,10	0,09	0,09	0,12	0,10	0,09	0,08	0,09	100	0,09
2	Llenado: Verter el producto fitosanitario a la bomba	1,26	1,27	1,23	1,31	1,12	1,16	1,31	1,35	1,43	1,40	1,28	100	1,28
3	Tapar: colocar el filtro y enroscar la tapa	0,10	0,10	0,11	0,10	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	95	0,10
4	Colocar: situar la bomba en la espalda de operario	0,14	0,16	0,13	0,14	0,15	0,15	0,27	0,14	0,15	0,15	0,16	100	0,16
5	Fumigar: rociar el producto fitosanitario sobre el cultivo	15,84	15,94	16,03	16,23	15,68	15,43	16,23	15,49	15,56	15,99	15,84	100	15,84
TOTAL, DEL CICLO		17,42	17,58	17,22	17,87	17,25	16,95	18,04	17,19	17,33	17,71	17,46	100	17,42
NOTA: T.O.= TIEMPO OBSERVADO V.= VALORACIÓN T.B.= TIEMPO BÁSICO														

Cuadro 6 Registro de estudio de tiempo finca Sr. Romero Arturo.

Tabla 8 Cálculo del tiempo estándar finca Sr. Romero Arturo.

#	ACTIVIDAD	Promedio T.O.	V.	T.B.	Suplementos (%)	Tiempo estándar
1	Destapar: desenroscar la tapa y sacar el filtro	0,09	100	0,09	11%	0,10
2	Llenado: Verter el producto fitosanitario a la bomba	1,28	100	1,28	12%	1,44
3	Tapar: colocar el filtro y enroscar la tapa	0,11	95	0,10	11%	0,11
4	Posicionar: situar la bomba en la espalda de operario	0,16	100	0,16	11%	0,17
5	Fumigar: rociar el producto fitosanitario sobre el cultivo	15,84	100	15,84	16%	18.38
TOTAL, DEL CICLO		17,46	100	17,46	16%	20.25

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

El terreno de esta finca es irregular lo cual se reflejado en el tiempo estándar empleado en la fumigación, el cual fue de 23.57 minutos (23 minutos y 34 segundos).

Tabla 9 Volumen de producto utilizado finca Sr. Romero Arturo.

Fumigaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Litros de productos	8,50	8,50	9,50	9,00	8,50	8,50	9,00	9,50	8,50	9,00	9,00

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

En esta finca se utilizó un promedio de 9 litros en los 200 m².

$$\text{Volumen de aplicación por hectárea} = \frac{9 \text{ litros} \times 10000 \text{ m}^2}{200 \text{ m}^2}$$

$$\text{Volumen de aplicación por hectárea} = 450 \text{ litros}$$

Una vez calculado los valores del volumen por hectárea se puede apreciar que se necesitarían 450 litros para cubrir 10000 m².

4.1.4.2.5. Resultados del estudio de tiempo.

Tabla 10 Promedios de los estudios de tiempos estándar y volumen.

	Lugar de estudio	Promedio T.O.	V.	T.B.	Suplementos (%)	Tiempo estándar	Volumen utilizado
1	Finca del Sr. Cedeño Pedro	16,93	106	17,78	16%	20,63	9,00
2	Finca del Sr. Cedeño Primitivo	18,27	100	18,27	16%	21,19	11,00
3	Finca del Sra. Veliz Blanca	19,35	95	20,32	16%	23,57	10,50
4	Finca del Sr. Romero Arturo	17,46	100	17,46	16%	20,25	9,00

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

Al promediar los tiempos obtenidos de cada finca obtenemos que la fumigación de 200 m² de cultivos se los realiza en 21,41 minuto, utilizando un volumen promedio de 10 litros de producto agroquímico, conociendo que una hectárea tiene un área de 10000 m², se calcula el tiempo y volumen promedio que una persona necesitaría fumigar de una hectárea de cultivo.

Tiempo de fumigación:

$$\text{Tiempo de fumigación por hectárea} = \frac{21.41 \text{ minutos} \times 10000 \text{ m}^2}{200 \text{ m}^2}$$

$$\text{Tiempo de fumigación por hectárea} = 1070,5 \text{ minutos}$$

$$= 17,8 \text{ horas}$$

Volumen:

$$\text{Volumen de aplicación por hectárea} = \frac{10 \text{ litros} \times 10000 \text{ m}^2}{200 \text{ m}^2}$$

$$\text{Volumen de aplicación por hectárea} = 500 \text{ litros}$$

Para fumigar una hectárea de cultivo una sola persona necesitaría 17,8 horas de trabajo y utilizaría 500 litros de producto agroquímico.

4.1.5. Ventajas y desventajas del uso de la bombas tipo mochila.

Ventajas:

- Las bombas de fumigar son económicas.
- Son fáciles de operar.
- Su mantenimiento es sencillo.

Desventajas:

- No se puede mantener una presión constante.
- Necesita boquillas diferentes de acuerdo con el producto a fumigar.
- Desperdicio del agroquímico.
- El humano está en constante contacto con el agroquímico.
- Se necesita demasiado esfuerzo físico.
- El flujo de líquido no es constante.

- Puede generar enfermedades profesionales.

4.1.6. Drones fumigadores.

En el mercado se comercializan una gran variedad de drones fumigadores, pero según sus características los drone más apropiados para ser utilizados por los agricultores del cantón Quevedo son los que se presentan continuación.

- GAIA 160AG.
- THEA 140 HYBRID.
- DJI Agras MG-1S.

4.1.6.1. GAIA 160AG-Drone de pulverización agrícola ARF.

El avión de fumigación agrícola GAIA 160AG es un avión de alto rendimiento capaz de ofrecer soluciones integrales para el cuidado agrícola. GAIA 160AG está hecho de material de fibra de carbono que presenta un peso ligero y una alta resistencia, la cubierta superior del fuselaje y el tanque están hechos de fibra de vidrio. El peso del cuadro es de unos 7.25kg [29].

Este GAIA 160AG está equipado con un tubo de 2,8 metros de largo con cuatro boquillas. Las nuevas boquillas que ahorran agua podrían salvar el pesticida y mejorar la eficiencia de la pulverización al mismo tiempo. El GAIA 160AG está equipado con un motor potente y una hélice plegable de 30 pulgadas de alta eficiencia , la elevación máxima de un rotor puede alcanzar los 13 kg; Debido a la gran carga de líquidos, la eficiencia de GAIA 160AG es el doble que otras aeronaves con una carga útil de 10L [29].



FUENTE: ZONA DIGITAL

4.1.6.2. THEA 140 HYBRID Agricultura Spraying Drone

THEA 140 es un avión híbrido para pulverización agrícola diseñado para aplicaciones agrícolas en diversos entornos y terrenos, incluidos campos, cultivos, bosques y huertos. THEA 140 cuenta con protección contra el polvo y la lluvia (índice de protección IP43, IEC estándar 60529) y está hecho de materiales anticorrosivos. El diseño plegable del marco THEA 140 también puede ahorrar más espacio [30].

En comparación con otros drones que funcionan con baterías, que necesitan cambiar las baterías con frecuencia en una sola tarea, el drone híbrido para agricultura evita los problemas de carga y el problema de desgaste de la batería. THEA 140 drone agrícola híbrido equipado con un generador de 2400w y un tanque de pesticidas de 10 l, que es más eficaz para la agricultura industrial. La eficiencia de operación de THEA 140 es de 6.67 hectáreas por hora, solo 1.22 dólares por hectárea. THEA 140 es un dron de pulverización agrícola rentable [30].

Imagen 2 Drone THEA 140 Hybrid.



FUENTE: FOXTECH

4.1.6.3. Drone agrícola DJ Agras MG-1S RTK.

El multicoptero DJI Agras MG-S1 RTK para la agricultura cuenta con 8 potentes motores que le permiten llevar en su depósito hasta 10kg. de carga líquida, y su potente velocidad le permiten hacer el trabajo de pulverización de 40 a 60 veces más rápido que usando técnicas manuales de fumigación, en sólo 10 minutos es capaz de cubrir un área de 6000 m² [31].

Ajusta la intensidad de pulverización para adaptarla a la velocidad de la aeronave, para que esta sea uniforme independientemente de las maniobras del drone o las irregularidades del terreno, regulándola con precisión para evitar la contaminación y economizar las operaciones [31].

Imagen 3 DJ Agras MG-1S



FUENTE: AGDRONEC

4.1.6.4. Tabla de comparación de drones.

En la siguiente tabla se comparan varias características de los drones antes mencionados.

Tabla 11 Comparación de drones.

	Foxtech GAIA 160AG-Drone de pulverización agrícola ARF	THEA 140 HYBRID Agricultura Spraying Drone	DJI Agras MG-1S
Costo	\$ 19.500,00	\$ 20.500,00	\$ 21.400.00
Distribuidor	Zona Digital	Megadrone	Agdronec
Peso sin carga	22,5 kg	16,5 kg	22,5 kg
Capacidad	23 litros	10 litros	10 litros
Eficiencia de operación	8 hectáreas/hora	6.67 hectáreas/hora	3.6 hectáreas/hora
Tiempo de vuelo/carga	18 minutos	30 minutos	22 minutos
N° de motores	6 rotores	4 rotores	8 rotores
Baterías	4 baterías de 16000mAh	2 baterías de 5000mAh	1 baterías de 12000mAh
Velocidad de vuelo	8 m/s	12 m/s	8 m/s
Aspersores	4	4	4
Velocidad de pulverización	2-6 m/s	8 m/s	8 m/s
Diámetro de la gota pulverizada	60 – 80 μ m	130 – 250 μ m	No hay datos

FUENTE: PROVEEDORES

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

4.1.7. Comparación de eficiencia de fumigación entre las bomba tipo mochila y los drones fumigadores.

Existe una gran diferencia, tanto en tiempo como en el volumen de producto utilizado en la fumigación de cultivos, entre el uso de las bombas de fumigación tipo mochila y el empleo de drones fumigadores, esto se lo puede ver reflejado en la tabla 12.

Tabla 12 Comparación de eficiencia entre bomba de mochila y drone.

	Tiempo de fumigación/Ha (minutos)	Cantidad de producto a utilizar/Ha (litros)
Bomba de fumigar	1070,5	500
Dron fumigador	4.5	5,75

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

Según [32] las bombas tipo mochila pueden llevar a una mala calidad de aplicación y a un control inefectivo de la plaga problema. Lo cual es reafirmado por [33] que expresa, que con este tipo de equipo es difícil lograr aplicaciones precisas y consistentes debido a que la pulverización tiene poca o ninguna capacidad para la regulación de la presión.

La uniformidad de distribución del agroquímico sobre el cultivo de la posición y movimiento del brazo el operario, de su cansancio y de su mayor o menor habilidad; la velocidad de aplicaciones determinada por el operario al caminar, es difícil constante [32].

Según los autores antes mencionado lo que aumenta el mayor consumo de producto agroquímico en la fumigación tradicional es el no mantener el flujo de presión constante lo cual repercute en el diámetro de las gotas, a baja presión las gotas serán muy gruesa y por ende mayor consumo, a presión muy elevada las gotas serán muy fina y tiende a evaporarse lo cual también influye en el consumo del producto. Para que la aplicación del producto sea efectiva y el consumo del agroquímico sea el adecuado la gota deben medir aproximadamente 100 micrones (ver anexo 7.4).

Por otro lado, en base a las características técnicas, el dron realiza una fumigación aérea lo cual dará una mejor cobertura con una franja de pulverización de hasta 5 metros, gracias a sus 4 aspersores (según modelo), el flujo de presión es constante, se puede regular el diámetro de las gotas de 60 a 180 micrones, debido a la velocidad de pulverización de 2 a 6 m/s realiza el proceso de fumigado en menos tiempo.

4.1.8. Viabilidad de optimización de los procesos de fumigación agrícola con la utilización de drones.

4.1.8.1. Análisis FODA.

Mediante la matriz FODA se analizó las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la implementación de drones en la fumigación agrícola en el cantón Quevedo.

Tabla 13 Matriz FODA.

Fortalezas:	Debilidades:
• Abarca mayor área de fumigado. • Un operador puede controlar hasta 4 dispositivos. • Reduce la contaminación del ambiente. • Reduce el riesgo humano. • Reducción de los costos en la fumigación. Se puede utilizar en varios tipos de cultivos.	• Costo elevado. • Desconocimiento de la tecnología. • El tiempo de vuelo es muy corto. • Se necesita el contrato de una póliza de seguro.
Oportunidades:	Amenazas:
• Existen cursos de capacitación para pilotos de drones. • Puede ser utilizado para el monitoreo de enfermedades de cualquier cultivo	• En climas lluviosos no se puede realizar la fumigación.

FUENTE: INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

4.1.8.2. Ventajas y desventajas del uso de drones en la agricultura.

Ventajas:

- Reducción del tiempo de fumigación.

- Reduce la contaminación de los afluentes de agua.
- Minimiza el contacto de la persona con los productos químicos.
- Su control puede ser manual, semiautomático o automático.
- Fumigación más precisa y eficiente.
- Se reduce el desperdicio de los productos fitosanitario.
- Al combinarlo con una cámara espectral proporciona información del estado de los cultivos.
- Fumigación más controlada evitando esparcir el químico a otros cultivos

Desventajas:

- El tiempo de vuelo es muy corto.
- Para fumigar grandes áreas se necesitan varios juegos de baterías.
- No se puede utilizar si hay demasiados arboles alrededor de los sembríos.
- No se puede utilizar en cultivos arbóreos.

4.1.9. Análisis de costo de fumigación por hectárea.

Para poder realizar la fumigación de una hectárea de cultivo, ya sea el control de malezas, control de enfermedades o control de las distintas larvas que atacan a los cultivos, el agricultor incurre en una serie de gastos.

4.1.9.1. Costos por hectárea mediante el método de fumigación tradicional.

Para realizar la fumigación de los cultivos por el método tradicional se requiere la utilización de lo siguiente:

Cuadro 7 Descripción de las necesidades para la fumigación tradicional.

Necesidades	Descripción
	Bomba de mochila: Conjunto compuesto por un depósito para el líquido a pulverizar, que es cargado sobre la espalda por el operador mediante correas. Se usa una palanca para operar, manualmente, una bomba. El aire es retenido en un pequeño cilindro de compresión para forzar el líquido a la boquilla que esta acoplada a una lanza manual [32].
	Jornalero: Obrero agrícola es el que ejecuta para otro, labores agrícolas mediante remuneración en dinero en efectivo. Puede ser jornalero o destajero [34].
	Agroquímicos: Productos también conocidos como fitosanitarios o plaguicidas son insumos que previenen, repelen o controlan cualquier plaga de origen animal o vegetal durante la producción, almacenamiento, transporte y distribución de productos agrícolas [35].

FUENTE: CITAS BIBLIOGRAFICAS

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

4.1.9.1.1. Depreciación de la bomba de fumigación tipo mochila.

La bomba de mochila tiene un valor de \$ 90,25 dólares, una vida útil de 5 años calculando la depreciación obtenemos:

$$\text{Depreciación anual por bomba} = \frac{\$90,25}{5 \text{ años}}$$

$$\text{Depreciación anual por bomba} = \$18,05$$

Para obtener la depreciación por cultivo, de ante mano conocemos que los agricultores del cantón Quevedo realizan 2 cultivos por año.

$$\text{Depreciación de la bomba por cultivo} = \frac{\$18,05}{2 \text{ cultivos por año}}$$

$$\text{Depreciación de la bomba por cultivo} = \$9,03 \text{ por cultivo}$$

De acuerdo con los datos obtenidos en la encuesta, pregunta 3 (ver anexo 7.2), los agricultores realizan un promedio de 4 fumigaciones por cultivo.

$$\text{Depreciación de la bomba por fumigación} = \frac{\$9,03}{4 \text{ fumigaciones por cultivo}}$$

$$\text{Depreciación de la bomba por fumigación} = \$2,26 \text{ por fumigación}$$

Si una persona fumiga una hectárea en 17.8, la depreciación de la bomba por hectárea fumigada es la siguiente.

$$\text{Depreciación de la bomba por hectárea} = \frac{\$2,26}{17.8 \text{ horas por hectárea}}$$

$$\text{Depreciación de la bomba por hectárea} = \$0,12$$

La bomba de fumigar tipo mochila tiene una depreciación de \$0,12 dólares por hectárea.

4.1.9.1.2. Costos fijos por hectárea mediante el método de fumigación tradicional.

La tabla 14 detalla los costos fijos para fumigar una hectárea por día cuando se fumiga por el método tradicional.

Tabla 14 Costos fijos fumigación tradicional por Ha.

	Costo unitario	Costos fijos Cantidad	Costo total
Mano de obra	\$ 20,00	3	\$ 60,00
Depreciación de la bomba	\$ 0,12	2	\$ 0,24
Alimentación	\$ 2,50	2	\$ 5,00
Transporte	\$ 10,00	1	\$ 10,00
		Total	\$ 75,24

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

4.1.9.1.3. Costos variables por hectárea mediante el método de fumigación tradicional.

En la tabla 15 se muestra los costos variables para fumigar una hectárea de terreno.

Tabla 15 Costos variables fumigación tradicional por Ha.

	Costos variables		
	Costo unitario	Cantidad	Costo total
agroquímicos ³	\$ 54,50	2,5	\$ 136,25
		Total	\$ 136,25

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

4.1.9.1.4. Costos totales por hectárea mediante el método de fumigación tradicional.

Una vez determinado los costos fijos y los costos variables podemos obtener el costo total para realizar la fumigación de una hectárea de cultivo por el método tradicional.

³ El valor y la cantidad a usar del agroquímico variará dependiendo la marca y si es para control de maleza, de plaga o enfermedades, para este caso se usó una mezcla de productos fitosanitarios para el control de larvas y hongos y el costo establecido es para preparar 200 litros de producto.

Tabla 16 Costo total fumigación tradicional por Ha.

Costos totales	
Costos fijos	\$ 75,24
Costos variables	\$ 136,25
Total	\$ 211,49

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

Al realizar la fumigación del cultivo por el método tradicional el agricultor tiene un gasto promedio de \$ 211,49 dólares por hectárea.

4.1.9.2. Costos de fumigación con drones.

Para la realización de fumigaciones de cultivos mediante la implementación de drones se requiere lo siguiente:

Cuadro 8 Descripción de las necesidades para la fumigación con drones.

Necesidades	Descripción
	Drone: Vehículo aéreo no tripulado controlado por radio control desde tierra.
	Operador: Persona capacitada para el manejo de drones.
	Agroquímicos: Productos también conocidos como fitosanitarios o plaguicidas son insumos que previenen, repelen o controlan cualquier plaga de origen animal o vegetal durante la producción, almacenamiento, transporte y distribución de productos agrícolas [35].

FUENTE: BIBLIOGRÁFICA
ELABORADO: NAVIA, J (2019)

4.1.9.2.1. Depreciación del dron.

Los costos se los obtuvo mediante las especificaciones enviadas por los distribuidores. El dron, distribuido por la empresa Zona Digital, FOXTECH GAIA 160AG tiene un costo de \$ 19500 dólares con una vida útil de 5 años.

$$\text{Depreciación anual del dron} = \frac{\$ 19500}{5 \text{ años}}$$

$$\text{Depreciación anual del dron} = \$ 3900$$

Depreciación por cultivo:

$$\text{Depreciación del dron por cultivo} = \frac{\$3900}{2 \text{ cultivos por año}}$$

$$\text{Depreciación del dron por cultivo} = \$ 1950$$

Según datos obtenidos los agricultores realizan un promedio de 4 fumigaciones por cultivo.

$$\text{Depreciación del dron por fumigación} = \frac{\$1950}{4 \text{ fumigaciones por cultivo}}$$

$$\text{Depreciación del dron por fumigación} = \$ 487,50$$

Los drones para fumigación tienen una depreciación de \$ 487,50 dólares por fumigación.

De acuerdo con las especificaciones del dron este puede fumigar una hectárea de cultivo en 4,5 minutos.

$$\text{Depreciación del dron por hectárea} = \frac{\$487,50}{4,5 \text{ minutos por hectarea}}$$

$$\text{Depreciación del dron por hectárea} = \$ 108,33$$

El dron fumigador tendría una depreciación de \$ 108,33 dólares por hectárea.

4.1.9.2.2. Costos fijos por hectárea mediante el uso de drones.

Basándose en la información técnica del dron, y en relación con la tabla 12 se presentan los costos fijos de fumigación por hectárea en la tabla 17.

Tabla 17 Costos fijos por Ha fumigación con dron.

	Costo unitario	Costos fijos Cantidad	Costo total
Operador	\$ 0,049 (por minuto)	4.5	\$ 0,22
Depreciación, del dron	\$ 108,33	1	\$ 108,33
		Total	\$108,55

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

4.1.9.2.3. Costos variables por hectárea mediante el uso de drones.

Los costos variables que acarrear la fumigación de una hectárea de cultivo mediante drones esta presentada en la tabla 18.

Tabla 18 Costos variables fumigación con dron por Ha.

	Costos variables		
	Costo unitario	Cantidad	Costo total
Agroquímicos	\$ 54,50	0,029	\$ 1,58
		Total	\$ 1,58

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

4.1.9.2.4. Costos totales por hectárea mediante el uso de drones.

En la tabla 19 se muestran el costo total de fumigar una hectárea de cultivo con un dron fumigador.

Tabla 19 Costos total fumigación con dron por Ha

Costos totales	
Costos fijos	\$ 108,55
Costos variables	\$ 1,58
Total	\$110,13

ELABORADO: NAVIA, J (2019)

Mediante la implementación de drones en la fumigación agrícola el agricultor tendría un gasto promedio de \$ 110,13 dólares por hectárea.

4.1.9.3. Tasa de variación entre los dos métodos de fumigación.

$$Tasa\ de\ variación = \frac{Costo\ con\ bomba\ tipo\ mochila - Costo\ con\ dron}{Costo\ con\ bomba\ tipo\ mochila}$$

$$Tasa\ de\ variación = \frac{\$ 211,49 - \$ 110,13}{\$ 211,49}$$

$$Tasa\ de\ variación = 0,48$$

Como se puede apreciar al implementar drones en la fumigación agrícola el agricultor tendrá un ahorro del 48% sobre el gasto actual con el uso de bombas tipo mochila.

4.2. Discusión.

En el presente trabajo de investigación se estudió la viabilidad del uso de drones para optimización del proceso de fumigación agrícola; basado en los resultados obtenidos y en la investigación bibliográfica se determina lo siguiente:

- Según [33] “Los pequeños agricultores y otros aplicadores mantienen un alto nivel de interés en los pulverizadores de palanca o bombas de mochila debido a su versatilidad, costo y diseño” esto se ve claramente reflejado en el cantón Quevedo del ya que el 96% de los agricultores encuestados utilizan bombas tipo mochila para realizar las fumigaciones de sus cultivos.
- Al aplicar el estudio de métodos se pudo establecer el orden y secuencia de los pasos a seguir para realizar el proceso fumigación, y de esta manera realizar el estudio de tiempo el cual se lo realizó por el procedimiento de cronometraje acumulativo donde se determinó el tiempo estándar que demora una persona en realizar el proceso de fumigación. Acorde a lo que establece [3] el estudio de método es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, y, que el estudio de tiempo es una técnica de medición del trabajo con la cual se registran tiempos de trabajo con el fin de averiguar el tiempo requerido de efectuar una tarea según una norma preestablecida.
- De acuerdo con [26] los costos de operación son los egresos de dinero que se realizan en todo proceso de producción. Según esa definición se determinó los costos afrontan los agricultores por cada hectárea fumigada al usar el método tradicional y se los contrastó con los costos que generaría la aplicación de drones en la agricultura.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- Mediante la aplicación de una encuesta, a los socios de las asociaciones de agricultores del cantón Quevedo, se determinó que el 96% de los pequeños y medianos agricultores realizan la fumigación de los cultivos por el método tradicional (uso de bomba tipo mochila).
- A través del estudio de tiempo se pudo determinar que a una persona le tomaría 17.8 horas y ocuparía un aproximado de 500 litros de mezcla de agroquímico para fumigar una hectárea de cultivo por el método tradicional. De acuerdo con las especificaciones técnicas el dron fumigaría la misma área en 4,5 minutos con un consumo de 5,75 litros de mezcla de agroquímico.
- El costo total de fumigación que los agricultores deben afrontar por hectárea de cultivo al utilizar método tradicional es de \$ 211,49 dólares; según cálculos -basado en la información técnica- al utilizar un dron esos costos se reducirían en un 48% llegando a un valor de \$ 110,13 dólares.

5.2. Recomendación.

- En base a viabilidad de la utilización de los drones en la fumigación agrícola se recomienda que este proyecto sea ampliado, a través de Ministerio de Agricultura y Ganadería, a los agricultores que no forman parte de las asociaciones.
- Se sugiere realizar un diagnóstico del proceso de aplicación del agroquímico mediante el dron para verificar la eficiencia y eficacia de su utilización con relación a la producción.
- Debido a que el costo de los drones fumigadores es muy elevado es aconsejable que sean adquiridos directamente por las asociaciones y estas creen un departamento de fumigación para brindar este servicio a sus socios y demás agricultores interesados.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Ploetz, “Enfermedades y Plagas: Un Análisis de su Importancia y Manejo,” *InfoMusa*, vol. 13, no. 2, pp. 17–25, 2010.
- [2] HEFLO, “¿Qué es la optimización de procesos? Paso a paso completo (Actualizado).” [Online]. Available: <https://www.heflo.com/es/blog/automatizacion-procesos/que-es-optimizacion-procesos/>. [Accessed: 13-Jan-2019].
- [3] OIT, *Introduccion Al Estudio Del Trabajo Oit*, Cuarta. Ginebra: 1998, 1996.
- [4] R. García, *Estudio del trabajo - Ingeniería de métodos Roberto García Criollo.pdf*, Segunda Ed. .
- [5] B. Niebel and A. Freivalds, *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*, Duodécima. Mexico, D.F: Mc Graw Hill, 2009.
- [6] A. Caso Neira, *Técnicas de medición del trabajo*, Segunda. Madrid: Fundación Confemental, 2006.
- [7] Real Academia Española, “fumigar | Definición de fumigar - Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario.” [Online]. Available: <http://dle.rae.es/?id=IbCrYkJ>. [Accessed: 11-Dec-2018].
- [8] “Si es fumigación, que sea mecanizada,” *Agricultura*, 2015. [Online]. Available: <https://www.semana.com/especiales-comerciales/articulo/si-es-fumigacion-que-sea-mecanizada/433250-3>. [Accessed: 11-Dec-2018].
- [9] F. Javier and F. Briones, “Estudio de mercado para la importación de drones de fumigación con el fin de ofrecer el servicio en el sector agrícola específicamente en cultivos de arroz, de los cantones Santa Lucía, Daule y Nobol de la provincia del guayas,” Universidad del Pacífico, 2017.
- [10] J. Loja, “Servicio de aplicación mecanizada de insumos agrícolas dirigido a pequeños productores de arroz del Cantón Santa Lucía, en la provincia del Guayas,” Guayaquil, 2014.
- [11] J. Loja, “Servicio de aplicación mecanizada de insumos agrícolas dirigido a pequeños productores de arroz del Cantón Santa Lucía, en la provincia del Guayas,” Guayaquil, 2014.
- [12] F. R. Leiva, “La agricultura de precisión: una producción más sostenible y competitiva con visión futurista,” in *VIII Congreso de la Sociedad de Fitomejoramiento y Producción de cultivos*, D. C, 2003, p. 7.
- [13] E. García and F. Flego, “Agricultura de Precisión.”
- [14] J. Díaz, “Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión,” Universidad

Complutense de Madrid, 2015.

- [15] J. Paneque-Gálvez, M. K. Mccall, B. M. Napoletano, S. A. Wich, and L. P. Koh, “Small drones for community-based forest monitoring: an assessment of their feasibility and potential in tropical areas,” *Forests*, vol. 5, no. 6, pp. 1481–1507, 2014.
- [16] M. Choque, Efraín; Zanga, “Técnicas de estudio y rendimiento académico,” *Rev. Investig. Sci.*, vol. 1, pp. 5–26, 2011.
- [17] G. Addati and L. Pérez, “Introducción a los UAV’s, Drones o VANTs de uso civil,” Buenos Aires, 4, 2014.
- [18] J. Fernández-Lozano, G. Gutiérrez-Alonso, S. Calabrés-Tomé, and J. García-Talegón, “Drones: Nuevas aplicaciones geomáticas en el campo de las Ciencias de la Tierra Drones: New geomatic applications in Earth Sciences,” p. 4.
- [19] E. A. Félez, “Metodología Drones5,” 2013.
- [20] P. Barreiro and C. Valero, “Drones en la agricultura,” *Tierras Castilla y León Agric.*, vol. 220, 2002.
- [21] M. Brito, “Los drones, un nuevo socio en el espacio aéreo en Colombia,” Bogotá, 2014.
- [22] P. Castillo, P. García, R. Lozano, and P. Albertos, “Modelado y estabilización de un helicóptero con cuatro rotores,” *Rev. Iberoam. Automática e Informática Ind. RIAI*, vol. 4, no. 1, pp. 41–57, Jan. 2007.
- [23] B. Rao, A. G. Gopi, and R. Maione, “The societal impact of commercial drones,” *Technol. Soc.*, vol. 45, pp. 83–90, May 2016.
- [24] U. R. Mogili and B. B. V. L. Deepak, “Review on Application of Drone Systems in Precision Agriculture,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 133, pp. 502–509, 2018.
- [25] Dirección General de Aviación Civil, “Resolucion_de_la_DGAC.pdf.” Quito, p. 3, 2015.
- [26] B. Lara, *Cómo elaborar proyectos de inversión paso a paso*. Quito.
- [27] L. Cepeda and L. Paredes, “Estudio de factibilidad de uso de drones para seguridad física en camaronera,” Universidad de Guayaquil, 2018.
- [28] A. González, G. Amarillo, M. Amarillo, and F. Sarmiento, “Drones Aplicados a la Agricultura de precisión.”
- [29] FoxTech, “Drone de rociadura agrícola de alta eficiencia de precisión 23L (GAIA 160AG).” .
- [30] FoxTech, “THEA 140 HYBRID Agricultura rentable de alta eficiencia Pulverizador

Pulverizador Drone.” .

- [31] “Drone DJI Agras MG-1S RTK.” .
- [32] L. Brambilla, “Mochilas pulverizadoras manuales Tecnología de aplicacion, uso eficiente, y buenas prácticas,,” Buenos Aires.
- [33] D. Mcauliffe and V. P. Gray, “Componentes del Manejo Integrado del Tizón Tecnología de Aplicación: Problemas y Oportunidades con Bombas de Mochila incluyendo la Válvula CFV TM o la Válvula de Flujo Constante.”
- [34] C. Còdigo de Trabajo, “Còdigo de Trabajo,” vol. 5, no. 2005, p. 77, 2015.
- [35] “Agroquímicos - CropLife Latin America.” .

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Encuesta.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL



PREGUNTAS DE ENCUESTAS

1. De acuerdo con la siguiente lista seleccione que tipo de cultivo de ciclo corto siembra.

Arroz	
Maíz	
Soya	
Fréjol tierno	
Tomate riñón	
Trigo	

2. ¿Cuál es su área de terreno que designa al cultivo antes seleccionado?

Menos de una hectárea	
Entre 1 y 3 ha	
Entre 3,1 y 5 ha	
Entre 5,1 y 7 ha	
Entre 7,1 y 9 ha	
Más de 9,1 ha	

3. ¿Considerando el tipo de gramínea sembrada, cuántas fumigaciones realiza?

De 2 a 4	
De 5 a 7	
De 8 a 9	

4. ¿Cómo realiza la fumigación de sus cultivos?

Fumigación tradicional (con bomba tipo mochila, manual o motor)	
Fumigación Aérea	
Fumigación Terrestre (con canguro)	

5. ¿En qué tiempo realiza la fumigación de una hectárea de cultivo?

De 2 a 4 horas	
De 4 a 6 horas	
De 6 a 8 horas	



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL



6. ¿Considera usted necesario contratar mano de obra extra para realizar las labores de fumigación de sus cultivos?

Sí	
No	

7. Sin contar el valor del agroquímico, en promedio ¿Cuál es el costo de la fumigación de sus cultivos por hectárea?

De \$20 a \$40	
De \$41 a \$60	
De \$61 a \$80	
Más de \$81	

8. Al realizar las fumigaciones usa prendas de protección como:

Guantes	
Mascarillas	
Gafas de protección	
Overol	
Ninguno	

9. Ud. o sus colaboradores después de realizar las fumigaciones han presentado los siguientes efectos sobre su salud:

Irritación de la piel	
Picazón	
Ardor en los ojos	
Náuseas	
Dificultades respiratorias	

10. Del cuadro de malestares presentado en la pregunta anterior, le han llevado a seguir algún tratamiento médico.

Sí	
No	

11. ¿Conoce Ud. de los servicios de fumigación mediante el uso de drones?

Sí	
No	

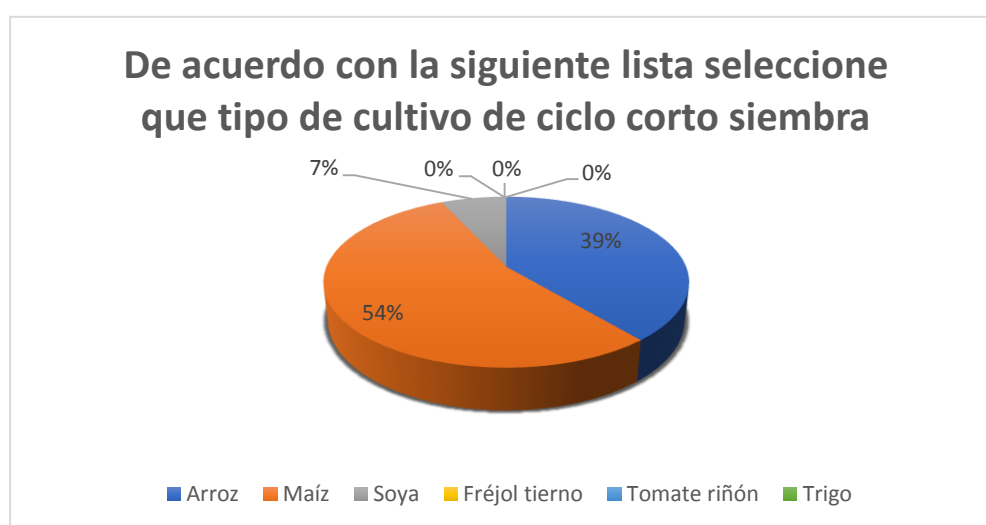
12. ¿Estaría dispuesto a contratar los servicios de fumigación mediante el uso de drones?

Sí	
No	

7.2. Tabulación de resultado de encuesta.

De acuerdo con la siguiente lista seleccione que tipo de cultivo de ciclo corto siembra.

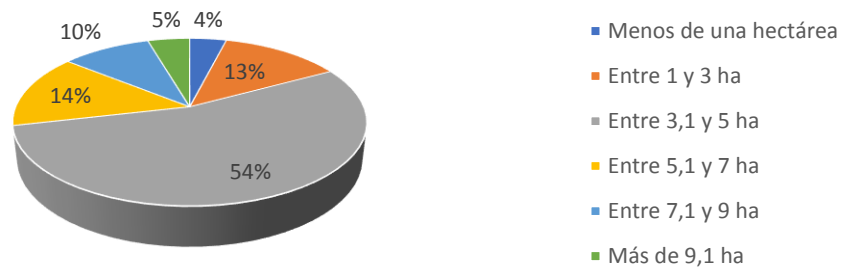
Arroz	68
Maíz	95
Soya	12
Fréjol tierno	0
Tomate riñón	0
Trigo	0



¿Cuál es su área de terreno que designa al cultivo antes seleccionado?

Menos de una hectárea	7
Entre 1 y 3 ha	23
Entre 3,1 y 5 ha	95
Entre 5,1 y 7 ha	25
Entre 7,1 y 9 ha	17
Más de 9,1 ha	8

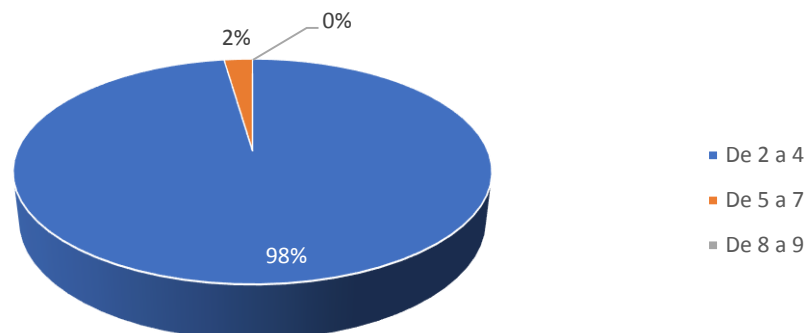
Cuál es su área de terreno que designa al cultivo antes seleccionado



¿Considerando el tipo de cultivo, cuántas fumigaciones realiza?

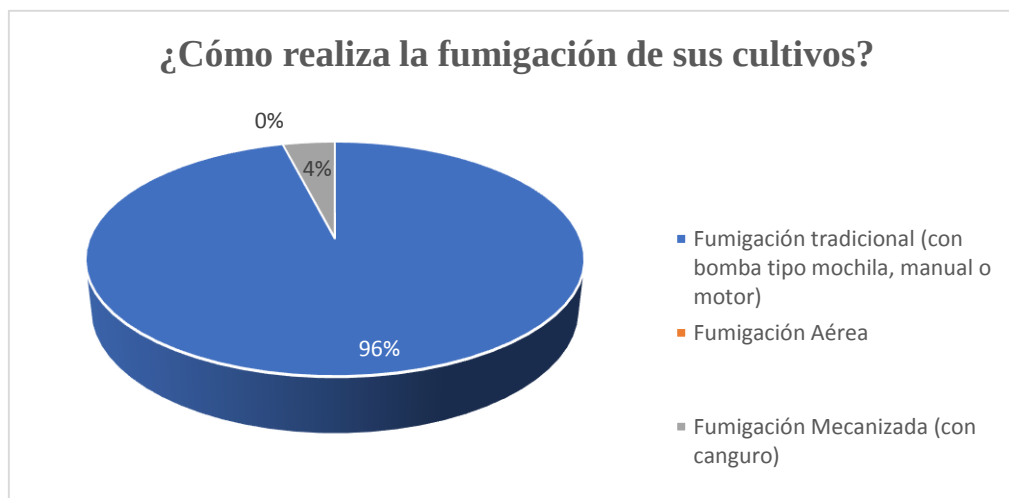
De 2 a 4	171
De 5 a 7	4
De 8 a 9	0

¿Considerando el tipo de cultivo, cuántas fumigaciones realiza?



¿Cómo realiza la fumigación de sus cultivos?

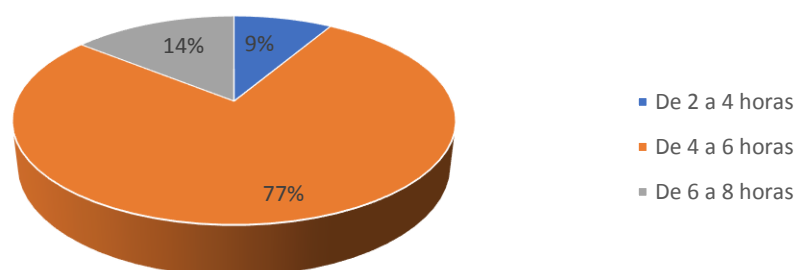
Fumigación tradicional (con bomba tipo mochila, manual o motor)	168
Fumigación Aérea	0
Fumigación Mecanizada (con canguro)	7



¿En qué tiempo realiza la fumigación de una hectárea de cultivo?

De 2 a 4 horas	135
De 4 a 6 horas	135
De 6 a 8 horas	5

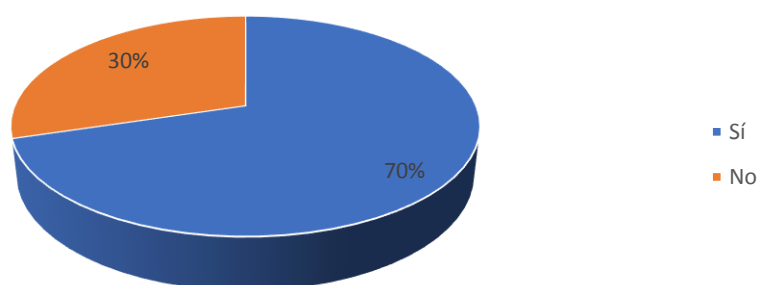
¿En qué tiempo realiza la fumigación de una hectárea de cultivo?



¿Considera usted necesario contratar mano de obra extra para realizar las labores de fumigación de sus cultivos?

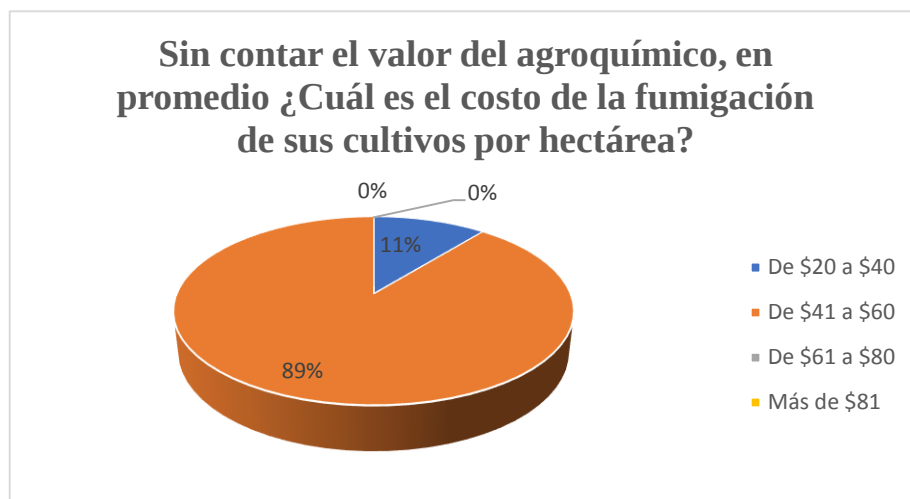
Sí	123
No	52

¿Considera usted necesario contratar mano de obra extra para realizar las labores de fumigación de sus cultivos?



Sin contar el valor del agroquímico, en promedio ¿Cuál es el costo de la fumigación de sus cultivos por hectárea?

De \$20 a \$40	19
De \$41 a \$60	156
De \$61 a \$80	0
Más de \$81	0



Al realizar las fumigaciones usa prendas de protección como:

Guantes	12
Mascarillas	8
Gafas de protección	0
Overol	0
Ninguno	161

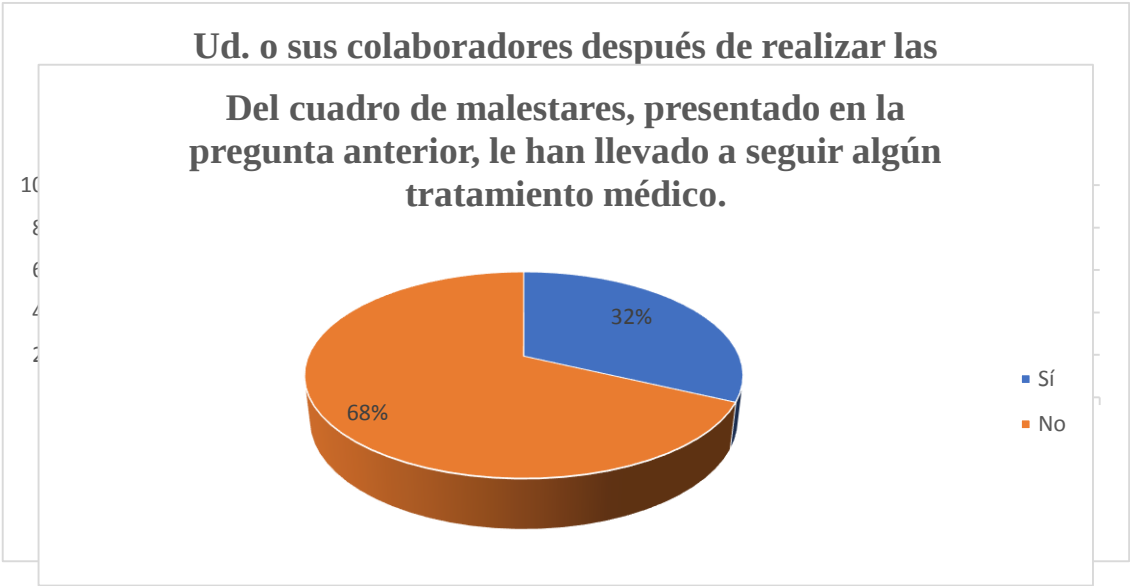


Ud. o sus colaboradores después de realizar las fumigaciones han presentado los siguientes efectos sobre su salud:

Iritación de la piel	83
Picazón	37
Ardor en los ojos	25
Náuseas	41
Dificultades respiratorias	0
Ningún síntoma	28

Del cuadro de malestares presentado en la pregunta anterior, le han llevado a seguir algún tratamiento médico.

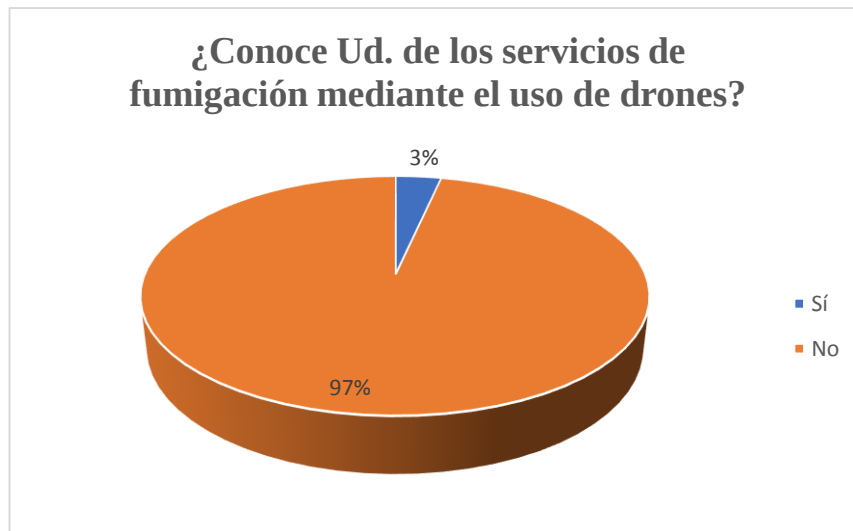
Sí	56
----	----



No	119
----	-----

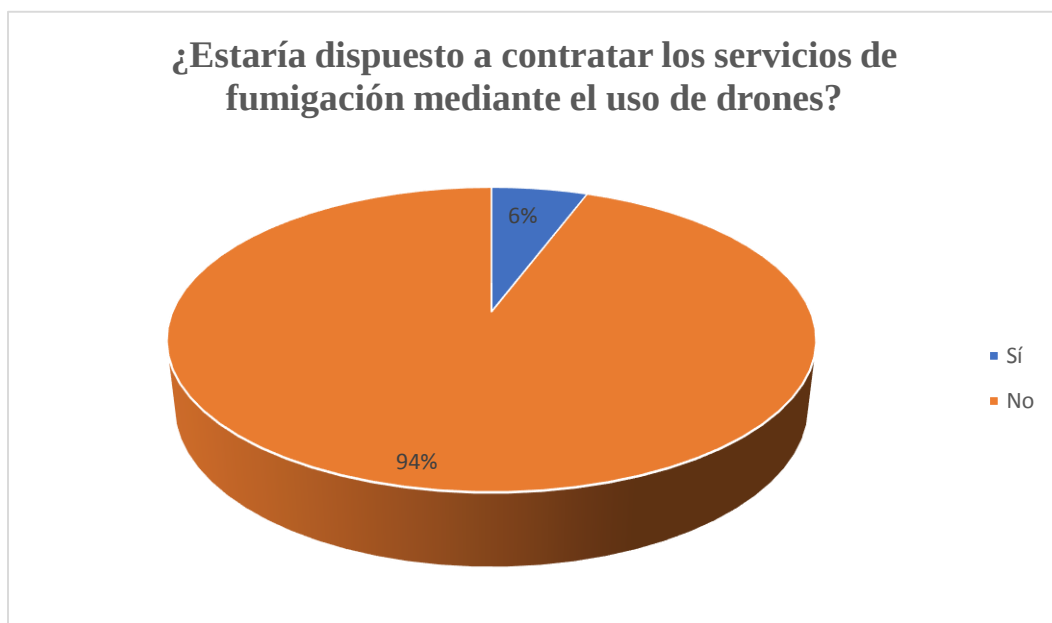
¿Conoce Ud. de los servicios de fumigación mediante el uso de drones?

Sí	6
No	169



¿Estaría dispuesto a contratar los servicios de fumigación mediante el uso de drones?

Sí	10
No	165



7.3. Datos del estudio de tiempo

		ESTUDIO DE TIEMPO			
Fecha: 25/02/19		Persona quien realiza la medición: José Navia			
Lugar del estudio: Finca Sr. Cedeño Dec 10		Área del estudio: 2000m ²			
Proceso: Fumigación a maíz		Término: 09:50			
Herramienta: Bomba CP3		Comienzo: 06:49			
Producto: Induvit, Atyner, Cuvasev		Tiempo transcurrido: 3:01			

#	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO										Promedio T.O.	V.	T.B.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Destapar: desenroscar la tapa y sacar el filtro	4,02 seg	7,77 seg	4,72 seg	8,07 seg	5,56 seg	5,05 seg	4,73 seg	5,27 seg	4,89 seg	7,44 seg			
2	Llenado: Verter el producto fitosanitario a la bomba	51,16 seg	59,47 seg	1 min 4,76 seg	1 min 4,08 seg	1 min 8,76 seg	1 min 4,92 seg	1 min 9,12 seg	1 min 12,72 seg	1 min 12,19 seg	1 min 15,13 seg			
3	Tapar: colocar el filtro y enroscar la tapa	10,15 seg	11,07 seg	13,31 seg	9,48 seg	12,65 seg	9,99 seg	9,53 seg	10 seg	10,9 seg	12,23 seg			
4	Colocar: situar la bomba en la espalda de operario	11,82 seg	11,33 seg	7,81 seg	7,93 seg	12,11 seg	15,81 seg	9,03 seg	10,44 seg	12,89 seg	11,57 seg			
5	Fumigar: rociar el producto fitosanitario sobre el cultivo	15 min 4,15 seg	14 min 4,48 seg	15 min 28,88 seg	13 min 41,11 seg	15 min 56,31 seg	16 min 1,12 seg	16 min 3,75 seg	16 min 9,92 seg	16 min 19,33 seg	16 min 36,26 seg			
TOTAL DEL CICLO		16 min 21,61 seg	15 min 44,15 seg	16 min 59,50 seg	15 min 10,68 seg	17 min 35,43 seg	17 min 76,91 seg	17 min 36,12 seg	17 min 48,42 seg	17 min 39,14 seg	17 min 22,65 seg			

NOTA: T.O.= TIEMPO OBSERVADO; V.= VALORACIÓN; T.B.= TIEMPO BÁSICO

		ESTUDIO DE TIEMPO			
Fecha: 27/02/2018		Persona quien realiza la medición: Jose' Navia			
Lugar del estudio: Finca Sr. Cedeño Primitivo		Área del estudio: 2000m ²			
Proceso: Fumigación maíz		Término: 10:36			
Herramienta: Bomba CP3		Comienzo: 07:34			
Producto: Proclaim, Conquest Bravo 720		Tiempo transcurrido: 03:32			

#	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO										Promedio T.O.	V.	T.B.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Destapar: desenroscar la tapa y sacar el filtro	5,79 seg	5,55 seg	6,32 seg	5,92 seg	5,87 seg	6,11 seg	6,39 seg	6,62 seg	6,23 seg	6,74 seg			
2	Llenado: Verter el producto fitosanitario a la bomba	1min 20,69 seg	1min 14,98 seg	1min 20,25 seg	1min 17,48 seg	1min 19,51 seg	1min 10,09 seg	1min 16,8 seg	1min 26,05 seg	1min 32,28 seg	1min 30,87 seg			
3	Tapar: colocar el filtro y enroscar la tapa	9,34 seg	6,91 seg	6,35 seg	6,05 seg	6,45 seg	8,29 seg	5,26 seg	6,86 seg	6,91 seg	6,92 seg			
4	Colocar: situar la bomba en la espalda de operario	3,58 seg	5,57 seg	7,53 seg	8,22 seg	8,65 seg	6,73 seg	8,15 seg	8,60 seg	8,22 seg	8,31 seg			
5	Fumigar: rociar el producto fitosanitario sobre el cultivo	16 min 7,53 seg	16 min 15,82 seg	16 min 22,58 seg	16 min 19,09 seg	16 min 41,10 seg	16 min 34,28 seg	16 min 58,6 seg	16 min 48,23 seg	16 min 54,76 seg	16 min 58,70 seg			
TOTAL DEL CICLO		17 min 46,94 seg	17 min 48,85 seg	18 min 50,4 seg	17 min 56,28 seg	18 min 21,6 seg	18 min 55,2 seg	18 min 22,22 seg	18 min 76,44 seg	18 min 45,46 seg	18 min 51,56 seg			

NOTA: T.O.= TIEMPO OBSERVADO; V.= VALORACIÓN; T.B.= TIEMPO BÁSICO

ESTUDIO DE TIEMPO

Fecha: 28/02/2019	Persona quien realiza la medición: Jose Nov...
Lugar del estudio: Finca San Veliz Blanca	Área del estudio: 2000m ²
Proceso: Fumigación Maíz	Término: 10:28
Herramienta: Bomba CP3	Comienzo: 06:32
Producto: Solon Acetato de Maltosa de 20%	Tiempo transcurrido: 02:56

#	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO										Promedio T.O.	V.	T.B.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Destapar: desenroscar la tapa y sacar el filtro	6,79 des	6,84 des	6,76 des	7,50 des	6,16 des	4,17 des	7,87 des	7,35 des	10,03 des	7,06 des			
2	Llenado: Verter el producto fitosanitario a la bomba	1 min 33,91 des	1 min 12,51 des	1 min 10,58 des	1 min 29,09 des	1 min 33,79 des	1 min 44,60 des	1 min 18,59 des	1 min 41,93 des	1 min 18,25 des	1 min 31,59 des			
3	Tapar: colocar el filtro y enroscar la tapa	8,54 des	5,70 des	7,68 des	7,32 des	6,66 des	8,44 des	6,76 des	6,91 des	5,46 des	7,20 des			
4	Colocar: situar la bomba en la espalda de operario	11,43 des	10,12 des	6,11 des	9,47 des	9,29 des	10,61 des	11,21 des	8,92 des	10,32 des	11,18 des			
5	Fumigar: rociar el producto fitosanitario sobre el cultivo	17 min 0,47 des	17 min 46,19 des	17 min 52,99 des	17 min 30,05 des	17 min 29,47 des	17 min 22,56 des	17 min 14,30 des	17 min 25,81 des	17 min 11,73 des	17 min 30,85 des			
TOTAL DEL CICLO		19 min 1,17 des	19 min 21,37 des	19 min 24,14 des	19 min 23,45 des	19 min 25,40 des	19 min 30,34 des	19 min 58,35 des	19 min 30,91 des	19 min 45,81 des	19 min 27,89 des			

NOTA: T.O.= TIEMPO OBSERVADO; V.= VALORACIÓN; T.B.= TIEMPO BÁSICO

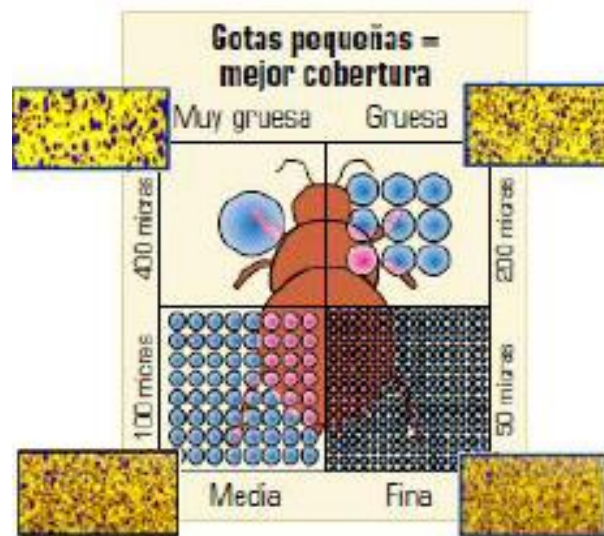
ESTUDIO DE TIEMPO

Fecha: 01/03/2019	Persona quien realiza la medición: Jose Navia
Lugar del estudio: Finca Sta. Romana Dibujo	Área del estudio: 2000 m ²
Proceso: Fumigación de maíz	Término: 10:58
Herramienta: Bomba CP3	Comienzo: 08:36
Producto: Funic, Best-K, Bravo 720 Conquer	Tiempo transcurrido: 03:23

#	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO										Promedio T.O.	V.	T.B.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Destapar: desenroscar la tapa y sacar el filtro	5.25 seg	5.94 seg	5.06 seg	5.98 seg	5.15 seg	5.39 seg	7.22 seg	6.20 seg	5.35 seg	5.07 seg			
2	Llenado: Verter el producto fitosanitario a la bomba	1min 15.60 seg	1min 16.04 seg	1min 13.96 seg	1min 18.21 seg	1min 07.26 seg	1min 09.51 seg	1min 17.51 seg	1min 20.76 seg	1min 25.65 seg	1min 23.76 seg			
3	Tapar: colocar el filtro y enroscar la tapa	6.14 seg	6.82 seg	6.48 seg	5.99 seg	6.71 seg	7.05 seg	6.74 seg	6.61 seg	6.37 seg	6.38 seg			
4	Colocar: situar la bomba en la espalda de operario	8.31 seg	9.34 seg	7.95 seg	8.24 seg	9.23 seg	9.28 seg	16.15 seg	9.25 seg	8.81 seg	8.71 seg			
5	Fumigar: rociar el producto fitosanitario sobre el cultivo	15min 50.13 seg	15min 56.34 seg	16min 11.60 seg	16min 13.73 seg	15min 40.59 seg	15min 26.01 seg	16min 13.56 seg	15min 29.60 seg	15min 33.50 seg	15min 58.33 seg			
TOTAL DEL CICLO		17min 25.45 seg	17min 34.99 seg	17min 35.06 seg	17min 52.27 seg	17min 14.96 seg	16min 57.25 seg	18min 21.20 seg	17min 11.44 seg	17min 19.72 seg	17min 42.33 seg			

NOTA: T.O.= TIEMPO OBSERVADO; V.= VALORACIÓN; T.B.= TIEMPO BÁSICO

7.4. Medidas de gotas.

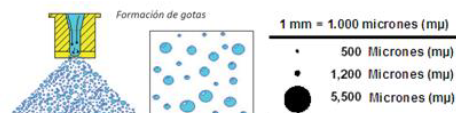


Tamaño de gota y cobertura

Dos de los factores más importantes que determinan la calidad y efectividad de la aspersión son el espectro de tamaño de las gotas y la cobertura sobre el objetivo.

Espectro (población) de gotas:

- Gotas de diverso tamaño.
- El tamaño se identifica con el diámetro.
- El diámetro se expresa en micrones.



N° Gotas/cm ²	DMV (mμ)	% Cobertura	Referencia
85	250	10	
70	275	20	
60	300	30	
55	312	40	
40	325	50	

SE CONSIDERA UNA BUENA APLICACIÓN 70 GOTAS / CM²

Tamaño de gota y cobertura recomendada para distintos tipos de tratamiento.

Tipo		N° gotas/ cm ²	Diámetro gotas (μm)
Fungicida	Contacto	50-70	100-200
	Sistémico	30-40	200-300
Insecticida	Contacto	40-50	100-200
	Sistémico	20-30	200-300
Herbicida	Contacto	50-70	150-250
	Sistémico	30-40	150-250
Herbicida	Preemergencia	20-50	300-500

Tamaño de gota (μm)	100-200	200-300	>300
	FINA	MEDIA	GRUESA
Evaporación	Alta	Media	Baja
Peligro de deriva	Alto	Bajo	Muy bajo
Retención en los hojas	Buena	Buena	Moderada
Cobertura	Muy buena	Buena	Mala
Penetración	Baja	Media	Alta
Inercia de la gota	Baja	Media	Alta
Uso	Donde se requiera buena cobertura (Insecticidas y fungicidas). Invernaderos	Aplicación de la mayoría de los productos	Principalmente para herbicidas (aplicados al suelo).

7.5. Tabla recomendada por la OIT para calcular los suplementos.

A. Holguras constantes:	
1. Holgura personal.....	5
2. Holgura por fatiga básica.....	4
B. Holguras variables:	
1. Holgura por estar parado.....	2
2. Holgura por posición anormal:	
a) Un poco incómoda.....	0
b) Incómoda (flexionado).....	2
c) Muy incómoda (acostado, estirado).....	7
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar):	
Peso levantado, lb:	
5.....	0
10.....	1
15.....	2
20.....	3
25.....	4
30.....	5
35.....	7
40.....	9
45.....	11
50.....	13
60.....	17
70.....	22
4. Mala iluminación:	
a) Un poco abajo de lo recomendado.....	0
b) Bastante abajo de lo recomendado.....	2
c) Muy inadecuada.....	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad): variable.....	0-100
6. Atención cercana:	
a) Trabajo bastante fino.....	0
b) Trabajo fino o exacto.....	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto.....	5
7. Nivel de ruido:	
a) Continuo.....	0
b) Intermitente: fuerte.....	2
c) Intermitente: muy fuerte.....	5
d) De tono alto: fuerte.....	5
8. Esfuerzo mental:	
a) Proceso bastante complejo.....	1
b) Espacio de atención compleja o amplia.....	4
c) Muy complejo.....	8
9. Monotonía:	
a) Baja.....	0
b) Media.....	1
c) Alta.....	4
10. Tedio:	
a) Algo tedioso.....	0
b) Tedioso.....	2
c) Muy tedioso.....	5