

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**



**“PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA APLICACIÓN DE  
AGROQUÍMICOS MEDIANTE VEHÍCULOS AÉREOS NO  
TRIPULADOS (DRONES) EN LA IRRIGACIÓN MAJES”**

**Tesis presentada por el Bachiller:**

**Mejía Cárdenas, Carlos Fernando**

**Para Optar el Título Profesional de:**

**Ingeniero Industrial**

**Asesor:**

**Delgado Montesinos, Max Edwin**

**AREQUIPA – PERÚ**

**2018**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**INFORME DICTAMINATORIO**  
**DE BORRADOR DE TESIS**

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

"Propuesta para el mejoramiento de la aplicación de agroquímicos  
mediante vehículos aéreos no tripulados (Drones) en  
la Irrigación de Majes"

PRESENTADO POR (EL) (LOS) BACHILLER (SE)

Carlos Fernando Mejía Cárdenas

NUESTRO DICTAMEN ES:

PROCEDE

OBSERVACIONES:

Arequipa, 26 de Junio 2018

JURADO DICTAMINADOR

Nombre:

Max Delgado M

Código:

1258

JURADO DICTAMINADOR

Nombre: César Carrasco

Bocangel

Código:

2825

## DEDICATORIA

A mis padres, por incondicional apoyo a lo largo de mi carrera profesional y en todos mis proyectos personales a lo largo de mi vida.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a los docentes de mi universidad por las lecciones y apoyo constante para mi formación profesional.



## RESUMEN

En este trabajo de investigación se recopiló información en la actualidad a través de entrevistas y encuestas sobre los equipos empleados para la aplicación de agroquímicos en la Irrigación de Majes para cultivos de Quinua y Uva, donde se determinó que son la aspersora de mochila para el cultivo de la quinua cuyas enfermedades más comunes son el hongo Mildium y la Podredumbre marrón del tallo; En el caso de la aspersora motorizada de tractor para el cultivo de la uva con la plaga de la filoxera y arañita roja.

Luego se realizó una evaluación en factores importantes de estos equipos obteniendo lo siguiente para el caso de la aspersora de mochila tiene un costo de alquiler de 30 soles por cilindro de mezcla que le toma un tiempo 100 minutos cuenta con una capacidad para 25 litros en promedio y requiere de tres personas para su funcionamiento en un topo; En el caso de la aspersora motorizada de tractor el costo de alquiler es de 50 soles por cilindro de mezcla que le toma 90 minutos, cuenta con una capacidad de 800 litros y requiere de dos personas para su funcionamiento en un topo.

A continuación, se hace mención de la posibilidad de emplear Drones prototipo para la aplicación de agroquímicos por lo cual se realizó pruebas en campo con un nuevo método propuesto y a su vez equipos actuales donde se comprobó que el prototipo DRON logra una uniformidad de aplicación en promedio de 111.91 g/cm<sup>2</sup> mayor que la lograda por la aspersora de mochila 94.11 g/cm<sup>2</sup> en el cultivo de quinua. En el caso de cultivo de la uva la aspersora motorizada del tractor logro una uniformidad promedio de 150.88 g/cm<sup>2</sup> mayor que el promedio del prototipo que fue 75.35 g/cm<sup>2</sup>.

Seguidamente luego de la comprobación de la viabilidad técnica del método propuesto se realizó una proyección de los mismos factores con los que se evaluó los equipos actuales, el Dron prototipo tendrá un costo proyectado de 15 soles por topo de aplicación recorriendo el mismo en tan solo 7 minutos promedio cuenta con una capacidad real de cerca de 10 litros y requerirá de dos personas para su funcionamiento en forma de supervisión.

Finalmente tomando en cuenta la uniformidad de aplicación lograda en pruebas de campo y factores de relevancia obtenidos en capítulos iniciales se realizó una evaluación ponderada en la para el cultivo de la Quinua el Dron obtuvo 380 puntos mayor que la aspersora que obtuvo tan solo 210 de 420 posibles; en el caso de la Uva el prototipo obtuvo 200 menos que la aspersora motorizada que obtuvo 280. Comprobando que la hipótesis planteada de un inicio es acertada siendo este nuevo método una propuesta factible para uso en especial para cultivo de quinua.

Palabras Clave: Propuesta, Factibilidad, Dron

## ABSTRACT

In this research, we begin with the recompilation of information through interviews and surveys with experts about the equipment used for the application of agrochemicals in the zone of Majes Irrigation for Quinoa and Grape crops. The most used equipment is the backpack sprayer for quinoa crops, whose most common diseases are the fungus Mildium and the brown Pobredumbre of the stem. In case of motorized tractor sprayer for the cultivation of the grape the plague of the phylloxera and red spider mite.

Then an evaluation of the equipment considering important factor which results are, In the case of the backpack sprayer has a rental cost of 30 soles per cylinder of mixture that takes a time 100 minutes has a capacity for 25 liters on average and requires three people to operate on a mole. In the case of the tractor-motorized sprayer, the rental cost is 50 soles per mix cylinder that takes 90 minutes, has a capacity of 800 liters and requires two people to operate on a mole.

Next, we propose a new alternative for the application of agrochemicals using Dron. Making tests in the field with a new proposed method and at the same time with current equipment. As result, it proved that the DRON prototype achieves uniformity of application on average of  $111.91 \text{ g / cm}^2$  greater than that achieved by the backpack sprayer  $94.11 \text{ g / cm}^2$  in the cultivation of quinoa. In the case of grape cultivation, the motorized tractor sprayer achieved an average uniformity of  $150.88 \text{ g / cm}^2$  higher than the prototype average that was  $75.35 \text{ g / cm}^2$ .

Then, after checking the technical feasibility of the proposed method, a projection was made of the same factors with which the current equipment tested. The prototype Dron will have a projected cost of 15 soles per mole of application running through it in only 7 Average minutes has a real capacity of about 10 liters and will require two people to operate in the form of supervision.

Finally, taking into account the uniformity of application achieved in field tests and relevant factors obtained in the initial chapters, a weighted evaluation done for the cultivation of Quinoa. The Dron obtained 380 points higher than the sprayer that obtained only 210 of 420 possible; In the case of the Grape, the prototype obtained 200 less than the motorized sprayer that obtained 280. Proving that the hypothesis proposed at the beginning is correct, this new method being a feasible proposal for use especially for quinoa cultivation.

Key Words: Proposal, Feasibility, Drone

## INDICE DE CONTENIDO

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| RESUMEN.....                                       | iv |
| ABSTRACT .....                                     | v  |
| INTRODUCCION.....                                  | 1  |
| CAPITULO I ANTECEDENTES DE INVESTIGACION.....      | 2  |
| 1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACION.....              | 3  |
| 1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....             | 3  |
| 1.1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA .....              | 3  |
| 1.1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....             | 4  |
| 1.1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....               | 4  |
| 1.1.4. PRINCIPALES INTERROGANTES .....             | 4  |
| 1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....            | 5  |
| 1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....                       | 5  |
| 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                  | 5  |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....        | 6  |
| 1.4. HIPÓTESIS PRINCIPAL.....                      | 7  |
| 1.5. VARIABLES.....                                | 7  |
| 1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....        | 7  |
| 1.7. PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL .....              | 8  |
| 1.7.1. RECOPIACION DE INFORMACION.....             | 8  |
| 1.7.2. HERRAMIENTAS .....                          | 8  |
| 1.7.3. POBLACION.....                              | 9  |
| 1.7.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL .....            | 9  |
| 1.7.5. ANALISIS DE RESULTADOS .....                | 10 |
| CAPITULO II MARCO REFERENCIAL.....                 | 11 |
| 2. MARCO REFERENCIAL.....                          | 12 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACION.....            | 12 |
| 2.2. MARCO CONCEPTUAL.....                         | 14 |
| 2.2.1. TERMINOLOGÍA .....                          | 14 |
| 2.2.2. CULTIVOS DE ESTUDIO .....                   | 16 |
| 2.2.3. TIPOS DE AGROQUIMICOS .....                 | 19 |
| 2.2.4. METODOS DE APLICACIÓN DE AGROQUIMICOS ..... | 19 |
| 2.2.5. NOMENCLATURA AERONAUTICA .....              | 21 |
| 2.3. MARCO NORMATIVO.....                          | 22 |

|                                       |                                                      |    |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------|----|
| 2.3.1.                                | ORGANISMOS REGULADORES DE LA AGRICULTURA .....       | 22 |
| 2.3.2.                                | ORGANISMOS REGULADORES DEL USO DE DRONES .....       | 23 |
| 2.3.3.                                | NORMA VIGENTE.....                                   | 23 |
| CAPITULO III DIAGNOSTICO ACTUAL ..... |                                                      | 25 |
| 3.                                    | DIAGNOSTICO ACTUAL .....                             | 26 |
| 3.1.                                  | AGROUNIMEX S.A. ....                                 | 26 |
| 3.2.                                  | RECOPILACION INFORMACION .....                       | 26 |
| 3.2.1.                                | PRODUCCION DE UVA Y QUINUA.....                      | 26 |
| 3.2.2.                                | METODOS CONVENCIONALES ACTUALES.....                 | 27 |
| 3.2.3.                                | DATOS RELEVANTES DE QUINUA Y UVA.....                | 28 |
| 3.2.4.                                | CARACTERISTICAS IMPORTANTES DE EQUIPO APLICADOR..... | 28 |
| 3.3.                                  | IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS.....                     | 29 |
| 3.4.                                  | VALIDACION DE INFORMACION.....                       | 30 |
| 3.4.1.                                | ENCUESTA.....                                        | 30 |
| 3.5.                                  | RESUMEN DE INFORMACIÓN RECOPIADA EN ENCUESTA.....    | 47 |
| 3.5.1.                                | ASPERSORA DE MOCHILA .....                           | 47 |
| 3.5.2.                                | ASPERSORA DE COMPRESIÓN DE AIRE .....                | 48 |
| 3.5.3.                                | ASPERSORA MOTORIZADA DE TRACTOR.....                 | 48 |
| 3.5.4.                                | FACTORES DE IMPORTANCIA A CONSIDERAR.....            | 49 |
| 3.6.                                  | PROYECCION EQUIPOS ACTUALES.....                     | 50 |
| 3.6.1.                                | CULTIVO QUINUA.....                                  | 51 |
| 3.6.2.                                | CULTIVO UVA.....                                     | 53 |
| CAPITULO IV METODO PROPUESTO.....     |                                                      | 56 |
| 4.                                    | METODO PROPUESTO .....                               | 57 |
| 4.1.                                  | PROTOTIPO DRON 212PNICP-PITEI 2015.....              | 57 |
| 4.1.1.                                | CRONOLOGÍA HISTÓRICA.....                            | 57 |
| 4.1.2.                                | DISEÑO.....                                          | 58 |
| 4.1.3.                                | FUNCIONAMIENTO .....                                 | 60 |
| 4.1.4.                                | TIEMPO DE ELABORACIÓN .....                          | 62 |
| 4.1.5.                                | INVERSION.....                                       | 62 |
| 4.1.6.                                | PROYECCION PROTOTIPO.....                            | 64 |
| CAPITULO V EVALUACION EN CAMPO .....  |                                                      | 66 |
| 5.                                    | EVALUACION EN CAMPO .....                            | 67 |
| 5.1.                                  | DESCRIPCION PRUEBAS.....                             | 67 |
| 5.2.                                  | ELECCIÓN DE CAMPOS DE PRUEBAS .....                  | 67 |

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| 5.3. PLAGAS A COMBATIR .....                                   | 67  |
| 5.3.1. QUINUA .....                                            | 67  |
| 5.3.2. UVA.....                                                | 69  |
| 5.4. HERRAMIENTAS .....                                        | 71  |
| 5.4.1. PROGRAMACION Y MEDICION.....                            | 71  |
| 5.4.2. IMPLEMENTOS .....                                       | 73  |
| 5.5. RESULTADOS PRUEBAS .....                                  | 73  |
| 5.5.1. CAMPO 1 .....                                           | 74  |
| 5.5.2. CAMPO 2 .....                                           | 76  |
| 5.5.3. CAMPO 3 .....                                           | 79  |
| 5.5.4. CAMPO 4 .....                                           | 81  |
| CAPITULO VI EVALUACION GLOBAL PROPUESTA.....                   | 84  |
| 6.1.1. PROYECCION DRON.....                                    | 86  |
| 6.1.2. ANÁLISIS GLOBAL DE COSTOS .....                         | 96  |
| 6.2. TIEMPO.....                                               | 97  |
| 6.3. UNIFORMIDAD DE APLICACION .....                           | 98  |
| 6.4. CAPACIDAD.....                                            | 100 |
| 6.5. MANO DE OBRA.....                                         | 101 |
| 6.6. EVALUACIÓN GLOBAL .....                                   | 102 |
| 6.6.1. ANALISIS EVALUACIÓN GLOBAL .....                        | 104 |
| CONCLUSIONES.....                                              | 105 |
| RECOMENDACIONES.....                                           | 107 |
| BIBLIOGRAFIA.....                                              | 108 |
| ANEXOS.....                                                    | 111 |
| ANEXO 1 AUTORIZACION USO PROTOTIPO .....                       | 112 |
| ANEXO 2 ENTREVISTAS.....                                       | 113 |
| ANEXO 3 ENCUESTA.....                                          | 116 |
| ANEXO 4 COTIZACIÓN DRON EN EL EXTERIOR.....                    | 118 |
| ANEXO 5 FICHA TECNICA DELTAMETRINA.....                        | 119 |
| ANEXO 6 FICHA TECNICA ORION 25 EW .....                        | 120 |
| ANEXO 7 FICHA TECNICA LANNATE 20 SL.....                       | 121 |
| ANEXO 8 FICHA TECNICA VERTIMEC 018 E.....                      | 122 |
| ANEXO 9 COSTEO DE PRODUCCION DE QUINUA EN AREQUIPA .....       | 123 |
| ANEXO 10 COSTEO DE PRODUCCION DE UVA EN AREQUIPA.....          | 126 |
| ANEXO 11 MANUAL DE USO Y DE MANTENIMIENTO DRON PROTOTIPO ..... | 128 |

## INDICE DE TABLAS

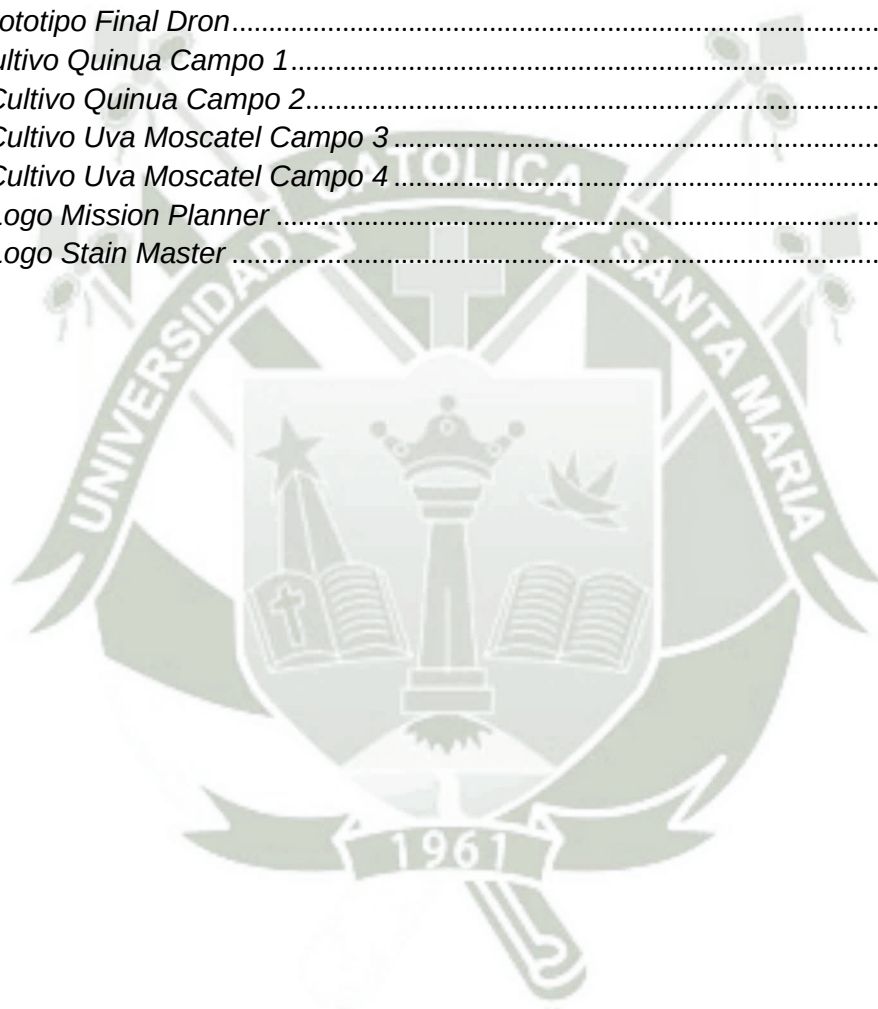
|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1 Cuadro de variables .....                                                           | 7   |
| Tabla 2 Referencia en Costos entrevistas .....                                              | 27  |
| Tabla 3 Análisis Encuesta Pregunta 1 .....                                                  | 30  |
| Tabla 4 Análisis Encuesta Pregunta 2 .....                                                  | 31  |
| Tabla 5 Análisis Encuesta Pregunta 3 .....                                                  | 32  |
| Tabla 6 Análisis Encuesta Pregunta 4 .....                                                  | 33  |
| Tabla 7 Análisis Encuesta Pregunta 5 .....                                                  | 34  |
| Tabla 8 Caso 1 Análisis Encuesta Pregunta 6 .....                                           | 35  |
| Tabla 9 Caso 2 Análisis Encuesta Pregunta 6 .....                                           | 35  |
| Tabla 10 Caso 3 Análisis Encuesta Pregunta 6 .....                                          | 35  |
| Tabla 11 Caso 4 Análisis Encuesta Pregunta 6 .....                                          | 35  |
| Tabla 12 Aspersora de mochila Encuesta Pregunta 7 .....                                     | 40  |
| Tabla 13 Aspersora de compresión de aire Encuesta Pregunta 7 .....                          | 41  |
| Tabla 14 Aspersora motorizada de tractor Encuesta Pregunta 7 .....                          | 42  |
| Tabla 15 Encuesta Pregunta 8 .....                                                          | 43  |
| Tabla 16 Proyección de costos Aspersora de Mochila para cultivo de quinua .....             | 52  |
| Tabla 17 Calculo VAN alquiler de la mochila aspersora para cultivo de quinua .....          | 53  |
| Tabla 18 Proyección de costos Aspersora de Motorizada de Tractor para cultivo de uva .....  | 54  |
| Tabla 19 Calculo VAN alquiler del Aspersora motorizada de tractor para cultivo de uva ..... | 55  |
| Tabla 20 Flujo de inversión Dron Prototipo .....                                            | 63  |
| Tabla 21 Resultados Dron Campo 1 .....                                                      | 74  |
| Tabla 22 Resultados Mochila Aspersora Campo 1 .....                                         | 75  |
| Tabla 23 Resultados Dron Campo 2 .....                                                      | 76  |
| Tabla 24 Resultados Mochila Aspersora Campo 2 .....                                         | 77  |
| Tabla 25 Resultados Dron Campo 3 .....                                                      | 79  |
| Tabla 26 Resultados Aspersora motorizada de tractor Campo 3 .....                           | 80  |
| Tabla 27 Resultados Dron Campo 4 .....                                                      | 81  |
| Tabla 28 Resultados Aspersora motorizada de tractor Campo 4 .....                           | 82  |
| Tabla 29 Comparación de costos por aplicación de agroquímicos por equipo .....              | 85  |
| Tabla 30 Proyección de costos adquisición del Dron para cultivo de quinua .....             | 87  |
| Tabla 31 Calculo VAN adquisición del Dron para cultivo de quinua .....                      | 88  |
| Tabla 32 Calculo TIR adquisición del Dron para cultivo de quinua .....                      | 89  |
| Tabla 33 Proyección de costos alquiler de Dron para cultivo de quinua .....                 | 90  |
| Tabla 34 Calculo VAN alquiler del Dron para cultivo de quinua .....                         | 90  |
| Tabla 35 Proyección de costos adquisición del Dron para cultivo de uva .....                | 91  |
| Tabla 36 Calculo VAN adquisición del Dron para cultivo de uva .....                         | 92  |
| Tabla 37 Calculo TIR adquisición del Dron para cultivo de uva .....                         | 93  |
| Tabla 38 Proyección de costos alquiler de Dron para cultivo de uva .....                    | 94  |
| Tabla 39 Calculo VAN alquiler del Dron para cultivo de uva .....                            | 95  |
| Tabla 40 Resumen de Costos por cultivo .....                                                | 96  |
| Tabla 41 Tiempos Campos de Prueba .....                                                     | 97  |
| Tabla 42 Tiempos Proyectados para cultivos por hectárea .....                               | 98  |
| Tabla 43 Comparación de cobertura por campo de prueba .....                                 | 99  |
| Tabla 44 Comparación de cobertura por campo de prueba .....                                 | 100 |
| Tabla 45 Comparación de Mano de Obra Requerida .....                                        | 101 |
| Tabla 46 Evaluación Global .....                                                            | 103 |

## INDICE DE GRAFICAS

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Grafica 1 Diagrama de Ishikawa</i> .....                                                     | 29 |
| <i>Grafica 2 Análisis Encuesta Pregunta 1</i> .....                                             | 30 |
| <i>Grafica 3 Análisis Encuesta Pregunta 2</i> .....                                             | 31 |
| <i>Grafica 4 Análisis Encuesta Pregunta 3</i> .....                                             | 32 |
| <i>Grafica 5 Análisis Encuesta Pregunta 4</i> .....                                             | 33 |
| <i>Grafica 6 Análisis Encuesta Pregunta 5</i> .....                                             | 34 |
| <i>Grafica 7 Análisis Efectividad Aspersora de mochila Encuesta Pregunta 6</i> .....            | 36 |
| <i>Grafica 8 Análisis Efectividad Aspersora de compresión de aire Encuesta Pregunta 6</i> ....  | 36 |
| <i>Grafica 9 Análisis Efectividad Aspersora motorizada de tractor Encuesta Pregunta 6</i> ..... | 37 |
| <i>Grafica 10 Análisis Aspersora de mochila Encuesta Pregunta 7</i> .....                       | 40 |
| <i>Grafica 11 Análisis Aspersora de compresión de aire Encuesta Pregunta 7</i> .....            | 41 |
| <i>Grafica 12 Análisis Aspersora motorizada de tractor Encuesta Pregunta 7</i> .....            | 42 |
| <i>Grafica 13 Análisis Criterio 1 Encuesta Pregunta 8</i> .....                                 | 43 |
| <i>Grafica 14 Análisis Criterio 2 Encuesta Pregunta 8</i> .....                                 | 44 |
| <i>Grafica 15 Análisis Criterio 3 Encuesta Pregunta 8</i> .....                                 | 44 |
| <i>Grafica 16 Análisis Criterio 4 Encuesta Pregunta 8</i> .....                                 | 45 |
| <i>Grafica 17 Análisis Criterio 5 Encuesta Pregunta 8</i> .....                                 | 45 |
| <i>Grafica 18 Cobertura por tarjeta Dron campo 1</i> .....                                      | 74 |
| <i>Grafica 19 Cobertura por tarjeta Mochila Aspersora campo 1</i> .....                         | 75 |
| <i>Grafica 20 Cobertura por tarjeta Dron campo 2</i> .....                                      | 77 |
| <i>Grafica 21 Cobertura por tarjeta Mochila Aspersora campo 2</i> .....                         | 78 |
| <i>Grafica 22 Cobertura por tarjeta Dron campo 3</i> .....                                      | 79 |
| <i>Grafica 23 Cobertura por tarjeta Aspersora motorizada de tractor campo 3</i> .....           | 80 |
| <i>Grafica 24 Cobertura por tarjeta Dron campo 4</i> .....                                      | 82 |
| <i>Grafica 25 Cobertura por tarjeta Aspersora motorizada de tractor campo 4</i> .....           | 83 |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Figura 1 Formula Valor neto actual o VAN .....</i>       | <i>15</i> |
| <i>Figura 2 Formula Tasa interna de retorno o TIR .....</i> | <i>16</i> |
| <i>Figura 3 Formula WACC .....</i>                          | <i>50</i> |
| <i>Figura 4 Eslogan proyecto 212PNICP-PITEI 2015 .....</i>  | <i>57</i> |
| <i>Figura 5 Prototipo Inicial Dron .....</i>                | <i>59</i> |
| <i>Figura 6 Ensamble Prototipo Dron .....</i>               | <i>59</i> |
| <i>Figura 7 Procedimiento uso Dron Prototipo .....</i>      | <i>60</i> |
| <i>Figura 8 Prototipo Final Dron.....</i>                   | <i>62</i> |
| <i>Figura 9 Cultivo Quinoa Campo 1.....</i>                 | <i>68</i> |
| <i>Figura 10 Cultivo Quinoa Campo 2.....</i>                | <i>69</i> |
| <i>Figura 11 Cultivo Uva Moscatel Campo 3 .....</i>         | <i>70</i> |
| <i>Figura 12 Cultivo Uva Moscatel Campo 4 .....</i>         | <i>71</i> |
| <i>Figura 13 Logo Mission Planner .....</i>                 | <i>72</i> |
| <i>Figura 14 Logo Stain Master .....</i>                    | <i>73</i> |



## INTRODUCCION

La agricultura para el Perú es un pilar fundamental del sistema económico, no solo brinda alimentos para el consumo, cerca del 70% de alimentos consumidos en el Perú según el MINAGRI; y materias primas, 30% de agro exportaciones para el mundo; sino también oportunidades de empleo a una importante cantidad de población que según El Diario Gestión representa más del 25% del PEA. El crecimiento económico del país se debe en gran parte al sector agrícola que según El Diario Gestión representa cerca del 6% del PBI nacional.

Los drones o vehículos aéreos no tripulados ofrecen múltiples posibilidades para la agricultura. Uno de los grandes aportes de los mismos son la automatización de la aplicación, tienen una amplia flexibilidad para la adición de implementos como sensores y cámaras, que permiten una obtención de información que facilita la supervisión del cuidado de los cultivos y la correcta toma de decisión frente a cualquier situación de control de plagas; Representando una alternativa eficiente la cual se emplea en la actualidad en varios países agricultores. Cabe resaltar que la mayor optimización de estos recursos se ve reflejada en la reducción de recursos como agua, combustibles y mano de obra antes empleados en métodos tradicionales, lo cual optimiza el rendimiento de la producción de una hectárea y que ve reflejado en el costo total de producción.

En el 2016 según un informe emitido por MINAGRI el cultivo de la quinua tuvo una producción anual de 79,269 toneladas siendo el primer productor mundial de quinua de aquel año, siendo Arequipa representante del 7.8 % que son aproximadamente 6, 183 toneladas. En el caso de la Uva en el año 2016 la producción anual fue de 690, 0 mil toneladas dejando al Perú en el quinto puesto de los productores mundiales, siendo Arequipa representante del 3.7 % aproximadamente 25, 530 mil toneladas. Sin embargo, en 2017 hubo una reducción de la producción tanto del país como de la región Arequipa siendo una de las principales causas el mal control actual que se tiene de las plagas para este tipo de cultivos. La presente investigación evalúa la factibilidad técnica como económica de la aplicación de agroquímicos utilizando vehículos aéreos no tripulados o Drones en la Irrigación de Majes frente al mal control de plagas existente en la actualidad para cultivos de tallo alto como la Quinua y la Uva.



## CAPITULO I ANTECEDENTES DE INVESTIGACION

## **1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACION**

### **1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Los cultivos de tallo alto como la Quinua y Uva redujeron en los últimos años su producción en las Irrigaciones en Majes como en todo el Peru, uno de los factores determinantes es la carencia de un óptimo control de plagas y enfermedades; Los equipos de aplicación de agroquímicos existentes en la zona no brindan una adecuada cobertura en la parte superior de estos cultivos. Además, de ser considerados costosos, requerir gran tiempo y ponen en riesgo la vida de los operarios que los usan.

#### **1.1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

Los cultivos de agro exportación, como la quinua, uva de mesa, palta, granada, entre otros; a lo largo de su desarrollo logran alcanzar aproximadamente una altura de 1.8 m o mayor, sus frutos en la mayoría se encuentran en la parte superior del cultivo. Las pulverizadoras o nebulizadoras normales empleadas en la actualidad no logran ubicar el agroquímico en la parte alta de los tallos, dejando sin protección a los frutos lo cual genera pérdidas considerables a la producción. Las pulverizadoras o nebulizadoras normales son costosas debido a la mano de obra, los tiempos que el operario está en contacto con agroquímicos son grandes y trae como consecuencia al personal adquiere enfermedades.

Frente a esta situación se plantea emplear Drones modificados que puedan aplicar agroquímicos.

### **1.1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

El departamento de Arequipa redujo su producción de quinua de 4 600 toneladas en 2016 a tan solo 2 400 toneladas en 2017 según el MINAGRI. En el caso de la uva se redujo la exportación nacional de 308 000 toneladas en 2015 a 285 600 toneladas en 2016 de las cuales de Arequipa provinieron 10 600 toneladas según el MINAGRI. Estos datos reflejan las falencias en la producción causadas por varios factores entre ellos un mal control de plagas y enfermedades.

El uso de Drones en otros países para monitoreo en cultivos es un avance que permite mejorar o reducir los costos de la agroindustria sin embargo el costo de estos equipos son muy elevados lo cual dificulta su uso para los agro exportadores en la Irrigación de Majes.

### **1.1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Para lograr un mejor control de plagas y enfermedades de cultivo de tallo alto en la Irrigación Majes se debe utilizar Drones para aplicación de agroquímicos?

### **1.1.4. PRINCIPALES INTERROGANTES**

- ¿Cuál es la situación actual de la aplicación de agroquímicos en cultivos de tallo alto como Quinua y Uva en la Irrigación Majes?  
¿Qué factores determinan su uso?
- Según los factores ¿Cómo se encuentran los equipos actualmente empleados para la aplicación de agroquímicos en cultivos de tallo alto como Quinua o Uva en la Irrigación Majes?

- ¿Son los vehículos aéreos no tripulados una alternativa técnicamente factible para la aplicación de agroquímicos en cultivos de tallo alto como Quinua o Uva que permita mitigar los problemas actuales en la Irrigación Majes?
- ¿Son los vehículos aéreos no tripulados una alternativa económicamente factible para la aplicación de agroquímicos en cultivos de tallo alto como Quinua y Uva que permita mitigar los problemas actuales en la Irrigación Majes?
- ¿Son los vehículos aéreos no tripulados una alternativa técnicamente y económicamente mejor que los equipos actualmente empleados para la aplicación de agroquímicos en cultivos de tallo alto como Quinua o Uva en la Irrigación Majes?

## **1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar una propuesta empleando vehículos aéreos no tripulados para la aplicación de agroquímicos que permita un mejor control de plagas y enfermedades en cultivos de tallo alto como la Quinua o la Uva en la Irrigación Majes.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilación de información en la actualidad de la aplicación de agroquímicos en cultivos de Quinua y Uva en la Irrigación de Majes, como la relevancia de factores determinantes para la elección de equipos aplicadores.

- Evaluar en los factores determinantes a los equipos empleados para la aplicación de agroquímicos para cultivos de Quinua y Uva en la Irrigación de Majes.
- Realizado de pruebas en campo de eficiencia de cobertura para el método propuesto como para el método empleado actual en cultivos de Quinua y Uva.
- Elaboración de propuesta incluyendo costos, tiempo, capacidad y mano de obra del sistema de aplicación por Dron de agroquímicos para cultivos de Quinua y Uva.
- Comparación y determinación de la mejor propuesta entre ambos sistemas tomando en cuenta eficiencia de cobertura y factores relevantes para utilización de equipos en cultivos de Quinua y Uva.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La agricultura para el Perú es una de sus principales actividades económicas, nuestro país se encuentra entre los principales países exportadores de Quinua y Uva en el mundo; este trabajo de investigación busca proporcionar una oportunidad a las empresas agro exportadoras de la región de Majes en Arequipa de poder emplear un equipo nuevo y moderno para el mejor control de plagas y enfermedades; reduciendo perdidas en su producción que les permita llevar a ser el principal exportador de estos cultivos a nivel del Perú y del mundo.

#### 1.4. HIPÓTESIS PRINCIPAL

El empleo de los Drones para la aplicación de agroquímicos es una propuesta económica y técnicamente factible para su uso en la Irrigación de Majes.

#### 1.5. VARIABLES

| Variables                                                       | Indicadores                                    | Nivel de Medición | Tipo          |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|---------------|
| <b>Equipo Aplicador de Agroquímicos (Dron/Equipos Actuales)</b> | Tiempo en minutos                              | Ordinal           | Dependiente   |
|                                                                 | Uniformidad de aplicación en g/cm <sup>2</sup> | Razón             |               |
|                                                                 | Costo de alquiler en soles                     | Razón             |               |
|                                                                 | Capacidad equipo en litros                     | Razón             |               |
|                                                                 | Costo Fuente de energía                        | Razón             |               |
| <b>Cultivo</b>                                                  | Tipo                                           | Nominal           | Independiente |

*Tabla 1 Cuadro de variables  
Fuente: Elaboración propia*

#### 1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizará basándose en el prototipo de Dron desarrollado en el Proyecto de PITEI, además de limitarse su uso para pruebas en la zona de Majes.

## **1.7. PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL**

### **1.7.1. RECOPIACION DE INFORMACION**

#### **1.7.1.1.METODOS**

Para recopilar la información necesaria para el desarrollo de este trabajo de investigación se emplearon instrumentos como la entrevista y encuestas como base referencial o punto de partida, incluyendo software complementario para programación como análisis de muestras, de los cuales se realizará una explicación a continuación.

### **1.7.2. HERRAMIENTAS**

#### **1.7.2.1.ENTREVISTA**

Esta herramienta será la base del estudio para poder obtener de una fuente confiable, un experto en el área la situación actual de la aplicación de agroquímicos en la Irrigación Majes. Se realizará la entrevista a empresarios experimentados en cultivos de Quinua y Uva, como ingenieros agrónomos que nos puedan brindar mayor referencia sobre estándares de cobertura de manera verídica y validada.

La entrevista se realizará en una conversación directa con el experto sobre el cultivo estudio, considerando indicadores relacionados de esta variable, así como los equipos empleados para su cuidado.

### **1.7.2.2. ENCUESTA**

Se realizará una encuesta con el fin de validar la información obtenida en la entrevista con el experto, la misma se realizará en la población mencionada anteriormente con el fin de obtener información validada y confiable sobre la situación actual según las variables de nuestra investigación.

### **1.7.3. POBLACION**

La población para este trabajo de investigación serán 75 empresarios agro exportadores miembros de la asociación AGROUNIMEX SA productores de cultivos de Quinua y Uva en la Irrigación Majes.

### **1.7.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

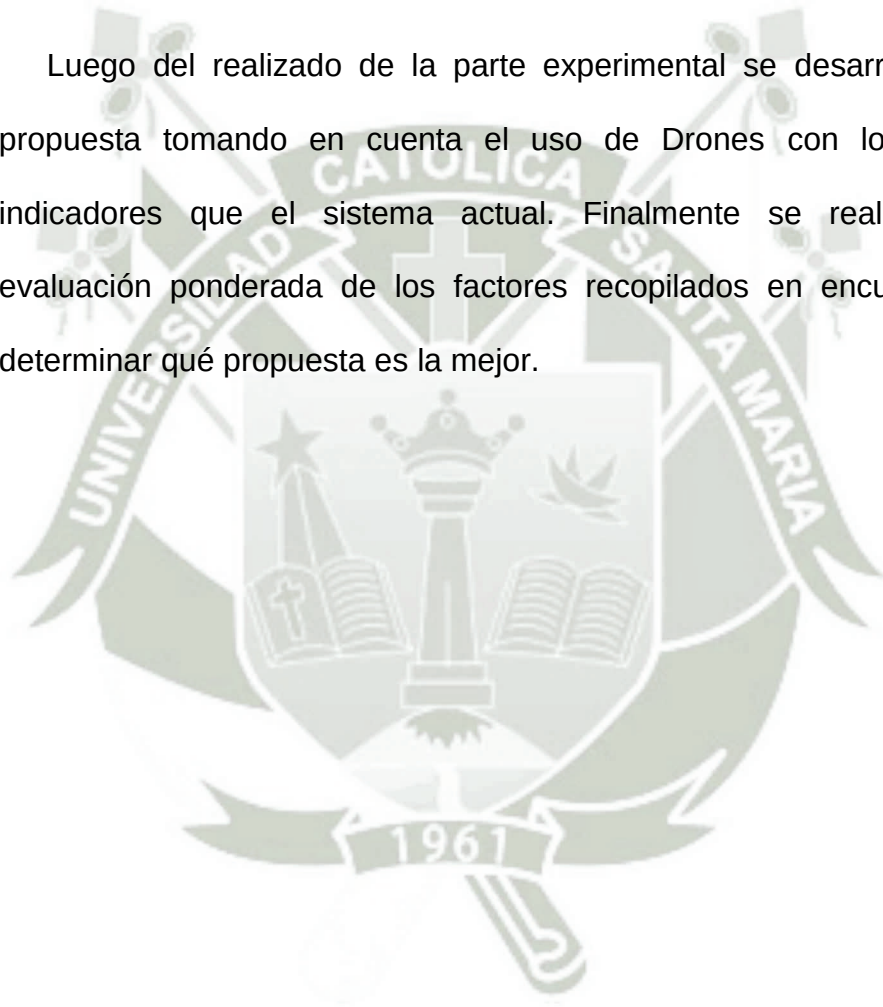
Este trabajo de investigación tiene como uno de sus objetivos la medición de eficiencia de cobertura, para lo cual se realizará el siguiente proceso:

1. Elección de campos de pruebas de cultivo de quinua y uva.
2. Elección de tipo de plaga a combatir en cultivo de quinua y uva.
3. Definición de elementos de programación y medición para evaluación de cobertura en aplicación.
4. Realizado de pruebas de método actual como método propuesto.
5. Análisis y comparación de resultados obtenidos

### **1.7.5. ANALISIS DE RESULTADOS**

El análisis de la información obtenida en la entrevista será empleado para el desarrollo de la encuesta, de la cual se obtendrá información validada con la cual se realizará un flujo de los costos actuales de producción tomando en cuenta los indicadores mencionados en variables.

Luego del realizado de la parte experimental se desarrollará una propuesta tomando en cuenta el uso de Drones con los mismos indicadores que el sistema actual. Finalmente se realizará una evaluación ponderada de los factores recopilados en encuesta para determinar qué propuesta es la mejor.





## CAPITULO II MARCO REFERENCIAL

## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACION

**“PERCEPCION DE LA CARGA EN EL VUELO DE SIMULACION DE ENTRENAMIENTO DE VEHICULOS AEREOS NO TRIPULADOS (DRONES)”** (G. de la Torre, A. Ramallo, & Cervantes, 2016)

**Autor:** *Gabriel G. de la Torre, Miguel A. Ramallo, Elizabeth Cervantes*

**Lugar y Año:** *Universidad de Cadiz España, 2016*

**Resumen:** Este artículo de investigación toma en cuenta la fiabilidad, sensibilidad y correlaciones para la escala de carga de trabajo y su relación con las tareas de entrenamiento del simulador. En general, existen efectos claros de la demanda mental, como se muestra en la percepción de carga de trabajo durante las tareas de formación. La fiabilidad de la escala de la carga de trabajo mostró buena puntuación y sensibilidad mostró que la demanda mental, como el factor más importante en comparación con los otros parámetros medidos obtención de mayores correlaciones con las tareas de destino, el número de errores. En nuestros resultados, hemos visto cómo el AWT (adaptado de la NASA-TLX) mostró buena sensibilidad en la evaluación de la carga mental de los participantes. En nuestra investigación, los participantes puntuación más alta en la subescala de la demanda mental, mostraron una mayor dificultad para las tareas de entrenamiento, y también mostró retrasos de tiempo más largos en la realización de las dos secciones de capacitación de la simulación.

**Palabras clave:** *Simulación, Drones, Percepción de Carga*

**“REGLAS, REGULACIONES Y CODIGOS PARA VEHICULOS AEREOS NO TRIPULADOS (DRONES), NGAT, UAS”** (Rainer, 2015)

**Autor:** *David Rainer*

**Lugar y Año:** *North Carolina State University, 2015*

**Resumen:** Este artículo de investigación nos describe como los Sistemas aéreos no tripulados (UAS) ofrecen un gran potencial como herramientas para la investigación y la enseñanza. Debido UAS se están convirtiendo utiliza con mayor frecuencia en la Universidad Estatal de Carolina del Norte (NC State), incluso para muchos tipos diferentes de investigación, Carolina del Norte Estado debe gestionar las operaciones de UAS y garantizar el pleno cumplimiento de todas las

leyes y reglamentos estatales y federales. El objetivo de este Reglamento es establecer un marco con el fin de identificar, gestionar y mitigar los riesgos, asegurando de esta manera la operación segura y legal de UAS en cumplimiento de las metas y objetivos institucionales de Carolina del Norte Estado.

**Palabras clave:** Reglas, regulaciones, Drones

**“OPTIMIZACION DE LA COBERTURA AEREA PRECISA PARA LA GESTION AGRICULTORA, INSPIRADO EN UN ENFOQUE DE ARMONIA MUSICAL”** (Valente, Del Cerro, Barrientos, & Sanz, 2013)

**Autor:** Joao Valente, Jaime Del Cerro, Antonio Barrientos, David Sanz

**Lugar y Año:** Center for Automation and Robotics Madrid España, 2013

**Resumen:** La ruta de cobertura de la planificación (CPP) problema pertenece a un sub-campo de la planificación del movimiento, donde el objetivo es calcular una trayectoria cobertura completa del inicial a la posición final, dentro del espacio de trabajo del robot sometido a un conjunto de restricciones. Este problema tiene una complejidad NP-completo, y no tiene solución general.

Por otra parte, hay muy pocos estudios que abordan este problema se aplican a los vehículos aéreos. Estudios previos señalan que la variable de interés para ser optimizado es el número de vueltas. Por lo tanto, reduciendo al mínimo el número de vueltas, se puede asegurar que el tiempo de misión se minimiza mismo. En este trabajo, un enfoque para optimizar Se propone esta variable costo. Este enfoque utiliza un algoritmo llamado bastante novedoso Harmony Búsqueda (SA). HS es un algoritmo de meta-heurística basada en la improvisación del músico de jazz a través de una agradable armonía. Finalmente, los resultados obtenidos con esta técnica se comparan con los resultados obtenidos con el enfoque anterior se encuentra en la literatura.

**Palabras clave:** Planificación, Algoritmo, Cobertura

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. TERMINOLOGÍA**

#### **2.2.1.1. PROPUESTA**

“Proposición o idea que se manifiesta y ofrece a alguien para un fin.” (Diccionario de la Real Academia Española, 2014)

#### **2.2.1.2. MEJORA**

“Progreso de una cosa hacia un estado mejor o superior.” (Oxford University Press, 2017)

#### **2.2.1.3. PROCEDIMIENTO**

“Método para ejecutar algunas cosas.” (Sinnaps, 2016)

#### **2.2.1.4. COSTO**

“Gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio.” (Pérez Porto, 2008)

#### **2.2.1.5. DIAGRAMA**

“Gráfico que puede ser simple o complejo que sirve para simplificar la comunicación y la información sobre un proceso o un sistema determinado.” (Equipo de Redacción de Concepto.de, 2018)

#### **2.2.1.6. ENCUESTA**

“Es el conjunto de preguntas que están diseñadas para ser dirigidas a una muestra de población.” (Equipo de Definición. ABC, 2017)

#### 2.2.1.7. ENTREVISTA

“Desarrollo de una charla con una o más personas con el objetivo de tocar ciertos temas teniendo un fin determinado.”

(Pérez Porto, Definición de Entrevista, 2012)

#### 2.2.1.8. PROBLACION

“Conjunto de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en algún lugar y momento determinado.” (Wigodski, 2010)

#### 2.2.1.9. VALOR ACTUAL NETO

“El Valor Actual Neto o VAN, es un indicador financiero que ayuda a determinar la viabilidad de un proyecto de inversión tras medir los flujos de ingresos y egresos.” (CreceNegocios, 2014).  
Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FN_j}{(1+i)^j}$$

*Figura 1 Formula Valor neto actual o VAN*  
*Fuente: Copyright 2003-2008 Rankia.SL*

*En donde:*

*Vt: representa los flujos de caja en cada periodo t.*  
*I<sub>0</sub>: es el valor del desembolso inicial de la inversión.*  
*N: es el número de periodos considerado.*  
*k: es el costo del capital utilizado.*

#### 2.2.1.10. TASA INTERNA DE RETORNO

“Es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión, es un porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión

a realizar.” (Economipedia, 2017) Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n} = 0$$

*Figura 2 Formula Tasa interna de retorno o TIR*  
*Fuente: Copyright 2003-2008 Rankia.SL*

*En donde:*

*Qn: es el flujo de caja en el periodo n.*

*n: es el número de períodos.*

*I: es el valor de la inversión inicial.*

#### **2.2.1.11. RENTABILIDAD**

“Asociada a la obtención de ganancias a partir de una cierta inversión. Hace referencia a las ganancias económicas que se obtienen mediante la utilización de determinados recursos.”

(Equipo de Redacción de Concepto.de. , 2018)

#### **2.2.2. CULTIVOS DE ESTUDIO**

##### **2.2.2.1. TOPO**

“Es una unidad de medida de superficie antigua impuesta por España, equivale a 2 257. 92 m<sup>2</sup>.” (Romero & Contreras, 2006)

##### **2.2.2.2. QUINUA**

“(Chenopodium quinoa Willd) es un cultivo andino domesticado hace miles de años por las antiguas culturas de la

Región Andina de Sudamérica” (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016)

#### **2.2.2.3. *MILDIIUM***

“Enfermedad de la vid, producida por un hongo microscópico que se desarrolla en el interior de las hojas, y también en los tallos y en el fruto.” (Diccionario de la Real Academia Española, 2014)

##### **CONTROL MILDIIUM**

“Se recomienda el uso de fungicidas como el Metalaxil más Mancozeb; Dimethomorph más Mancozeb, Deltametrina, entre otros.” (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016)

#### **2.2.2.4. *PODREDUMBRE MARRÓN DEL TALLO***

“(Phoma exigua var foveata) se presenta en forma de lesiones de color marrón oscuro y bordes de aspecto vítreo. Se pueden observar picnidios del hongo como puntos negros en el interior de las lesiones, las cuales mayormente se encuentran en los tallos y en la panoja.” (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016)

##### **CONTROL POBREDUMBRE MARRON DEL TALLO**

“Se recomienda emplear ORION 25 EW con una dosis de 0.17 lt/cilindro.” (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016)

#### **2.2.2.5. UVA**

“Baya o grano más o menos redondo y jugoso, fruto de la vid, que forma racimos.” (Diccionario de la Real Academia Española, 2014)

#### **2.2.2.6. FILOXERA**

“Es un pulgón, cuyo nombre científico es *Phylloxera vitifoliae*. Esta plaga solo ataca a la vid. Esta plaga prospera mejor en suelos arcillosos o pesados y en condiciones de suelos secos. La filoxera se alimenta del jugo de las células de las hojas y las raíces de la vid.” (Chávez Gama, Arata Pozzuoli, & Quispe Ordóñez, 2004)

#### **CONTROL FILOXERA**

“Se combaten a través de insecticidas como el LANNATE 20 SL de 0.75 litros/hectárea recomendada de acuerdo al cultivo.” (Chávez Gama, Arata Pozzuoli, & Quispe Ordóñez, 2004)

#### **2.2.2.7. ARAÑITA ROJA**

“Diversas especies de pequeños ácaros, algunas especies importantes son *Panonychus ulmi* y *Tetranychus* sp. Se alimenta principalmente de las hojas y brotes de la vid, a los que les extrae los jugos celulares, frenando su desarrollo al dañar el proceso de fotosíntesis. Origina una mayor transpiración de la planta.” (Chávez Gama, Arata Pozzuoli, & Quispe Ordóñez, 2004)

#### **CONTROL ARAÑITA**

“El uso de VERTIMEC 018 EC a razón de 0.6 litros por hectárea contribuye a la prevención y control.” (Chávez Gama, Arata Pozzuoli, & Quispe Ordóñez, 2004)

### **2.2.3. TIPOS DE AGROQUIMICOS**

#### **2.2.3.1. INSECTICIDA**

“Que sirve para matar insectos, los productos destinados a este fin.” (Diccionario de la Real Academia Española, 2014)

#### **2.2.3.2. HERBICIDA**

“Dicho de un producto químico: Que destruye plantas herbáceas.” (Diccionario de la Real Academia Española, 2014)

#### **2.2.3.3. FERTILIZANTE**

“Que fertiliza, es decir hacer que la tierra sea fértil o más fértil.” (Diccionario de la Real Academia Española, 2014)

#### **2.2.3.4. FUNGICIDA**

“Dicho de un agente: Que destruye los hongos.” (Diccionario de la Real Academia Española, 2014)

### **2.2.4. METODOS DE APLICACIÓN DE AGROQUIMICOS**

#### **2.2.4.1. NEBULIZACION**

“El principio básico de la nebulización es producir gotas con diámetros menores o iguales a 25 micras, para lo cual se requiere de producto formulado para tal fin, bajo la técnica de ultra bajo volumen (U.B.V.).” (Matarrita Díaz, Chavarría Castro, & Zamora Ulloa, 2010)

#### **2.2.4.2. PULVERIZACION**

“Mediante este método la distribución de los plaguicidas se realiza en forma de líquido, que se deposita sobre las plantas en forma de pequeñas gotas.” (Matarrita Díaz, Chavarría Castro, & Zamora Ulloa, 2010)

#### **2.2.4.3. ESPOLVOREO**

“Consiste en la distribución del producto en forma de polvo, mediante la aplicación de una corriente de aire, que a su paso por el depósito de tratamiento arrastra parte del producto.” (Matarrita Díaz, Chavarría Castro, & Zamora Ulloa, 2010)

#### **2.2.4.4. ESTANDAR GOTAS DE ASPERSIÓN**

“Se recomienda las siguientes densidades de cobertura para un adecuado control: para herbicidas en preemergencia y la mayoría de insecticidas 20 gotas/cm<sup>2</sup> en el blanco; para herbicidas de post-emergencia 30-40 gotas/cm<sup>2</sup>; para productos que actúan sólo por contacto 50-70 gotas/cm<sup>2</sup>.

Obviamente estos valores sirven únicamente como guía y en ningún caso se interpretarán en términos absolutos. Para el control de insectos-plaga inmóviles, hongos y enfermedades microbianas se debe conseguir un cubrimiento casi total del follaje, así en un momento dado se pueden requerir hasta 100 gotas/cm<sup>2</sup>.” (R. Leiva, 1990)

## **2.2.5. NOMENCLATURA AERONAUTICA**

### **2.2.5.1. DRON**

“Denominación del ámbito militar. La etimología de 'drone' viene de dran o dræn, abeja macho o zángano, el cual hace referencia al zumbido producido por sus motores, similares al de los zánganos volando. Para efectos de esta NTC se prescinde de esta denominación que en adelante deberá entenderse como RPA.” (Dirección General de Aeronáutica Civil de Perú, 2015)

### **2.2.5.2. FPV**

“Vuelo con “visión en primera persona” al pilotar un Dron con cámara viendo en tiempo real las imágenes que están grabando.” (Dirección General de Aeronáutica Civil de Perú, 2015)

### **2.2.5.3. RAP**

“Regulación Aeronáutica del Perú.” (Dirección General de Aeronáutica Civil de Perú, 2015)

### **2.2.5.4. RPA**

“Aeronave Pilotada a Distancia por un piloto remoto, emplazado en una “estación de piloto remoto” ubicada fuera de la aeronave quien monitorea la aeronave en todo momento y tiene responsabilidad directa de la conducción segura de la aeronave durante todo su vuelo.” (Dirección General de Aeronáutica Civil de Perú, 2015)

#### **2.2.5.5. UAV**

“Vehículo aéreo no tripulado” (Dirección General de Aeronáutica Civil de Perú, 2015)

### **2.3. MARCO NORMATIVO**

#### **2.3.1. ORGANISMOS REGULADORES DE LA AGRICULTURA**

##### **2.3.1.1. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación)**

“Organización que busca lograr un mundo en el que impere la seguridad alimentaria elevando los niveles de nutrición, mejorando la productividad agrícola, las condiciones de la población rural, y contribuyendo a la expansión de la economía mundial.” (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2018)

##### **2.3.1.2. MINAGRI (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO)**

“Tiene como política agraria promover el desarrollo de las familias campesinas a través de planes y programas del sector.” (Peruinfo.pe Portal de Perú, 2018)

##### **2.3.1.3. SENASA (SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA)**

“Es un Organismo Público Técnico Especializado que brinda los servicios de inspección, verificación y certificación fitosanitaria y zoonosanitaria, diagnóstica, identifica y provee controladores biológicos.” ( SENASA, 2015)

### **2.3.2. ORGANISMOS REGULADORES DEL USO DE DRONES**

#### **2.3.2.1. OACI**

“La Organización de Aviación Civil Internacional o OACI es un organismo especializado de la ONU, creado por los Estados en 1944 para ejercer la administración y velar por la aplicación del Convenio sobre Aviación Civil Internacional.” (OACI, 2011)

#### **2.3.2.2. MTC (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES)**

“Es un órgano del Poder Ejecutivo del gobierno de Perú, responsable del desarrollo de los sistemas de transporte, la infraestructura de las comunicaciones y telecomunicaciones del país.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2018)

#### **2.3.2.3. DGAC (DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL)**

“Entidad que conduce el proceso de gestión integral de la Aviación Civil, en sujeción a la legislación aeronáutica del Perú, anexos y documentos de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2018)

### **2.3.3. NORMA VIGENTE**

#### **2.3.3.1. NTC (NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA)**

“Norma que establece los requisitos y limitaciones para la operación de RPAS de uso civil, con el objeto de garantizar la

seguridad operacional de todos los demás usuarios del espacio aéreo, así como la seguridad de las personas y bienes en tierra.”

(Dirección General de Aeronáutica Civil de Perú, 2015)

“Inciso (j) Operaciones de los RPAS en recintos cerrados:

Los recintos completamente cerrados (un coliseo cerrado, un hangar cerrado, pabellón industrial o deportivo, un centro de convenciones, un domicilio particular, etc.) no están sujetos a la jurisdicción de la DGAC, al no formar parte del espacio aéreo. Los titulares de esos recintos son responsables de autorizar el vuelo de RPAs en su interior.” (Dirección General de Aeronáutica Civil de Perú, 2015)





## CAPITULO III DIAGNOSTICO ACTUAL

### **3. DIAGNOSTICO ACTUAL**

#### **3.1. AGROUNIMEX S.A.**

La empresa AGROUNIMEX es una empresa que se desarrolla en la Irrigación de Majes en los asentamientos E1 y E2 con una influencia de 900 hectáreas, de las cuales el cultivo es aproximadamente un 30% quinua, 25% Uva y el 45% restantes se distribuye equitativamente entre Tomate, Maíz, Cebolla, entre otros. La empresa realiza la comercialización de agroquímicos y semillas. Además, brinda servicios de asistencia técnica y maquinaria a sus socios y agricultores de la zona.

#### **3.2. RECOPIACION INFORMACION**

Se desarrolló dos entrevistas con personas de experiencia en la producción de Quinua y Uva sobre la actualidad de la aplicación de agroquímicos en la Irrigación de Majes.

- Miguel Ángel Yapo Carpio, Ingeniero agrónomo y empresario socio de AGROUNIMEX.
- Justo Fernando Paredes Villanueva, Ingeniero agrónomo y gerente de AGROUNIMEX.

Con su apoyo se recopiló la siguiente información

##### **3.2.1. PRODUCCION DE UVA Y QUINUA**

“Se considera que aproximadamente cerca del 53% de los socios de AGROUNIMEX tiene conocimiento o experiencia en la realización de

cultivo de Quinua. Cerca del 50% de los socios conocen o han plantado el cultivo de la Uva.” (Paredes Villanueva & Yapo Carpio, 2017)

### 3.2.2. METODOS CONVENCIONALES ACTUALES

“Existen varios tipos de equipos que pueden ser empleados actualmente para la aplicación de agroquímicos a continuación se enumeran en base al equipo que se le da mayor uso.

#### QUINUA

1. Aspersora de Mochila o moto fumigadora de mochila
2. Aspersora de comprensión de Aire o moto fumigadora estacionaria
3. Moto fumigadora reaccionarias

#### UVA

1. Aspersora motorizada de tractor o fumigadora turbo de tractor
2. Aspersora de comprensión de Aire o moto fumigadora estacionaria
3. Aspersora de Mochila o moto fumigadora de mochila” (Paredes Villanueva & Yapo Carpio, 2017)

#### COSTO DE ALQUILER Y MANO DE OBRA POR TOPO

| <i>Equipo</i>                     | <i>Aspersora de mochila</i> | <i>Aspersora de comprensión de aire</i> | <i>Aspersora motorizada de tractor</i> |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| <i>Mano de obra requerida</i>     | 3                           | 2                                       | 2                                      |
| <i>Costo de alquiler por topo</i> | S/. 30                      | S/. 35                                  | S/. 50                                 |

*Tabla 2 Referencia en Costos entrevistas*  
*Fuente: Entrevista J. Paredes y M. Yapo*

### **3.2.3. DATOS RELEVANTES DE QUINUA Y UVA**

“Para los expertos las enfermedades consideradas importantes y que comúnmente atacan a los cultivos, con las cuales se puede evaluar un equipo aplicador de agroquímicos son:

#### **QUINUA**

Su tiempo de producción es de 4.5 meses, requieres de 10 aplicaciones en promedio por producción, el rendimiento es de 1000 kg por topo y tiene un precio de venta de \$6.38/kg

- Hongo Mildium
- Pobre dumbre marrón del tallo

#### **UVA**

Su tiempo de producción es de 12 meses, requieres de 30 aplicaciones en promedio por producción, el rendimiento es de 10 000 kg por topo y tiene un precio de venta de \$1.20/kg

- Filoxera
- Arañita roja” (Paredes Villanueva & Yapó Carpio, 2017)

### **3.2.4. CARACTERISTICAS IMPORTANTES DE EQUIPO APLICADOR**

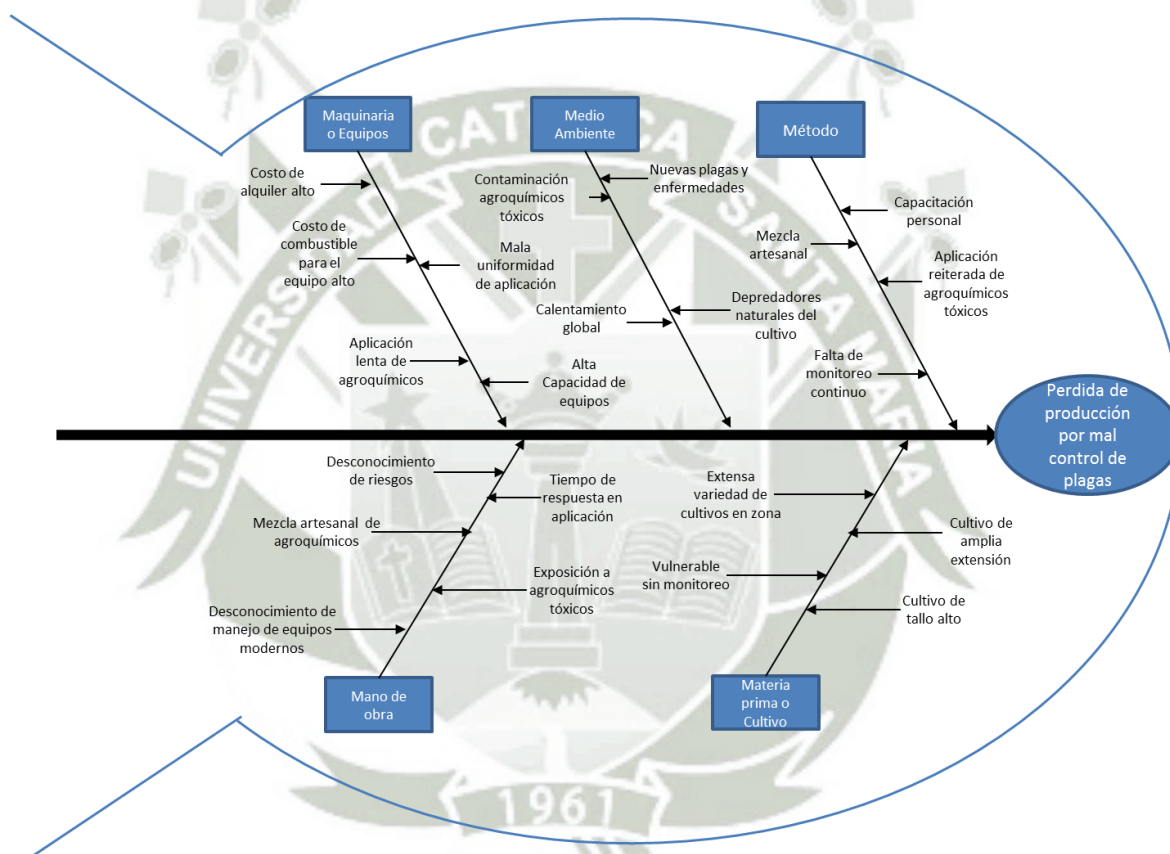
Para los expertos algunas de las características o factores tomados en cuenta para la elección de un equipo aplicador de agroquímico son:

- Eficiencia de cobertura combatiendo la plaga o enfermedad.
- El costo de alquiler de equipo
- Mano de obra adecuada para el manejo del equipo.
- Tiempo de cobertura de topo o hectárea.

- Capacidad del equipo de carga de mezcla a aplicar.
- Fuente o tipo de energía que emplea el equipo.

### 3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS

El procedimiento adecuado para la identificación de problemas es a través de la herramienta diagrama de Ishikawa, empleando sus 5M se podrán determinar los problemas más importantes.



*Grafica 1 Diagrama de Ishikawa*  
*Fuente: Elaboración Propia*

La mayor cantidad de problemas se encontraron en los equipos y la mano de obra empleada para la aplicación de agroquímicos.

### 3.4. VALIDACION DE INFORMACION

Con el fin de validar la información obtenida en entrevistas se realizó una encuesta a los 75 socios de la empresa AGROUNIMEX.

#### 3.4.1. ENCUESTA

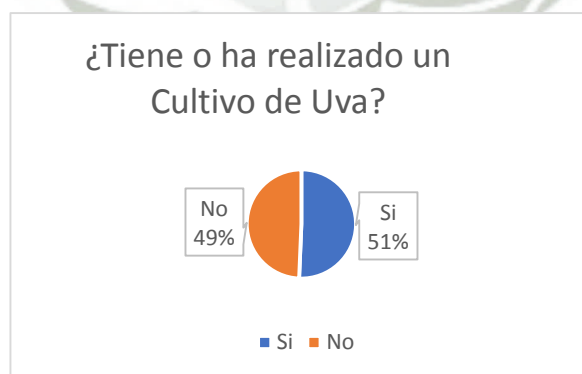
La encuesta está conformada por ocho preguntas de las cuales las cinco iniciales son de opción múltiple, las preguntas seis y siete son tablas donde se piden llenar datos y la ultima una asignación de importancia a criterios indicados. A continuación, una descripción de los resultados obtenidos.

##### 3.4.1.1. RESULTADOS ENCUESTA

*Pregunta 1: ¿Tiene o ha realizado un Cultivo de Uva?*

| Respuesta | Conteo | Porcentajes |
|-----------|--------|-------------|
| Si        | 38     | 50.67%      |
| No        | 37     | 49.33%      |
| Total     | 75     |             |

*Tabla 3 Análisis Encuesta Pregunta 1*  
*Fuente: Elaboración Propia*



*Grafica 2 Análisis Encuesta Pregunta 1*  
*Fuente: Elaboración Propia*

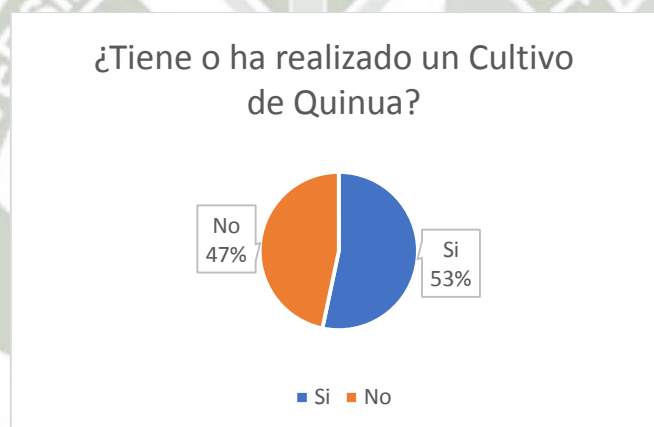
### Interpretación Resultados pregunta 1

- El 51% de los socios de Agrounimex tiene o ha realizado el cultivo de Uva.

### Pregunta 2: ¿Tiene o ha realizado un Cultivo de Quinoa?

| Respuesta | Conteo | Porcentajes |
|-----------|--------|-------------|
| Si        | 40     | 53.33%      |
| No        | 35     | 46.67%      |
| Total     | 75     |             |

*Tabla 4 Análisis Encuesta Pregunta 2*  
*Fuente: Elaboración Propia*



*Grafica 3 Análisis Encuesta Pregunta 2*  
*Fuente: Elaboración Propia*

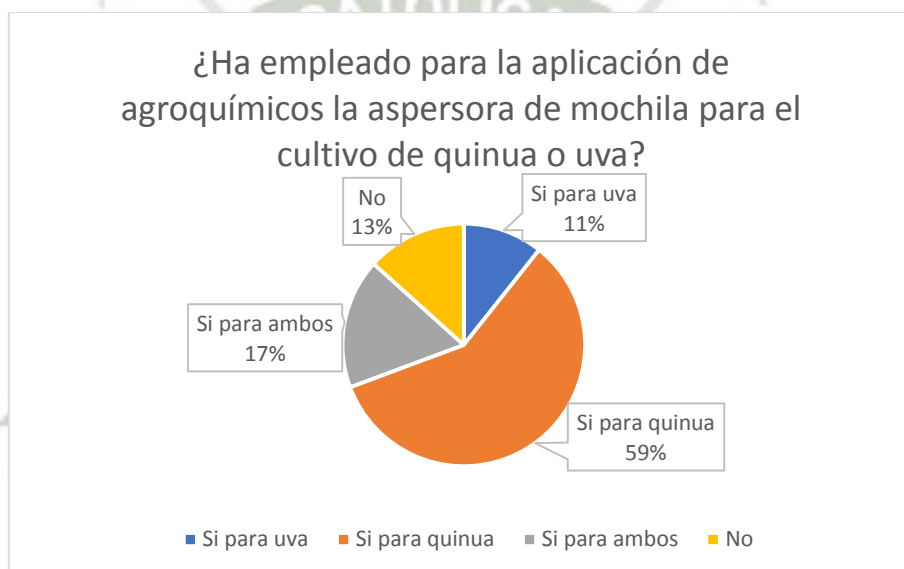
### Interpretación Resultados pregunta 2

- El 53.33% de los socios de Agrounimex tiene o ha realizado el cultivo de Quinoa.

*Pregunta 3: ¿Ha empleado para la aplicación de agroquímicos la aspersora de mochila para el cultivo de quinua o uva?*

| Respuesta      | Conteo | Porcentajes |
|----------------|--------|-------------|
| Si para uva    | 8      | 10.67%      |
| Si para quinua | 44     | 58.67%      |
| Si para ambos  | 13     | 17.33%      |
| No             | 10     | 13.33%      |
| Total          | 75     |             |

*Tabla 5 Análisis Encuesta Pregunta 3  
Fuente: Elaboración Propia*



*Grafica 4 Análisis Encuesta Pregunta 3  
Fuente: Elaboración Propia*

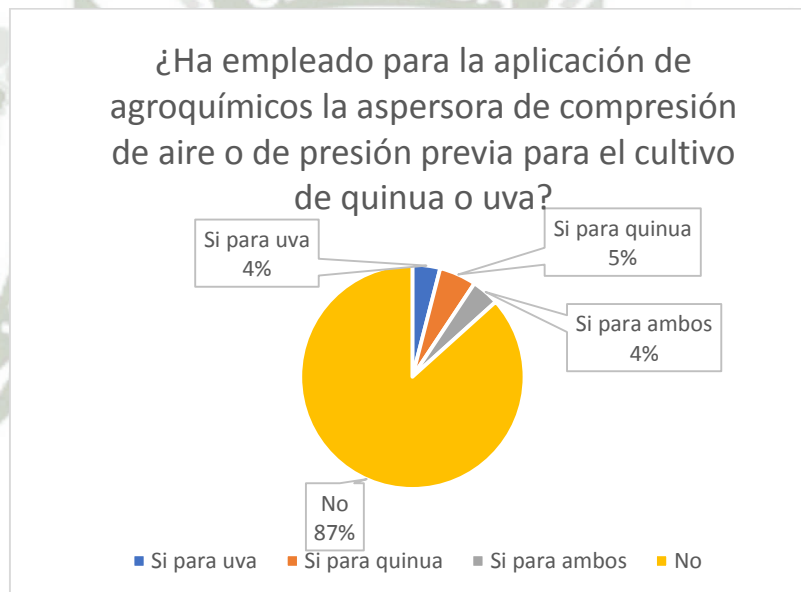
#### *Interpretación Resultados pregunta 3*

- Casi el 87% de los socios de Agrounimex emplea la aspersora de mochila para la aplicación de agroquímicos.
- Solo un 28% de los socios de Agrounimex emplea la aspersora de mochila para la aplicación de agroquímicos para el cultivo de Uva.

*Pregunta 4: ¿Ha empleado para la aplicación de agroquímicos la aspersora de compresión de aire o de presión previa para el cultivo de quinua o uva?*

| Respuesta      | Conteo | Porcentajes |
|----------------|--------|-------------|
| Si para uva    | 3      | 4.00%       |
| Si para quinua | 4      | 5.33%       |
| Si para ambos  | 3      | 4.00%       |
| No             | 65     | 86.67%      |
| Total          | 75     |             |

*Tabla 6 Análisis Encuesta Pregunta 4*  
*Fuente: Elaboración Propia*



*Grafica 5 Análisis Encuesta Pregunta 4*  
*Fuente: Elaboración Propia*

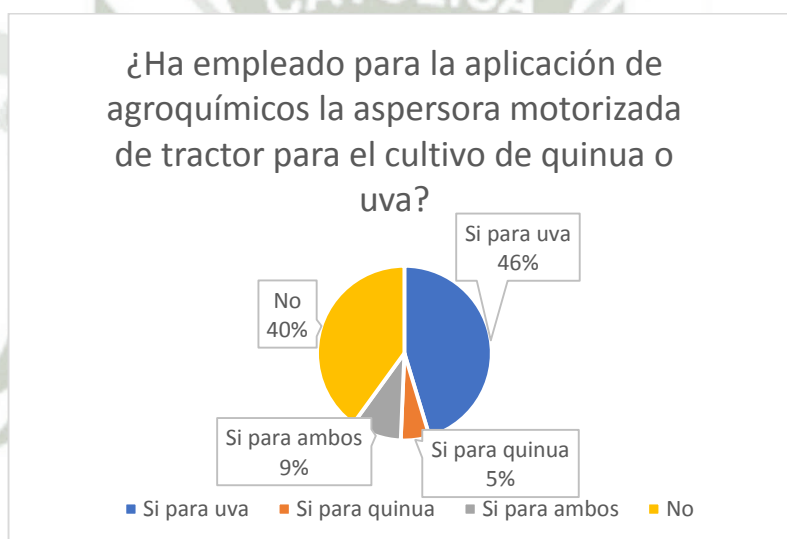
#### *Interpretación Resultados pregunta 4*

- Casi el 87% de los socios de Agrounimex no emplea la aspersora de compresión de aire para la aplicación de agroquímicos.
- Solo un 13% de los socios de Agrounimex emplea la aspersora de compresión de aire para la aplicación de agroquímicos.

*Pregunta 5: ¿Ha empleado para la aplicación de agroquímicos la aspersora motorizada de tractor para el cultivo de quinua o uva?*

| Respuesta      | Conteo | Porcentajes |
|----------------|--------|-------------|
| Si para uva    | 34     | 45.33%      |
| Si para quinua | 4      | 5.33%       |
| Si para ambos  | 7      | 9.33%       |
| No             | 30     | 40.00%      |
| Total          | 75     |             |

*Tabla 7 Análisis Encuesta Pregunta 5*  
*Fuente: Elaboración Propia*



*Grafica 6 Análisis Encuesta Pregunta 5*  
*Fuente: Elaboración Propia*

#### *Interpretación Resultados pregunta 5*

- Casi el 60% de los socios de Agrounimex emplea la aspersora motorizada de tractor para la aplicación de agroquímicos.
- El 46% de los socios de Agrounimex emplea la aspersora motorizada de tractor para la aplicación de agroquímicos en el cultivo de Uva.

*Pregunta 6: Considerando un topo de cultivo indique de 0 a 100 que tan efectivo es el uso de los equipos mencionados en los siguientes casos:*

| Casos                                      | Enfermedad                       | Respuestas en rangos de % de Eficiencia | Efectividad Aspersiona de mochila | Porcentajes | Efectividad Aspersiona de compresión de aire | Porcentajes | Efectividad Aspersiona motorizada de tractor | Porcentajes |
|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|
| Cultivo de quinua con un mes de desarrollo | Contaminado por el hongo Mildium | 90-100                                  | 8                                 | 10.67%      | 3                                            | 4.00%       | 2                                            | 2.67%       |
|                                            |                                  | 80-90                                   | 30                                | 40.00%      | 4                                            | 5.33%       | 3                                            | 4.00%       |
|                                            |                                  | 70-80                                   | 20                                | 26.67%      | 2                                            | 2.67%       | 8                                            | 10.67%      |
|                                            |                                  | 60-70                                   | 7                                 | 9.33%       | 1                                            | 1.33%       | 30                                           | 40.00%      |
|                                            |                                  | 0-60                                    | 10                                | 13.33%      | 65                                           | 86.67%      | 32                                           | 42.67%      |
|                                            |                                  |                                         | 75                                |             | 75                                           |             | 75                                           |             |

*Tabla 8 Caso 1 Análisis Encuesta Pregunta 6  
Fuente: Elaboración Propia*

| Casos                                            | Enfermedad                                     | Respuestas en rangos de % de Eficiencia | Efectividad Aspersiona de mochila | Porcentajes | Efectividad Aspersiona de compresión de aire | Porcentajes | Efectividad Aspersiona motorizada de tractor | Porcentajes |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|
| Cultivo de quinua con cuatro meses de desarrollo | Contaminado por la Pobreumbre marrón del tallo | 90-100                                  | 2                                 | 2.67%       | 1                                            | 1.33%       | 1                                            | 1.33%       |
|                                                  |                                                | 80-90                                   | 15                                | 20.00%      | 2                                            | 2.67%       | 1                                            | 1.33%       |
|                                                  |                                                | 70-80                                   | 33                                | 44.00%      | 2                                            | 2.67%       | 4                                            | 5.33%       |
|                                                  |                                                | 60-70                                   | 10                                | 13.33%      | 3                                            | 4.00%       | 33                                           | 44.00%      |
|                                                  |                                                | 0-60                                    | 15                                | 20.00%      | 67                                           | 89.33%      | 36                                           | 48.00%      |
|                                                  |                                                |                                         | 75                                |             | 75                                           |             | 75                                           |             |

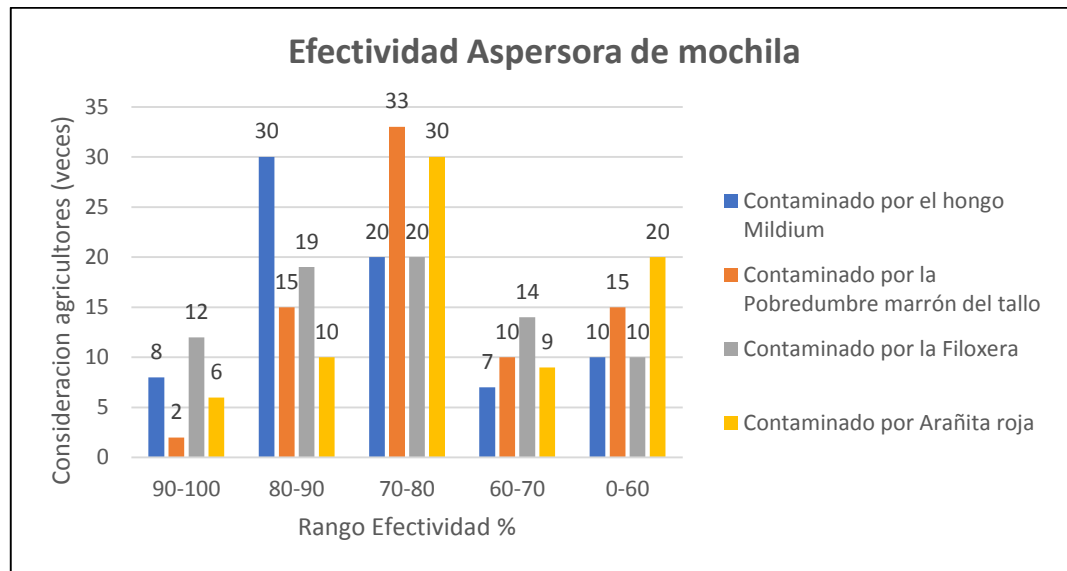
*Tabla 9 Caso 2 Análisis Encuesta Pregunta 6  
Fuente: Elaboración Propia*

| Casos                                | Enfermedad                  | Respuestas en rangos de % de Eficiencia | Efectividad Aspersiona de mochila | Porcentajes | Efectividad Aspersiona de compresión de aire | Porcentajes | Efectividad Aspersiona motorizada de tractor | Porcentajes |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|
| Uva (Vid) con dos años de desarrollo | Contaminado por la Filoxera | 90-100                                  | 12                                | 16.00%      | 1                                            | 1.33%       | 35                                           | 46.67%      |
|                                      |                             | 80-90                                   | 19                                | 25.33%      | 1                                            | 1.33%       | 12                                           | 16.00%      |
|                                      |                             | 70-80                                   | 20                                | 26.67%      | 3                                            | 4.00%       | 5                                            | 6.67%       |
|                                      |                             | 60-70                                   | 14                                | 18.67%      | 5                                            | 6.67%       | 8                                            | 10.67%      |
|                                      |                             | 0-60                                    | 10                                | 13.33%      | 65                                           | 86.67%      | 15                                           | 20.00%      |
|                                      |                             |                                         | 75                                |             | 75                                           |             | 75                                           |             |

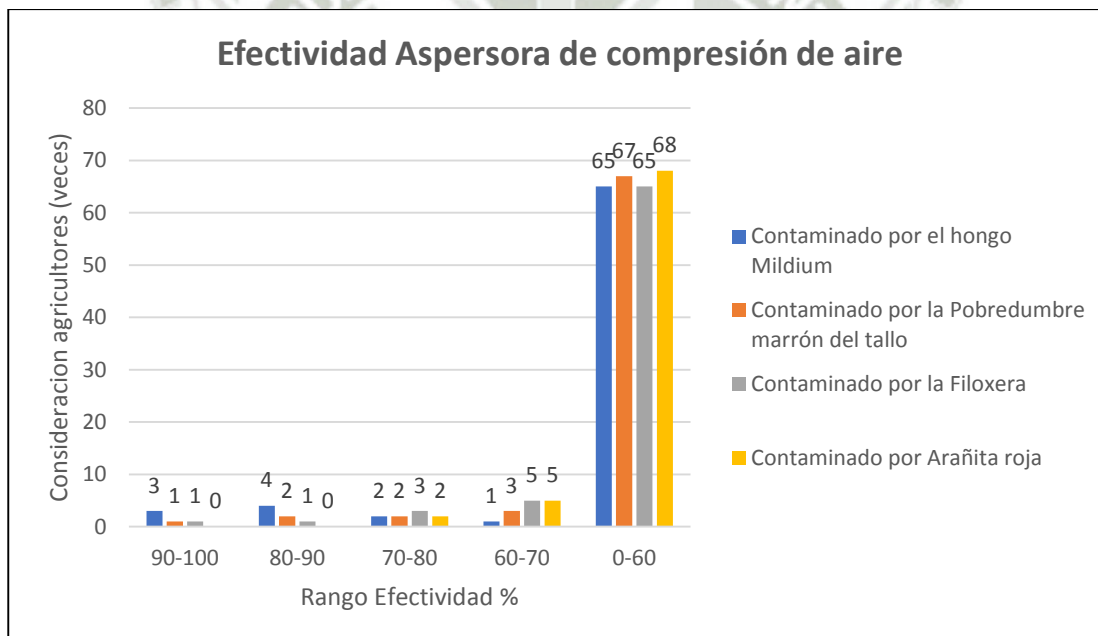
*Tabla 10 Caso 3 Análisis Encuesta Pregunta 6  
Fuente: Elaboración Propia*

| Casos                                 | Enfermedad                   | Respuestas en rangos de % de Eficiencia | Efectividad Aspersiona de mochila | Porcentajes | Efectividad Aspersiona de compresión de aire | Porcentajes | Efectividad Aspersiona motorizada de tractor | Porcentajes |
|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|
| Uva (Vid) con tres años de desarrollo | Contaminado por Arañita roja | 90-100                                  | 6                                 | 8.00%       | 0                                            | 0.00%       | 28                                           | 37.33%      |
|                                       |                              | 80-90                                   | 10                                | 13.33%      | 0                                            | 0.00%       | 17                                           | 22.67%      |
|                                       |                              | 70-80                                   | 30                                | 40.00%      | 2                                            | 2.67%       | 6                                            | 8.00%       |
|                                       |                              | 60-70                                   | 9                                 | 12.00%      | 5                                            | 6.67%       | 10                                           | 13.33%      |
|                                       |                              | 0-60                                    | 20                                | 26.67%      | 68                                           | 90.67%      | 14                                           | 18.67%      |
|                                       |                              |                                         | 75                                |             | 75                                           |             | 75                                           |             |

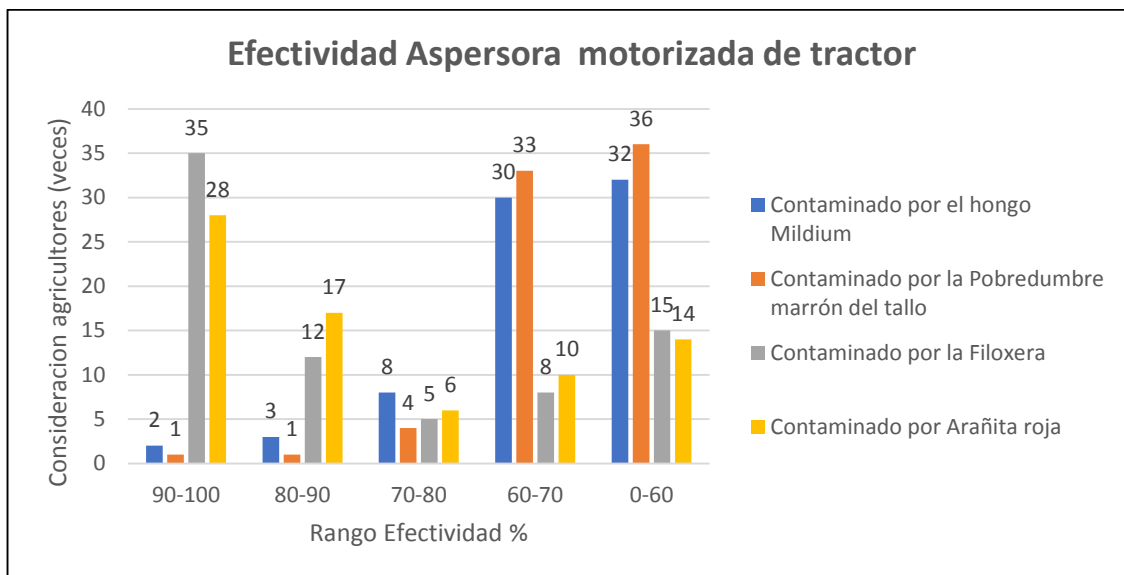
*Tabla 11 Caso 4 Análisis Encuesta Pregunta 6  
Fuente: Elaboración Propia*



*Grafica 7 Análisis Efectividad Aspersora de mochila Encuesta Pregunta 6*  
*Fuente: Elaboración Propia*



*Grafica 8 Análisis Efectividad Aspersora de compresión de aire Encuesta Pregunta 6*  
*Fuente: Elaboración Propia*



*Grafica 9 Análisis Efectividad Aspersora motorizada de tractor Encuesta Pregunta 6*  
*Fuente: Elaboración Propia*

#### *Interpretación Resultados pregunta 6*

*Caso 1: Cultivo de quinua con un mes de desarrollo atacado por el hongo Mildium*

- El 40% de los socios de Agrounimex considera que la aspersora de mochila tiene una efectividad entre el 80% y 90% para combatir el hongo Mildium en quinua.
- Casi el 87% de los socios de Agrounimex considera que la aspersora de compresión de aire tiene una efectividad menor al 60% para combatir el hongo Mildium en quinua.
- Casi el 43% de los socios de Agrounimex considera que la aspersora motorizada de tractor tiene una efectividad menor al 60% para combatir el hongo Mildium en quinua.

*Caso 2: Cultivo de quinua con cuatro meses de desarrollo atacado por  
Pobredumbre marrón del tallo*

- El 44% de los socios de Agrounimex considera que la aspersora de mochila tiene una efectividad entre el 70% y 80% para combatir la Pobredumbre marrón del tallo en quinua.
- Casi el 90% de los socios de Agrounimex considera que la aspersora de compresión de aire tiene una efectividad menor al 60% para combatir la Pobredumbre marrón del tallo en quinua.
- El 48% de los socios de Agrounimex considera que la aspersora motorizada de tractor tiene una efectividad menor al 60% para combatir la Pobredumbre marrón del tallo en quinua.

*Caso 3: Cultivo de Uva (Vid) con dos años de desarrollo atacado por la  
Filoxera*

- Casi el 27% de los socios de Agrounimex considera que la aspersora de mochila tiene una efectividad entre el 70% y 80% para combatir la Filoxera en la uva.
- Casi el 87% de los socios de Agrounimex considera que la aspersora de compresión de aire tiene una efectividad menor al 60% para combatir la Filoxera en la uva.
- Casi el 47% de los socios de Agrounimex considera que la aspersora motorizada de tractor tiene una efectividad entre el 90% y 100% para combatir la Filoxera en la uva.

*Caso 4: Cultivo de Uva (Vid) con tres años de desarrollo atacado por la Arañita roja*

- El 40% de los socios de Agrounimex considera que la aspersora de mochila tiene una efectividad entre el 70% y 80% para combatir la Arañita roja en uva.
- Casi el 91% de los socios de Agrounimex considera que la aspersora de compresión de aire tiene una efectividad menor al 60% para combatir la Arañita roja en uva.
- Casi el 38% de los socios de Agrounimex considera que la aspersora motorizada de tractor tiene una efectividad entre el 90% y 100% para combatir la Arañita roja en la uva.

*Interpretación por equipo aplicador*

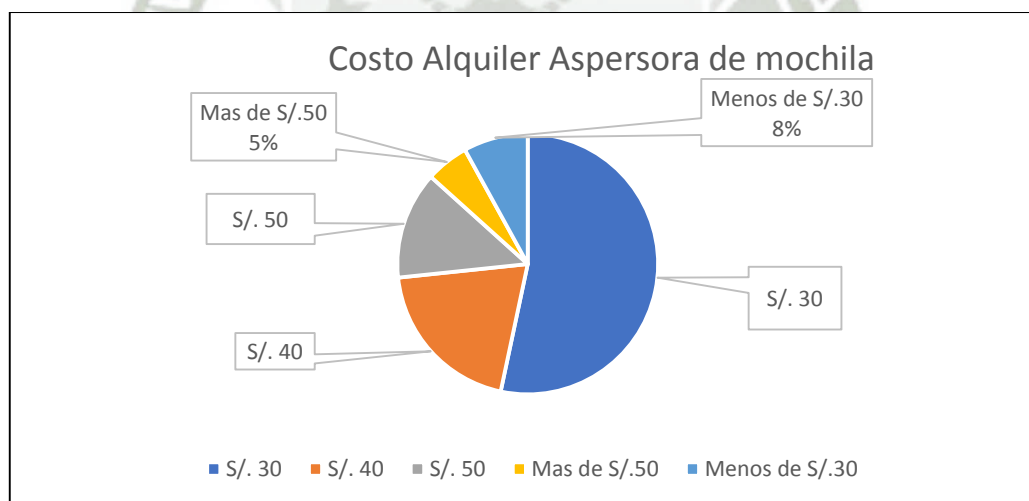
- Los socios de Agrounimex consideran que para los casos 1 y 2 el equipo aplicador más efectivo es la aspersora de mochila más del 50% de los socios indicaron que el mismo tiene una efectividad de 70% o más frente al hongo Mildium y la Pobre dumbre marrón del tallo.
- Los socios de Agrounimex consideran que para los casos 3 y 4 el equipo aplicador más efectivo es la aspersora motorizada de tractor más del 70% de los socios indicaron que el mismo tiene una efectividad de 70% o más frente la Filoxera y la Arañita roja.

- Cerca del 86% de los socios de Agrounimex consideran que para ninguno de los casos planteados la aspersora de compresión de aire tiene una efectividad mayor al 60%.

*Pregunta 7: Indicar cual el precio de alquiler para el uso de los siguientes equipos considerando un topo de cultivo:*

| Equipo                     | Respuestas     | Aspersora de mochila | Porcentajes |
|----------------------------|----------------|----------------------|-------------|
| Costo de alquiler por topo | S/. 30         | 40                   | 53.33%      |
|                            | S/. 40         | 15                   | 20.00%      |
|                            | S/. 50         | 10                   | 13.33%      |
|                            | Más de S/.50   | 4                    | 5.33%       |
|                            | Menos de S/.30 | 6                    | 8.00%       |
|                            |                | 75                   |             |

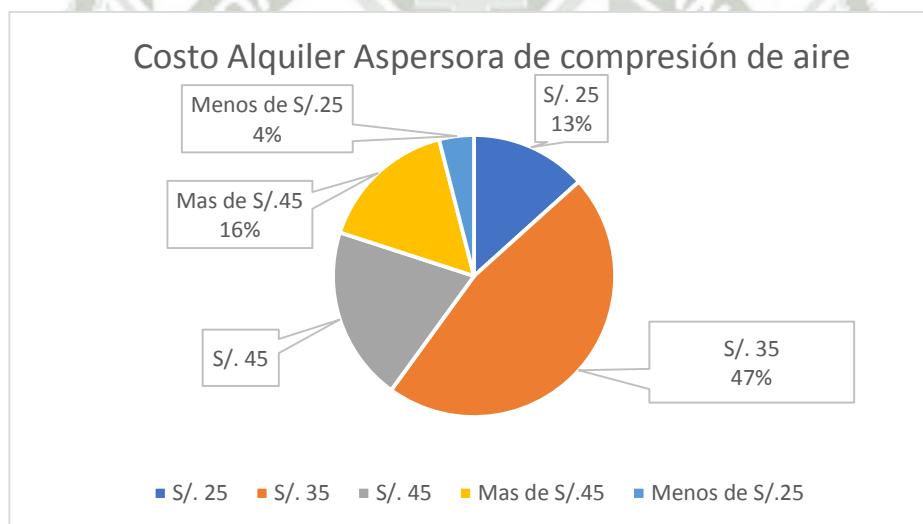
*Tabla 12 Aspersora de mochila Encuesta Pregunta 7*  
*Fuente: Elaboración Propia*



*Grafica 10 Análisis Aspersora de mochila Encuesta Pregunta 7*  
*Fuente: Elaboración Propia*

| Equipo                     | Respuestas     | Aspersora de compresión de aire | Porcentajes |
|----------------------------|----------------|---------------------------------|-------------|
| Costo de alquiler por topo | S/. 25         | 10                              | 13.33%      |
|                            | S/. 35         | 35                              | 46.67%      |
|                            | S/. 45         | 15                              | 20.00%      |
|                            | Más de S/.45   | 12                              | 16.00%      |
|                            | Menos de S/.25 | 3                               | 4.00%       |
|                            |                | 75                              |             |

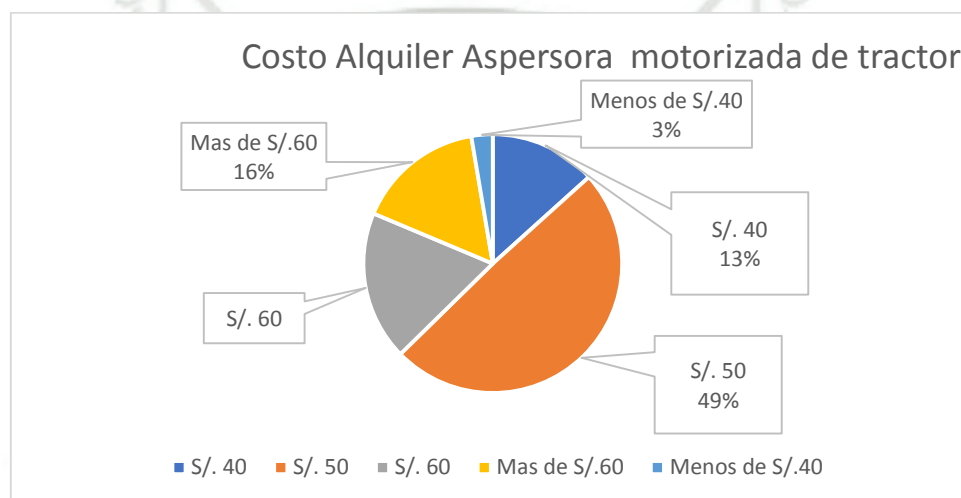
Tabla 13 Aspersora de compresión de aire Encuesta Pregunta 7  
Fuente: Elaboración Propia



Grafica 11 Análisis Aspersora de compresión de aire Encuesta Pregunta 7  
Fuente: Elaboración Propia

| Equipo                           | Respuestas     | Aspersor<br>a<br>motorizada<br>de tractor | Porcentajes |
|----------------------------------|----------------|-------------------------------------------|-------------|
| Costo de<br>alquiler por<br>topo | S/. 40         | 10                                        | 13.33%      |
|                                  | S/. 50         | 37                                        | 49.33%      |
|                                  | S/. 60         | 14                                        | 18.67%      |
|                                  | Más de S/.60   | 12                                        | 16.00%      |
|                                  | Menos de S/.40 | 2                                         | 2.67%       |
|                                  |                | 75                                        |             |

*Tabla 14 Aspersora motorizada de tractor Encuesta Pregunta 7*  
*Fuente: Elaboración Propia*



*Grafica 12 Análisis Aspersora motorizada de tractor Encuesta Pregunta 7*  
*Fuente: Elaboración Propia*

#### *Interpretación Resultados pregunta 7*

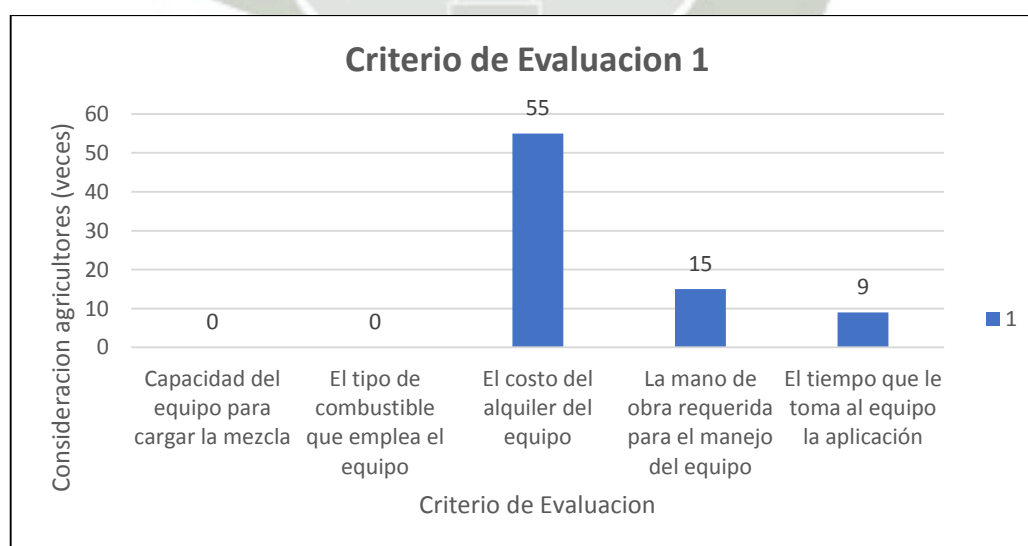
- Casi el 54% de los socios de Agrounimex indicaron que el costo de alquiler de la aspersora de mochila es de S/30 por cilindro de mezcla a aplicarse, es decir que el uso de este equipo depende en la cantidad de cilindros que se emplearan.

- Casi el 47% de los socios de Agrounimex indicaron que el costo de alquiler de la aspersora de compresión de aire es de S/.35 por cilindro de mezcla a aplicarse.
- La mitad de los socios de Agrounimex indicaron que el costo de alquiler de la aspersora motorizada de tractor es de S/.50 por cilindro de mezcla a aplicarse.

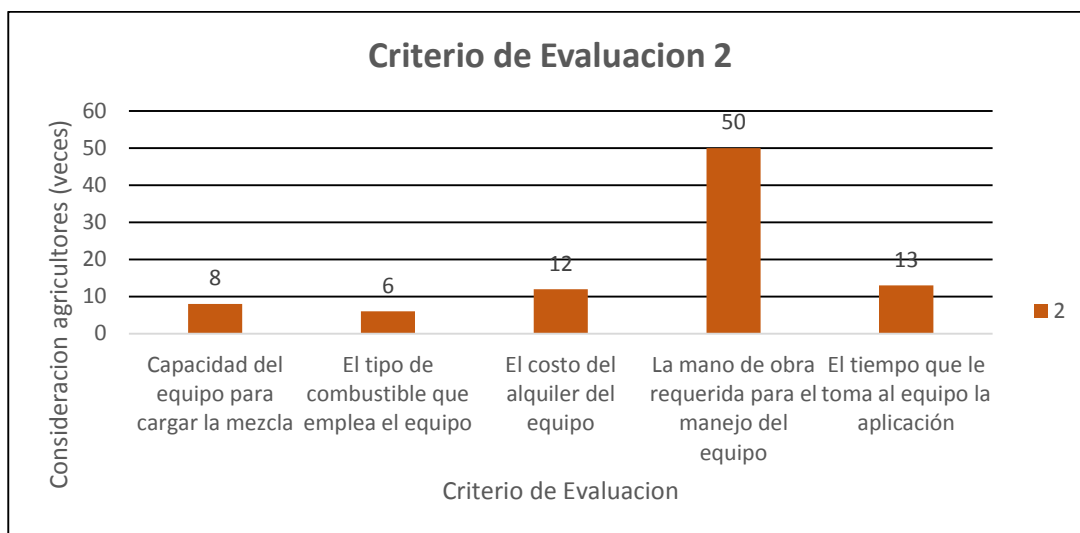
*Pregunta 8: A continuación, encontrara una lista de factores sobre la aplicación de agroquímicos indique a su criterio cual considera de mayor importancia a la hora de elegir el quipo a emplear para la aplicación, siendo 1 el más importante y el 5 el menos importante:*

| Ponderación | Capacidad del equipo para cargar la mezcla | Porcentajes | El tipo de combustible que emplea el equipo | Porcentajes | El costo del alquiler del equipo | Porcentajes | La mano de obra requerida para el manejo del equipo | Porcentajes | El tiempo que le toma al equipo la aplicación | Porcentajes |
|-------------|--------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------|-------------|
| 1           | 0                                          | 0.00%       | 0                                           | 0.00%       | 55                               | 73.33%      | 15                                                  | 20.00%      | 9                                             | 12.00%      |
| 2           | 8                                          | 10.67%      | 6                                           | 8.00%       | 12                               | 16.00%      | 50                                                  | 66.67%      | 13                                            | 17.33%      |
| 3           | 9                                          | 12.00%      | 10                                          | 13.33%      | 8                                | 10.67%      | 10                                                  | 13.33%      | 53                                            | 70.67%      |
| 4           | 40                                         | 53.33%      | 14                                          | 18.67%      | 0                                | 0.00%       | 0                                                   | 0.00%       | 0                                             | 0.00%       |
| 5           | 18                                         | 24.00%      | 45                                          | 60.00%      | 0                                | 0.00%       | 0                                                   | 0.00%       | 0                                             | 0.00%       |
|             | 75                                         |             | 75                                          |             | 75                               |             | 75                                                  |             | 75                                            |             |

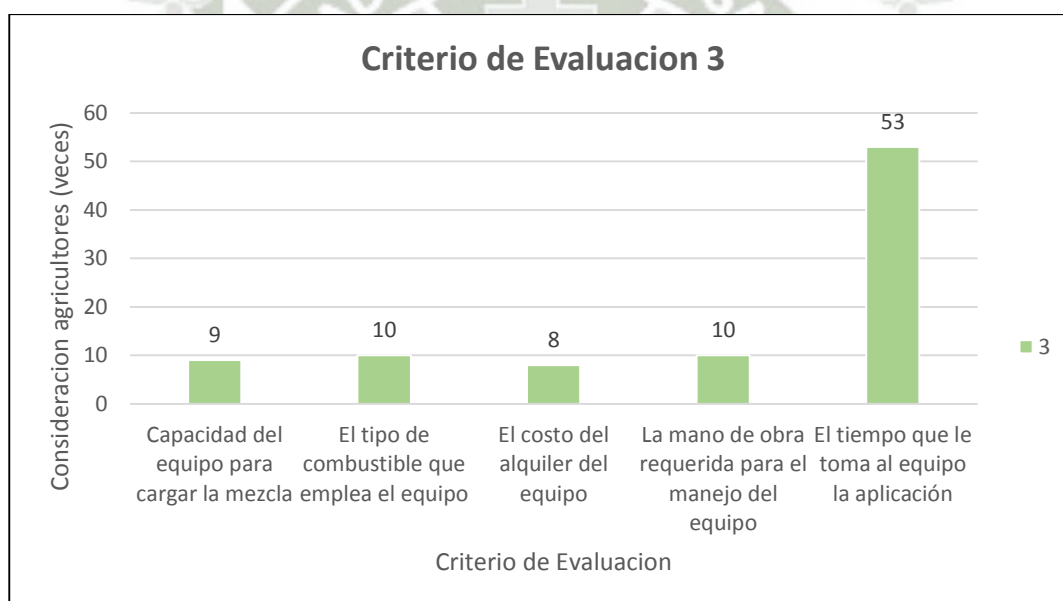
*Tabla 15 Encuesta Pregunta 8  
Fuente: Elaboración Propia*



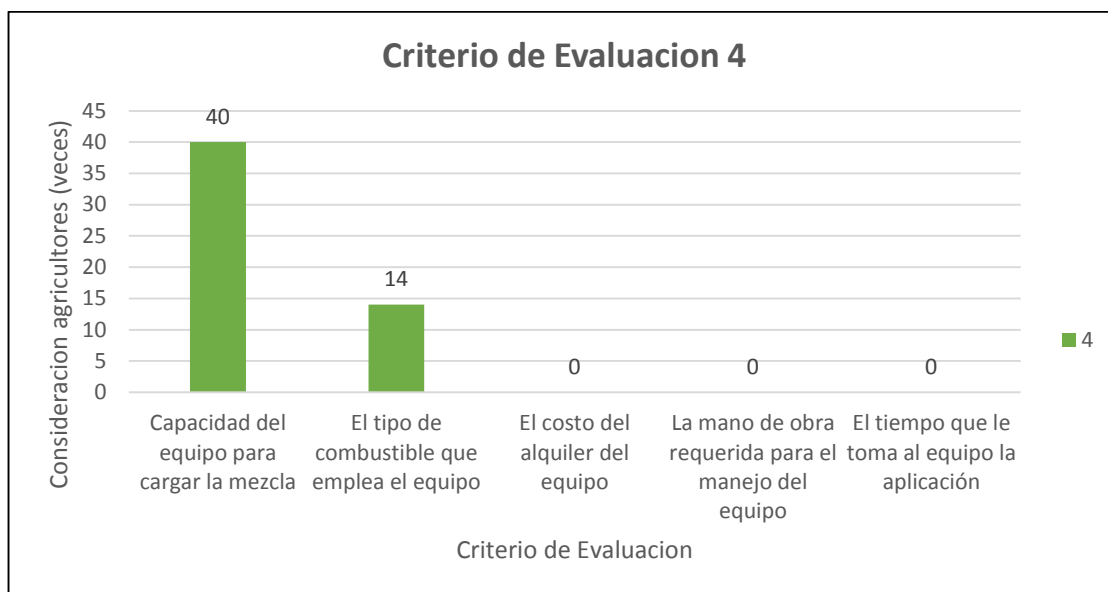
*Grafica 13 Análisis Criterio 1 Encuesta Pregunta 8  
Fuente: Elaboración Propia*



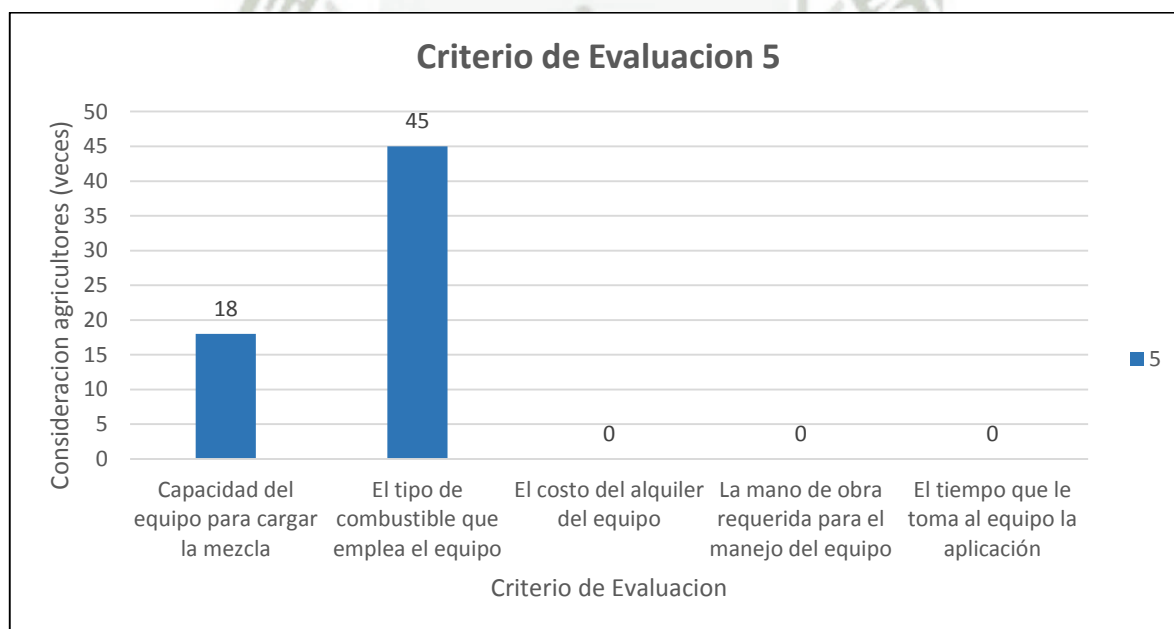
*Grafica 14 Análisis Criterio 2 Encuesta Pregunta 8*  
*Fuente: Elaboración Propia*



*Grafica 15 Análisis Criterio 3 Encuesta Pregunta 8*  
*Fuente: Elaboración Propia*



*Grafica 16 Análisis Criterio 4 Encuesta Pregunta 8*  
*Fuente: Elaboración Propia*



*Grafica 17 Análisis Criterio 5 Encuesta Pregunta 8*  
*Fuente: Elaboración Propia*

*Interpretación Resultados pregunta 8*

- Casi el 74% de los socios de Agrounimex indicaron que el costo de alquiler de los equipos es el criterio más importante para tomar la decisión de que equipo emplear para la aplicación de agroquímicos.
- Casi el 66% de los socios de Agrounimex indicaron que la mano de obra requerida para el manejo del equipo es el segundo criterio más importante para tomar la decisión de que equipo emplear para la aplicación de agroquímicos.
- Casi el 71% de los socios de Agrounimex indicaron que el tiempo que le toma al equipo la aplicación es el tercer criterio más importante para tomar la decisión de que equipo emplear para la aplicación de agroquímicos.
- Casi el 54% de los socios de Agrounimex indicaron que la capacidad del equipo para cargar la mezcla es el cuarto criterio más importante para tomar la decisión de que equipo emplear para la aplicación de agroquímicos.
- El 60% de los socios de Agrounimex indicaron que el tipo de combustible que emplea el equipo es el criterio menos importante para tomar la decisión de que equipo emplear para la aplicación de agroquímicos.

### **3.5. RESUMEN DE INFORMACIÓN RECOPIADA EN ENCUESTA**

#### **3.5.1. ASPERSORA DE MOCHILA**

El equipo de pulverización más empleado casi el 87% de los socios de Agrounimex emplea la aspersora de mochila para la aplicación de agroquímicos, del porcentaje mencionado 59% lo emplea solo para el cultivo de Quinua.

##### **3.5.1.1. COSTO**

Cerca del 54% de los socios de Agrounimex indicaron que el costo de alquiler de este equipo es de S/.30 por cilindro de mezcla a aplicarse, es decir que el uso de este equipo depende en la cantidad de cilindros que se emplearan.

##### **3.5.1.2. COBERTURA**

Los socios de Agrounimex consideran que para los casos 1 y 2 del cultivo de quinua más del 50% de los socios indicaron que el mismo tiene una efectividad de 70% o más frente al hongo Mildium y la Pobre dumbre marrón del tallo.

##### **3.5.1.3. CAPACIDAD**

La capacidad promedio de las aspersora de mochila es de 25 litros se va recargando según sea necesario del cilindro donde se realiza la mezcla, según lo mencionado en el marco teórico y lo recopilado del equipo disponible en la zona.

### **3.5.2. ASPERSORA DE COMPRESIÓN DE AIRE**

Solo un 13% de los socios de Agrounimex emplea la aspersora de compresión de aire para la aplicación de agroquímicos, del porcentaje mencionado 5% lo emplea solo para el cultivo de Quinua.

#### **3.5.2.1. COSTO**

Cerca del 47% de los socios de Agrounimex indicaron que el costo de alquiler de la aspersora de compresión de aire es de S/.35 por cilindro de mezcla a aplicarse.

#### **3.5.2.2. COBERTURA**

Cerca del 86% de los socios de Agrounimex consideran que para ninguno de los casos planteados tanto de cultivo de uva como de quinua la aspersora de compresión de aire tiene una efectividad mayor al 60%.

#### **3.5.2.3. CAPACIDAD**

La capacidad promedio de la aspersora de compresión de aire es de 10 litros se va recargando según sea necesario del cilindro donde se realiza la mezcla, según lo mencionado en el marco teórico y lo recopilado del equipo disponible en la zona.

### **3.5.3. ASPERSORA MOTORIZADA DE TRACTOR**

Este equipo lo emplea casi el 60% de los socios de Agrounimex emplea la aspersora motorizada de tractor para la aplicación de agroquímicos, del porcentaje mencionado 46% lo emplea solo para el cultivo de Uva.

### **3.5.3.1. COSTO**

La mitad de los socios de Agrounimex indicaron que el costo de alquiler de este equipo es de S/.50 por cilindro de mezcla a aplicarse.

### **3.5.3.2. COBERTURA**

Los socios de Agrounimex consideran que para los casos 3 y 4 de cultivo de Uva el equipo aplicador más efectivo es este equipo más del 70% de los socios indicaron que el mismo tiene una efectividad de 70% o más frente la Filoxera y la Arañita roja.

### **3.5.3.3. CAPACIDAD**

La capacidad promedio de la aspersora motorizada de tractor es de 800 litros por lo cual se puede cargar con cerca de dos cilindros y medio de mezcla con facilidad, según lo mencionado en entrevistas y lo recopilado del equipo disponible en la zona.

### **3.5.4. FACTORES DE IMPORTANCIA A CONSIDERAR**

Los socios de Agrounimex designaron por la importancia de algunos criterios para tomar la decisión de que equipo emplear para la aplicación de agroquímicos brindando la siguiente jerarquía:

1. El costo de alquiler de los equipos.
2. La mano de obra requerida para el manejo del equipo.
3. El tiempo que le toma al equipo la aplicación.
4. La capacidad del equipo para cargar la mezcla.
5. El tipo de combustible que emplea el equipo.

### 3.6. PROYECCION EQUIPOS ACTUALES

Se realizó una proyección para 5 producciones aproximadamente unos 5 años de empleo del equipo aplicador actual más empleado para ambos cultivos.

Para el análisis económico posterior se tomó algunas referencias brindadas por los expertos las cuales se brindan a continuación,

#### ***Cálculo del Costo Promedio Ponderado de Capital***

Para el cálculo del costo promedio ponderado de capital (WACC) se tuvo en cuenta los siguientes datos tomando en cuenta una empresa de agricultores con un tope de plantación

Para una micro empresa cuyo valor total es de S/45,000.00 con un patrimonio que representa el 21% de la empresa y un pasivo no corriente de aproximadamente 46% del valor total. Se proyecto un costo de la deuda de 16.95% y un costo de oportunidad del capital de 15.5%. Seguidamente se aplicó la siguiente formula,

$$WACC = \frac{E}{E + D} \times K_e + \frac{D}{E + D} \times K_d$$

*Figura 3 Formula WACC*  
*Fuente: Growth & Sustainability; N. Bosch*

$$WACC = (((S/20,625.00 * 16.95\%) + (S/9,375.00 * 15.50\%))) / (S/20,625.00 + S/9,375.00) = 0.165$$

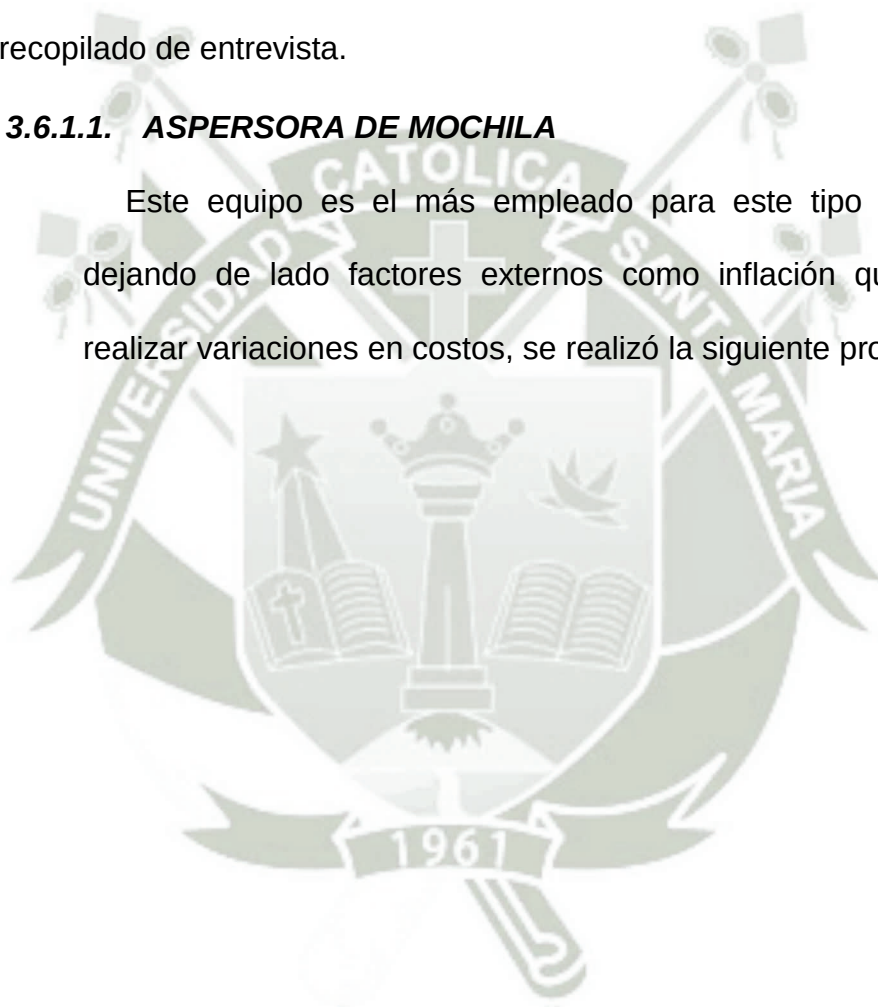
Finalmente obteniendo un Costo Promedio Ponderado de Capital de **16.5%** el cual se empleará como tasa de descuento para el análisis de valor actual neto.

### **3.6.1. CULTIVO QUINUA**

El MINAGRI realizó un informe del costo de la producción de quinoa para la región Arequipa tomando en cuenta una hectárea como referencia, se tomó como base para elaborar una proyección de un topo, se adjunta el mismo como un anexo. Para el caso de este cultivo se tomó un promedio de 10 aplicaciones por producción según lo recopilado de entrevista.

#### **3.6.1.1. ASPERSORA DE MOCHILA**

Este equipo es el más empleado para este tipo de cultivo, dejando de lado factores externos como inflación que pueden realizar variaciones en costos, se realizó la siguiente proyección.



| <i>Produccion</i>                 | <i>Primera</i>       | <i>Segunda</i>       | <i>Tercera</i>       | <i>Cuarta</i>        | <i>Quinta</i>        |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Ingresos</b>                   | <b>S/. 20,511.56</b> | <b>S/. 20,511.56</b> | <b>S/. 20,511.56</b> | <b>S/. 20,511.56</b> | <b>S/. 20,511.56</b> |
| <b>Costos Directos</b>            | <b>S/. 2,117.44</b>  | <b>S/. 2,117.44</b>  | <b>S/. 2,117.44</b>  | <b>S/. 2,117.44</b>  | <b>S/. 2,117.44</b>  |
| <b>Mano de Obra</b>               | <b>S/. 623.70</b>    | <b>S/. 623.70</b>    | <b>S/. 623.70</b>    | <b>S/. 623.70</b>    | <b>S/. 623.70</b>    |
| Preparacion Terreno               | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            |
| Siembra                           | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            |
| Labores Culturales                | S/. 133.65           | S/. 133.65           | S/. 133.65           | S/. 133.65           | S/. 133.65           |
| Cosecha                           | S/. 311.85           | S/. 311.85           | S/. 311.85           | S/. 311.85           | S/. 311.85           |
| <b>Intrumentos agricolas</b>      | <b>S/. 331.65</b>    | <b>S/. 331.65</b>    | <b>S/. 331.65</b>    | <b>S/. 331.65</b>    | <b>S/. 331.65</b>    |
| <b>Insumos</b>                    | <b>S/. 778.55</b>    | <b>S/. 778.55</b>    | <b>S/. 778.55</b>    | <b>S/. 778.55</b>    | <b>S/. 778.55</b>    |
| Semillas                          | S/. 237.60           | S/. 237.60           | S/. 237.60           | S/. 237.60           | S/. 237.60           |
| Abonos y fertilizantes            | S/. 407.22           | S/. 407.22           | S/. 407.22           | S/. 407.22           | S/. 407.22           |
| Agroquimicos                      | S/. 133.73           | S/. 133.73           | S/. 133.73           | S/. 133.73           | S/. 133.73           |
| <b>Alquiler Mochila Aspersora</b> | <b>S/. 300.00</b>    | <b>S/. 300.00</b>    | <b>S/. 300.00</b>    | <b>S/. 300.00</b>    | <b>S/. 300.00</b>    |
| <b>Agua</b>                       | <b>S/. 23.10</b>     | <b>S/. 23.10</b>     | <b>S/. 23.10</b>     | <b>S/. 23.10</b>     | <b>S/. 23.10</b>     |
| <b>Otros costos Directos</b>      | <b>S/. 60.43</b>     | <b>S/. 60.43</b>     | <b>S/. 60.43</b>     | <b>S/. 60.43</b>     | <b>S/. 60.43</b>     |
| <b>Costos Indirectos</b>          | <b>S/. 660.00</b>    | <b>S/. 660.00</b>    | <b>S/. 660.00</b>    | <b>S/. 660.00</b>    | <b>S/. 660.00</b>    |
| <b>UAI</b>                        | <b>S/. 17,734.13</b> | <b>S/. 17,734.13</b> | <b>S/. 17,734.13</b> | <b>S/. 17,734.13</b> | <b>S/. 17,734.13</b> |
| <b>Impuestos</b>                  | <b>S/. 3,192.14</b>  | <b>S/. 3,192.14</b>  | <b>S/. 3,192.14</b>  | <b>S/. 3,192.14</b>  | <b>S/. 3,192.14</b>  |
| <b>Flujo</b>                      | <b>S/. 14,541.98</b> | <b>S/. 14,541.98</b> | <b>S/. 14,541.98</b> | <b>S/. 14,541.98</b> | <b>S/. 14,541.98</b> |

*Tabla 16 Proyección de costos Aspersora de Mochila para cultivo de quinua*  
*Fuente: Elaboración Propia basado en Costos brindados por MINAGRI*

### Análisis de tabla

- El costo de la mochila aspersora en cultivo de quinua por producción de topo es de S/.300.00. que representa el 11% del costo total de producción S/. 2,777.44.

### Análisis del VAN

Tomando en cuenta la proyección se toma los flujos, se lleva todo al periodo inicial con la tasa de 16.5%, luego se realiza la suma de todos los valores como se muestra a continuación,

| Periodo    | Flujo         | Valor actual  |
|------------|---------------|---------------|
| 0          | S/. -         | S/. -         |
| 1          | S/. 14,541.98 | S/. 12,482.39 |
| 2          | S/. 14,541.98 | S/. 10,714.50 |
| 3          | S/. 14,541.98 | S/. 9,196.99  |
| 4          | S/. 14,541.98 | S/. 7,894.42  |
| 5          | S/. 14,541.98 | S/. 6,776.32  |
| <b>VAN</b> |               | S/. 47,064.62 |

*Tabla 17 Cálculo VAN alquiler de la mochila aspersora para cultivo de quinua*  
*Fuente: Elaboración Propia*

- Se genera un valor actual neto o VAN de S/. 47,064.62.; es decir que tomando en cuenta los ingresos y egresos futuros llevados al periodo inicial o actual se genera una ganancia de S/. 47,064.62.

### **3.6.2. CULTIVO UVA**

El MINAGRI realizó un informe del costo de la producción de uva para la región sur considerando Arequipa, Moquegua y Tachna; tomando en cuenta una hectárea como referencia, se tomó como base para elaborar una proyección de un topo, se adjunta el mismo como un anexo.

#### **3.6.2.1. ASPERSORA DE MOTORIZADA DE TRACTOR**

Este equipo es el más empleado para este tipo de cultivo, dejando de lado factores externos como inflación que pueden realizar variaciones en costos, se realizó la siguiente proyección.

| Produccion                               | Primera       | Segunda       | Tercera       | Cuarta        | Quinta        |
|------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Ingresos                                 | S/. 39,000.00 | S/. 39,000.00 | S/. 39,000.00 | S/. 39,000.00 | S/. 39,000.00 |
| Costos Directos                          | S/. 8,021.65  | S/. 8,021.65  | S/. 8,021.65  | S/. 8,021.65  | S/. 8,021.65  |
| Mano de Obra                             | S/. 2,238.11  | S/. 2,238.11  | S/. 2,238.11  | S/. 2,238.11  | S/. 2,238.11  |
| Preparacion Terreno                      | S/. 940.00    | S/. 940.00    | S/. 940.00    | S/. 940.00    | S/. 940.00    |
| Siembra                                  | S/. 455.06    | S/. 455.06    | S/. 455.06    | S/. 455.06    | S/. 455.06    |
| Labores Culturales                       | S/. 424.05    | S/. 424.05    | S/. 424.05    | S/. 424.05    | S/. 424.05    |
| Cosecha                                  | S/. 419.00    | S/. 419.00    | S/. 419.00    | S/. 419.00    | S/. 419.00    |
| Intrumentos agricolas                    | S/. 1,190.00  | S/. 1,190.00  | S/. 1,190.00  | S/. 1,190.00  | S/. 1,190.00  |
| Insumos                                  | S/. 2,793.79  | S/. 2,793.79  | S/. 2,793.79  | S/. 2,793.79  | S/. 2,793.79  |
| Semillas                                 | S/. 1,516.00  | S/. 1,516.00  | S/. 1,516.00  | S/. 1,516.00  | S/. 1,516.00  |
| Abonos y fertilizantes                   | S/. 758.00    | S/. 758.00    | S/. 758.00    | S/. 758.00    | S/. 758.00    |
| Agroquimicos                             | S/. 519.79    | S/. 519.79    | S/. 519.79    | S/. 519.79    | S/. 519.79    |
| Alquiler aspersora motorizada de tractor | S/. 1,500.00  | S/. 1,500.00  | S/. 1,500.00  | S/. 1,500.00  | S/. 1,500.00  |
| Agua                                     | S/. 82.89     | S/. 82.89     | S/. 82.89     | S/. 82.89     | S/. 82.89     |
| Otros costos Directos                    | S/. 216.86    | S/. 216.86    | S/. 216.86    | S/. 216.86    | S/. 216.86    |
| Costos Indirectos                        | S/. 1,945.00  | S/. 1,945.00  | S/. 1,945.00  | S/. 1,945.00  | S/. 1,945.00  |
| UAI                                      | S/. 29,033.35 | S/. 29,033.35 | S/. 29,033.35 | S/. 29,033.35 | S/. 29,033.35 |
| Impuestos                                | S/. 5,226.00  | S/. 5,226.00  | S/. 5,226.00  | S/. 5,226.00  | S/. 5,226.00  |
| Flujo                                    | S/. 23,807.35 | S/. 23,807.35 | S/. 23,807.35 | S/. 23,807.35 | S/. 23,807.35 |

*Tabla 18 Proyección de costos Aspersora de Motorizada de Tractor para cultivo de uva*

*Fuente: Elaboración Propia basado en Costos brindados por MINAGRI*

### Análisis de tabla

- El costo de la aspersora motorizada de tractor en cultivo de uva por producción de topo es de S/.1,500.00. que representa el 15% del costo total de producción S/. 9,966.65.

### Análisis del VAN

Tomando en cuenta la proyección se toma los flujos, se lleva todo al periodo inicial con la tasa de 16.5%, luego se realiza la suma de todos los valores como se muestra a continuación,

| Periodo    | Flujo         | Valor actual         |
|------------|---------------|----------------------|
| 0          | S/. -         | S/. -                |
| 1          | S/. 23,807.35 | S/. 20,435.49        |
| 2          | S/. 23,807.35 | S/. 17,541.19        |
| 3          | S/. 23,807.35 | S/. 15,056.82        |
| 4          | S/. 23,807.35 | S/. 12,924.31        |
| 5          | S/. 23,807.35 | S/. 11,093.83        |
| <b>VAN</b> |               | <b>S/. 77,051.64</b> |

*Tabla 19 Calculo VAN alquiler del Aspersora motorizada de tractor para cultivo de uva*

*Fuente: Elaboración Propia*

- Se genera un valor actual neto o VAN de S/. 77,051.64.; es decir que tomando en cuenta los ingresos y egresos futuros llevados al periodo inicial o actual se genera una ganancia de S/. 77,051.64.



## CAPITULO IV METODO PROPUESTO

#### 4. METODO PROPUESTO

##### 4.1. PROTOTIPO DRON 212PNICP-PITEI 2015

##### 4.1.1. CRONOLOGÍA HISTÓRICA

El prototipo en mención está basado en el modelo MG-1S de DJI empresa china cuya cotización en precio normal se encuentre adjunta como anexo a este trabajo. El mismo fue desarrollado gracias al proyecto Vehículos Aéreos no tripulados para aplicación de agroquímicos en cultivos de agro exportación en la Irrigación Majes, el cual inicio a mediados del 2016 culminando su presentación final en noviembre de 2017.



*Figura 4 Eslogan proyecto 212PNICP-PITEI 2015*  
*Fuente: Tomada en empresa Agrounimex*

Un grupo de profesores, alumnos y trabajadores de Agrounimex apoyaron en el desarrollo del prototipo siendo el encargado general el señor Justo Paredes representante de la empresa, el señor Godofredo Peña representando al IIDS, el principal encargado del ensamble el señor Lorenzo Chapi Gómez. Las partes del prototipo se importaron en su mayoría del extranjero a excepción del tanque y rociador que se elaboraron e instalaron en Arequipa.

El prototipo se divide en 3 partes principales siendo las mismas el marco del Dron conformado por todo el soporte e infraestructura del equipo; el sistema de propulsión conformado el motor para elevación, el propulsor plegable y el control electrónico; y el sistema de pulverización conformado por el tanque, las boquillas y el motor para el mismo.

#### **4.1.2. DISEÑO**

El prototipo se desarrolló de la siguiente manera inicialmente se desarrolló un marco de Dron de metal con un sistema de propulsión con cuatro hélices con rotores de capacidad de carga de 10kg cada uno brindando una capacidad de 40 kg, a la estructura normal de este tipo de equipos se le adiciono una base de esponja para el aterrizaje, sobre la cual se colocaban ladrillos para simular el peso del sistema de pulverización como se aprecia en la imagen a continuación.



*Figura 5 Prototipo Inicial Dron*

*Fuente: Tomada en durante el desarrollo del Dron*

Luego se le incorporo al prototipo una estructura de fibra de carbono por sus características antioxidantes y con el fin de brindar un mayor soporte. Además, se le adiciono el sistema de pulverización que incluyo un tanque en cual se incorporó espacio para el colocado de 2 baterías una para el funcionamiento del Dron y otro para el motor del equipo pulverizador, se incorporó a su vez dos boquillas tipo abanico conectadas con mangueras al motor y al tanque. A continuación, se presenta una imagen del ensamble del prototipo.

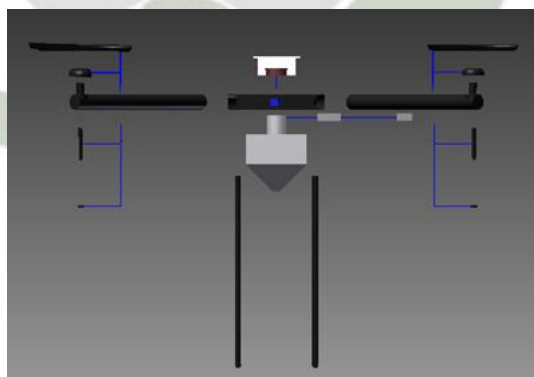


*Figura 6 Ensamble Prototipo Dron*

*Fuente: Elaboración Propia*

#### 4.1.3. FUNCIONAMIENTO

Para el funcionamiento del equipo se debe seguir los siguientes pasos:



*Figura 7 Procedimiento uso Dron Prototipo*  
*Fuente: Elaboración Propia*

1. **Planificación de ruta**, se debe realizar en una computadora o laptop con el Mission Planner con acceso a internet para el uso de mapa satelital, creando la ruta y cargándola en el Dron para el vuelo automático.
2. **Cargado de Baterías**, este proceso se debe realizar en un lugar con disponibilidad de corriente eléctrica toma una hora para ambas baterías, las mismas se deben llevar fuera del Dron para evitar cualquier posible descarga.
3. **Traslado a campo**, se debe realizar el mismo con cuidado para evitar cualquier tipo de daño hacia la zona donde se quiere realizar la aplicación.

4. **Armado de Dron**, en este paso se procede colocar las baterías conectándolas, luego a encender el dron, al estar encendido emite un sonido. A su vez, se procede a llenar el tanque del sistema de pulverizado.
5. **Activado Rociador**, en este paso se realiza la conexión del motor del rociador a la batería, al hacer la conexión luego de 1 minuto iniciara el rociado por lo cual se recomienda rápidamente alejarse del Dron, iniciando el armado final.
6. **Elevacion manual**, empleando el control del equipo se eleva al Dron por lo menos unos 3 metros sobre el suelo.
7. **Vuelo Automatico**, rápidamente se debe colocar al equipo en modo automático a través del control del equipo, seguidamente el Dron realizara la ruta planificada.
8. **Aterrizaje manual**, al culminar la ruta programada el equipo Dron regresará automáticamente al punto de inicio, en ese momento se procederá a pasar al equipo al modo manual donde lentamente realiza el aterrizaje del mismo. Se recomienda mantener una distancia de al menos 3 metros del lugar de aterrizaje.
9. **Desarmado Dron**, finalmente se procede al apagado con el control del equipo, desconexión de baterías y limpieza de tanque aplicador.

#### **4.1.4. TIEMPO DE ELABORACIÓN**

El tiempo de elaboración del prototipo fue de un año y medio. El proceso se realizó como se detalló en diseño. Se incluyen imágenes de su finalización en 2017.



*Figura 8 Prototipo Final Dron*  
*Fuente: Tomada al término del desarrollo del Dron*

#### **4.1.5. INVERSION**

La empresa AGROUNIMEX trabaja con Agro Banco entidad financiera que trabaja con una tasa anual de 16.50%, la cual se transformó a una tasa mensual de 1.28% se detalla el flujo de inversión del proyecto según las distintas partes empleadas para la creación del prototipo en base a sus partes principales como se mencionó anteriormente.

La información brindada en esta tabla brinda datos aproximados referenciales de los costos del desarrollo del prototipo por lo cual se está considerando también la recompra de algunas partes que se dañaron a lo largo de las pruebas iniciales.

| FLUJO DE INVERSION              |            |       |            |              |       |              |       |       |       |              |       |       |       |       |              |              |              |
|---------------------------------|------------|-------|------------|--------------|-------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|--------------|--------------|--------------|
| AÑO                             | 2016       |       |            |              |       |              |       |       |       | 2017         |       |       |       |       |              |              |              |
| MES                             | MAY        | JUN   | JUL        | AGO          | SEP   | OCT          | NOV   | DIC   | ENE   | FEB          | MAR   | ABR   | MAY   | JUN   | JUL          | AGO          | SEP          |
| <b>Marco del Dron</b>           |            |       |            |              |       |              |       |       |       |              |       |       |       |       |              |              |              |
| Marco                           | S/. 100.00 |       |            |              |       | S/. 200.00   |       |       |       | S/. 600.00   |       |       |       |       | S/. 500.00   |              |              |
| Soportes                        |            |       | S/. 100.00 | S/. 150.00   |       | S/. 50.00    |       |       |       | S/. 100.00   |       |       |       |       |              |              |              |
| Gomas                           |            |       |            |              |       |              |       |       |       | S/. 300.00   |       |       |       |       |              |              |              |
| Rotadores                       |            |       |            |              |       | S/. 300.00   |       |       |       | S/. 400.00   |       |       |       |       |              |              |              |
| <b>Sistema de Propulsión</b>    |            |       |            |              |       |              |       |       |       |              |       |       |       |       |              |              |              |
| Motor para elevación            | S/. 100.00 |       |            | S/. 350.00   |       | S/. 550.00   |       |       |       | S/. 500.00   |       |       |       |       | S/. 1,000.00 | S/. 2,000.00 |              |
| Propulsor plegable              |            |       |            |              |       | S/. 500.00   |       |       |       | S/. 500.00   |       |       |       |       | S/. 1,000.00 |              |              |
| Control electrónico             | S/. 100.00 |       |            | S/. 400.00   |       | S/. 1,000.00 |       |       |       | S/. 500.00   |       |       |       |       | S/. 1,000.00 | S/. 1,000.00 | S/. 2,000.00 |
| Adaptadores                     | S/. 50.00  |       |            | S/. 50.00    |       | S/. 100.00   |       |       |       | S/. 150.00   |       |       |       |       |              |              |              |
| Controlador                     |            |       |            | S/. 400.00   |       | S/. 400.00   |       |       |       |              |       |       |       |       |              |              |              |
| Sensores                        |            |       |            | S/. 500.00   |       | S/. 500.00   |       |       |       |              |       |       |       |       | S/. 1,000.00 |              | S/. 1,000.00 |
| Placas                          |            |       |            | S/. 500.00   |       | S/. 500.00   |       |       |       | S/. 1,000.00 |       |       |       |       | S/. 1,350.00 |              |              |
| Baterías                        |            |       |            |              |       | S/. 500.00   |       |       |       | S/. 500.00   |       |       |       |       | S/. 500.00   |              | S/. 1,500.00 |
| <b>Sistema de Pulverización</b> |            |       |            |              |       |              |       |       |       |              |       |       |       |       |              |              |              |
| Tanque liquido                  |            |       |            |              |       |              |       |       |       |              |       |       |       |       |              | S/. 500.00   |              |
| Boquilla                        |            |       |            |              |       |              |       |       |       |              |       |       |       |       |              |              | S/. 400.00   |
| Motor de rociador               |            |       |            |              |       |              |       |       |       |              |       |       |       |       | S/. 300.00   | S/. 1,500.00 | S/. 1,500.00 |
| <b>TOTAL MENSUAL</b>            | S/. 350.00 | S/. - | S/. 100.00 | S/. 2,350.00 | S/. - | S/. 4,600.00 | S/. - | S/. - | S/. - | S/. 4,550.00 | S/. - | S/. - | S/. - | S/. - | S/. 6,650.00 | S/. 5,000.00 | S/. 6,400.00 |

*Tabla 20 Flujo de inversión Dron Prototipo*  
*Fuente: Elaboración Propia basado en Costos brindados por MINAGRI*

Análisis de tabla

-Al realizar el cálculo de valor actual al periodo cero la inversión es de S/. 26 000.10.

#### **4.1.6. PROYECCION PROTOTIPO**

##### **4.1.6.1. COSTO**

Tomando las especificaciones en el Manual de Operaciones y Mantenimiento que se encuentra anexo, el consumo máximo del equipo puede llegar a 11kW por uso de ambas baterías, considerando un costo de 0.55 S/. por kWh para la ciudad de Arequipa obtenido del Pliego Tarifario 009-2017 de SEAL. Se obtiene un costo de 6.05 soles para un topo de aplicación considerando un costo aproximado de 3.95 soles por la limpieza y mantenimiento del equipo tomando como referencia un topo de uso. Tomando un 30% de utilidad planteada del proyecto origen. (Sociedad Eléctrica de Arequipa Ltda. , 2017)

Se proyecta el costo por uso del equipo de S/. 15 soles por topo y de S/. 45 por hectárea tomando en cuenta el costo de recarga de batería, limpieza de tanque rociador y la reducción del costo de agua empleada.

Se estima a futuro una reducción en el costo de producción aproximado del 15%, proyectando de esta forma un costo de \$ 5 950 optimizando el proceso de elaboración del equipo y su pronta comercialización. El cual se tomara en cuenta para proyecciones

#### **4.1.6.2. COBERTURA**

El grado de cobertura estimado para el equipo es de 80 gotas/cm<sup>2</sup> para cualquier tipo de cultivo. Aproximadamente una velocidad de pulverización de 0.5 litros/min.

#### **4.1.6.3. TIEMPO**

Se estima que el prototipo Dron podrá recorrer un topo en 5 minutos y 20 minutos por hectárea para la aplicación de agroquímicos.

#### **4.1.6.4. CAPACIDAD**

La capacidad proyectada del equipo es de 15 litros de mezcla. Proyectando de esta forma una capacidad de 30 minutos para el aplicado de mezcla.



## CAPITULO V EVALUACION EN CAMPO

## **5. EVALUACION EN CAMPO**

### **5.1. DESCRIPCION PRUEBAS**

En las pruebas a desarrollar se busca obtener información real sobre la eficiencia de cobertura o uniformidad de aplicación de los equipos aplicadores actuales como el propuesto tomando en cuenta a su vez indicadores como tiempo, mano de obra y capacidad. La evaluación se realizara a través de papel hidrosensible colocando 6 tarjetas a lo largo de los campos de prueba antes de la aplicación de un agroquímico. Luego se retiraran las tarjetas y se empleara un software de evaluación de cobertura para obtener los resultados en g/cm<sup>2</sup>. Se brindara más detalle de las herramientas empleadas más adelante.

### **5.2. ELECCIÓN DE CAMPOS DE PRUEBAS**

Las pruebas se desarrollaran en 4 campos de estudio de un topo de extensión, 2 de quinua y 2 de uva, cada uno de 1 topo aproximadamente 2300 m<sup>2</sup>. Los cuales se encontraban cercanos al Centro Poblado E-2 en la ciudad del Pedregal en el distrito de Majes, Arequipa, Perú.

### **5.3. PLAGAS A COMBATIR**

#### **5.3.1. QUINUA**

##### **5.3.1.1. CAMPO 1**

Este campo cuenta con el cultivo de la quinua en su primer mes de desarrollo el campo es aproximadamente de 46 x 50 m<sup>2</sup> en la cual el tamaño de la planta se encuentra entre 30 y 40 cm. Existen 42 surcos con un espacio de 75 cm entre cada uno.

Este campo está contaminado por el hongo Mildium por lo cual para este campo se empleará el agroquímico Deltametrina cuyo costo es de S/. 65 soles (consultado en mercado) por paquete el cual contiene 1 litro de concentrado, lo requerido para una hectárea es de 0.75 litros de concentrado por hectárea en 600 litros de agua o tres cilindros, significando 0.25 litros por topo en 200 litros de agua o un solo cilindro, para método actual.



*Figura 9 Cultivo Quinoa Campo 1*  
*Fuente: Foto tomada en Cultivo Pedregal*

#### **5.3.1.2. CAMPO 2**

Este campo cuenta con el cultivo de la quinua en su cuarto mes de desarrollo el campo es aproximadamente de 46 x 50 m<sup>2</sup> en la cual el tamaño de la planta se encuentra bordeando el 1.8 m. Existen 42 surcos con un espacio de 75 cm entre cada uno.

Este campo está contaminado por la Pobre dumbre marrón del tallo por lo cual para este campo se empleará el agroquímico ORION 25 EW cuyo costo es de S/. 88 soles (consultado en mercado) por paquete el cual contiene 1 litro de concentrado, lo requerido para una hectárea es de 0.5 litros de concentrado por

hectárea en 600 litros de agua o tres cilindros, significando 0.17 litros por topo en 200 litros de agua o un cilindro para método actual.



*Figura 10 Cultivo Quinoa Campo 2  
Fuente: Foto tomada en Cultivo Pedregal*

### **5.3.2. UVA**

#### **5.3.2.1. CAMPO 3**

Este campo cuenta con el cultivo de la uva en su segundo año de desarrollo de la vid, el campo es aproximadamente de 46 x 50 m<sup>2</sup> en la cual el tamaño de la planta se encuentra entre 30 y 40 cm. Existen 42 surcos con un espacio de 75 cm entre cada uno.

Este campo está contaminado por la Filoxera por lo cual para este campo se empleará el agroquímico LANNATE 20 SL cuyo costo es de S/. 107 soles (consultado en mercado) por paquete el cual contiene 1 litro de concentrado lo requerido para una hectárea es de 2 litros de concentrado por hectárea en 600 litros

de agua o tres cilindros, significando 0.67 litros por topo en 200 litros de agua o un cilindro para método actual.



*Figura 11 Cultivo Uva Moscatel Campo 3  
Fuente: Foto tomada en Cultivo Pedregal*

#### **5.3.2.2. CAMPO 4**

Este campo cuenta con el cultivo de la uva en su tercer año del desarrollo de la vid, el campo es aproximadamente de 46 x 50 m<sup>2</sup> en la cual el tamaño de la planta se encuentra bordeando el 1.8 m. Existen 42 surcos con un espacio de 75 cm entre cada uno.

Este campo está contaminado por Arañita roja por lo cual para este campo se empleará el agroquímico VERTIMEC 018 EC cuyo costo es de S/. 192 soles por paquete el cual contiene 1 litro de concentrado lo requerido para una hectárea es de 0.6 litros de concentrado por hectárea en 600 litros de agua, significando 0.2 litros por topo en 200 litros de agua como mínimo.



*Figura 12 Cultivo Uva Moscatel Campo 4*  
*Fuente: Foto tomada en Cultivo Pedregal*

## **5.4. HERRAMIENTAS**

### **5.4.1. PROGRAMACION Y MEDICION**

Se emplearon 2 software para el desarrollo de pruebas el Mission Planner para la programación del Dron y el Stain Master para la evaluación de cobertura en el papel hidrosensible. A continuación una breve descripción de cada uno.

#### **5.4.1.1. MISSION PLANNER**

“Mission Planner es una aplicación gratuita, de código abierto y compatible con la comunidad desarrollada por Michael Osborne para el proyecto de piloto automático APM autopiloto. Es una aplicación de estación terrestre con todas las funciones para el proyecto de piloto automático de código abierto ArduPilot.”

(ArduPilot Dev Team, 2016)



*Figura 13 Logo Mission Planner*  
*Fuente: Copyright 2016, ArduPilot Dev Team.*

“Mission Planner es una estación de control terrestre para Plane, Copter y Rover. Es compatible solo con Windows. Mission Planner se puede utilizar como una utilidad de configuración o como un suplemento de control dinámico para su vehículo autónomo.” (ArduPilot Dev Team, 2016)

#### **5.4.1.2. STAIN MASTER**

“StainMaster es un programa de computadoras que se desarrolló para que compañías de fumigación aérea o terrestre, ingenieros agrónomos o propietarios de campos puedan calibrar sus equipos de fumigación para un mejor rendimiento, controlar la aplicación de productos agroquímicos o realizar pruebas de investigación de patrones de comportamiento. Basado en los conceptos de reconocimiento de imagen a través de escáneres, el StainMaster adquiere la información sobre los patrones de cobertura de rocío a partir de tarjetas sensibles al agua o aceites rociadas por aviones o unidades terrestres de fumigación agrícola. Empleando un robusto algoritmo que reconoce cada una de las

gotas explayadas en las superficies a explorar. Se pueden obtener gráficos de cobertura, representaciones de vuelos simulados, histogramas sobre el rendimiento variando los anchos de pasadas, entre otros.” (Equipo de StainMaster Arg., 2017)



*Figura 14 Logo Stain Master*  
*Fuente: <http://www.stainmaster.com.ar/>*

#### **5.4.2. IMPLEMENTOS**

Se empleó los siguientes implementos para el desarrollo y control de las pruebas:

- Papel Hidrosensible
- Cronometro
- Laptop

#### **5.5. RESULTADOS PRUEBAS**

Luego del desarrollo de la prueba en campo se realizó el análisis del papel hidrosensible colocado en cada campo de prueba a continuación los resultados obtenidos.

### 5.5.1. CAMPO 1

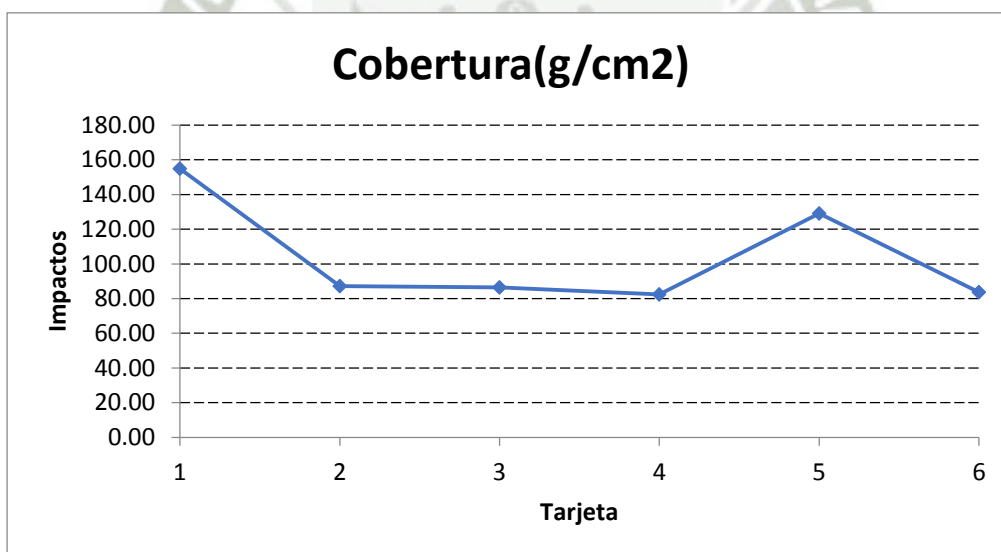
#### 5.5.1.1. DRON

| Tarjeta          | Número | Cobertura (g/cm2) | DM( $\mu$ )   | DMN( $\mu$ )  | Desvio( $\mu$ ) | Volumen Teórico(Lt / ha) | CV (%)       | DV01( $\mu$ ) | DV05( $\mu$ ) | DV09( $\mu$ ) | Factor de Dispersion | Amplitud Relativa |
|------------------|--------|-------------------|---------------|---------------|-----------------|--------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|-------------------|
| Tarjeta1         | 1      | 154.86            | 168.26        | 160.00        | 81.53           | 38.63                    |              | 166.43        | 382.14        | 569.29        | 2.39                 | 1.05              |
| Tarjeta2         | 2      | 87.16             | 193.80        | 190.00        | 94.69           | 33.22                    |              | 198.33        | 351.67        | 470.00        | 1.85                 | 0.77              |
| Tarjeta3         | 3      | 86.49             | 108.61        | 100.00        | 48.53           | 5.80                     |              | 98.33         | 178.33        | 298.33        | 1.78                 | 1.12              |
| Tarjeta4         | 4      | 82.49             | 115.94        | 110.00        | 46.69           | 6.73                     |              | 100.00        | 168.33        | 243.33        | 1.53                 | 0.85              |
| Tarjeta5         | 5      | 129.07            | 144.89        | 140.00        | 67.92           | 20.56                    |              | 138.33        | 233.33        | 365.00        | 1.67                 | 0.97              |
| Tarjeta6         | 6      | 83.66             | 127.34        | 110.00        | 69.36           | 9.04                     |              | 125.00        | 320.00        | 403.33        | 2.91                 | 0.87              |
| <b>Promedios</b> |        | <b>103.96</b>     | <b>143.14</b> | <b>135.00</b> | <b>68.12</b>    | <b>19.00</b>             | <b>31.12</b> | <b>137.74</b> | <b>272.30</b> | <b>391.55</b> | <b>2.02</b>          | <b>0.94</b>       |

Tabla 21 Resultados Dron Campo 1  
Fuente: Reporte Excel Stain Master

#### Interpretación Cuadro

- En el campo 1 que contenía un cultivo de quinua con un mes de desarrollo contaminado por el hongo Mildium, el prototipo del Dron logro una efectividad en promedio de 103.96 g/cm<sup>2</sup>.



Grafica 18 Cobertura por tarjeta Dron campo 1  
Fuente: Reporte Excel Stain Master

#### Interpretación Gráfica

- Según la gráfica de cobertura desarrollada por el Dron prototipo solo en la tarjeta 1 y la 5 la cobertura supero los 100 g/cm<sup>2</sup>, las demás tarjetas superan solo la barrera de los 80 g/cm<sup>2</sup>.

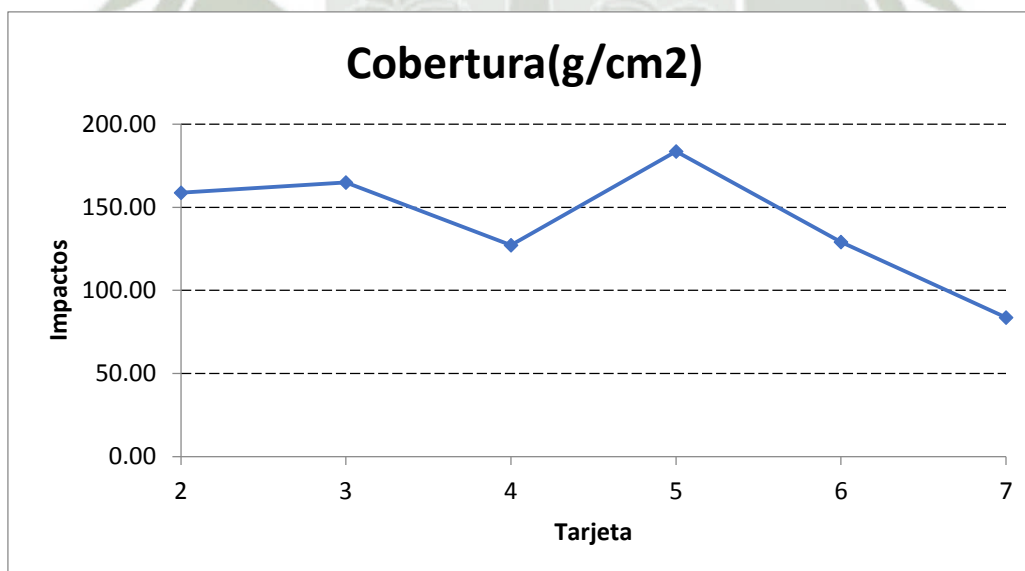
### 5.5.1.2. MOCHILA ASPERSORA

| Tarjeta   | Número | Cobertura (g/cm <sup>2</sup> ) | DM(μ)  | DMN(μ) | Desvio(μ) | Volumen Teórico(Lt / ha) | CV (%) | DV01(μ) | DV05(μ) | DV09(μ) | Factor de Dispersion | Amplitud Relativa |
|-----------|--------|--------------------------------|--------|--------|-----------|--------------------------|--------|---------|---------|---------|----------------------|-------------------|
| Tarjeta2  | 2      | 158.87                         | 275.63 | 190.00 | 180.84    | 174.18                   |        | 405.00  | 829.29  | 995.00  | 4.36                 | 0.71              |
| Tarjeta3  | 3      | 164.88                         | 286.71 | 190.00 | 190.78    | 203.47                   |        | 395.00  | 813.57  | 995.00  | 4.28                 | 0.74              |
| Tarjeta4  | 4      | 127.24                         | 271.00 | 230.00 | 141.29    | 132.59                   |        | 280.71  | 567.86  | 839.29  | 2.47                 | 0.98              |
| Tarjeta5  | 5      | 183.63                         | 307.26 | 180.00 | 214.96    | 278.92                   |        | 483.00  | 913.00  | 995.00  | 5.07                 | 0.56              |
| Tarjeta6  | 6      | 129.07                         | 144.89 | 140.00 | 67.92     | 20.56                    |        | 138.33  | 233.33  | 365.00  | 1.67                 | 0.97              |
| Tarjeta7  | 7      | 83.66                          | 127.34 | 110.00 | 69.36     | 9.04                     |        | 125.00  | 320.00  | 403.33  | 2.91                 | 0.87              |
| Promedios |        | 141.22                         | 235.47 | 173.33 | 144.19    | 136.46                   | 17.16  | 304.51  | 612.84  | 765.44  | 3.46                 | 0.81              |

Tabla 22 Resultados Mochila Aspersora Campo 1  
Fuente: Reporte Excel Stain Master

#### Interpretación Cuadro

- En el campo 1 que contenía un cultivo de quinua con un mes de desarrollo contaminado por el hongo Mildium, la mochila aspersora logro una efectividad en promedio de 141.22 g/cm<sup>2</sup>.



Grafica 19 Cobertura por tarjeta Mochila Aspersora campo 1  
Fuente: Reporte Excel Stain Master

### Interpretación Gráfica

- Según la gráfica de cobertura desarrollada por la mochila aspersora solo en la tarjeta 7 la cobertura está por debajo de los 100 g/cm<sup>2</sup>, solo 3 tarjetas superan la barrera de los 150 g/cm<sup>2</sup>.

## 5.5.2. CAMPO 2

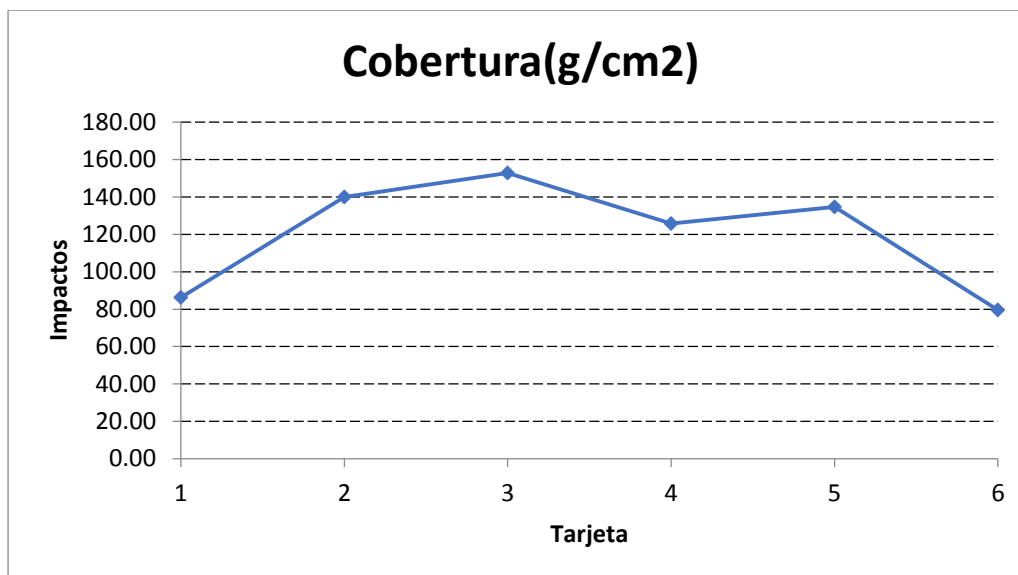
### 5.5.2.1. DRON

| Tarjeta   | Número | Cobertura (g/cm2) | DM(μ)  | DMN(μ) | Desvio(μ) | Volumen Teórico(Lt / ha) | CV (%) | DV01(μ) | DV05(μ) | DV09(μ) | Factor de Dispersion | Amplitud Relativa |
|-----------|--------|-------------------|--------|--------|-----------|--------------------------|--------|---------|---------|---------|----------------------|-------------------|
| Tarjeta1  | 1      | 86.30             | 152.39 | 140.00 | 67.77     | 15.99                    |        | 143.57  | 229.29  | 340.71  | 1.64                 | 0.86              |
| Tarjeta2  | 2      | 139.98            | 144.56 | 140.00 | 69.08     | 22.14                    |        | 139.29  | 232.14  | 366.43  | 1.66                 | 0.98              |
| Tarjeta3  | 3      | 152.86            | 138.65 | 120.00 | 76.70     | 21.33                    |        | 137.86  | 266.43  | 443.57  | 2.22                 | 1.15              |
| Tarjeta4  | 4      | 125.73            | 135.46 | 120.00 | 71.04     | 16.36                    |        | 140.00  | 373.33  | 491.67  | 3.11                 | 0.94              |
| Tarjeta5  | 5      | 134.68            | 150.34 | 140.00 | 65.47     | 23.96                    |        | 136.43  | 230.71  | 366.43  | 1.65                 | 1.00              |
| Tarjeta6  | 6      | 79.58             | 203.23 | 190.00 | 91.22     | 34.97                    |        | 187.86  | 309.29  | 466.43  | 1.63                 | 0.90              |
| Promedios |        | 119.85            | 154.10 | 141.67 | 73.55     | 22.46                    | 21.06  | 147.50  | 273.53  | 412.54  | 1.98                 | 0.97              |

Tabla 23 Resultados Dron Campo 2  
Fuente: Reporte Excel Stain Master

### Interpretación Cuadro

- En el campo 2 que contenía un cultivo de quinua con cuatro meses de desarrollo contaminado por la Pobredumbre marrón del tallo, el prototipo del Dron logro una efectividad en promedio de 119.85 g/cm2.



*Grafica 20 Cobertura por tarjeta Dron campo 2*  
*Fuente: Reporte Excel Stain Master*

#### *Interpretación Gráfica*

- Según la gráfica de cobertura desarrollada por el Dron prototipo solo en la tarjeta 1 y la 5 la cobertura supero los 100 g/cm<sup>2</sup>, las demás tarjetas superan solo la barrera de los 80 g/cm<sup>2</sup>.

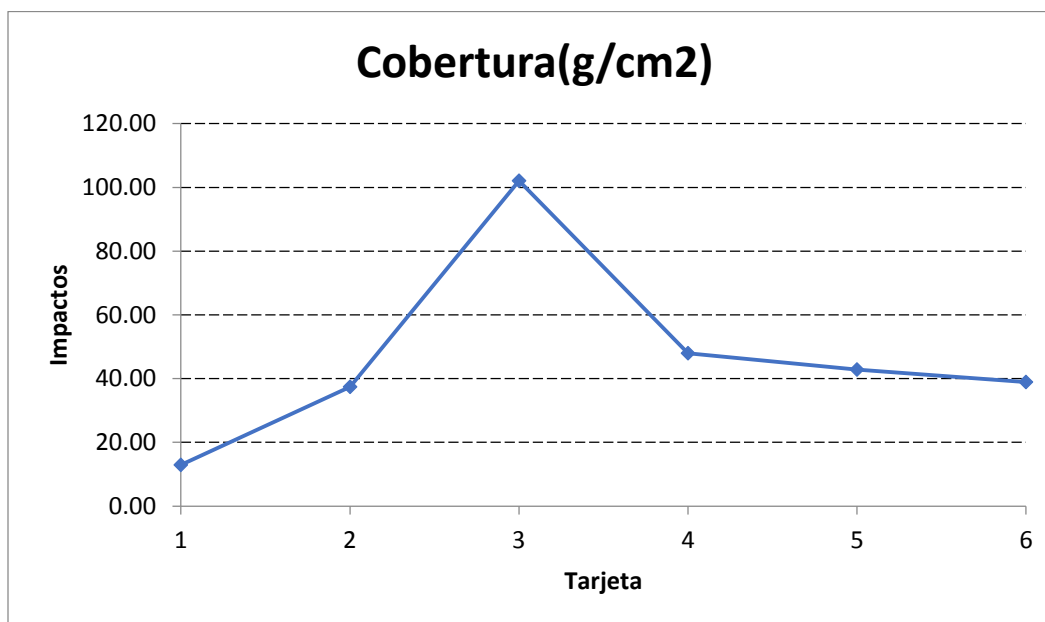
#### **5.5.2.2. MOCHILA ASPERSORA**

| Tarjeta          | Número | Cobertura (g/cm <sup>2</sup> ) | DM(μ)         | DMN(μ)        | Desvio(μ)    | Volumen Teórico(Lt / ha) | CV (%)       | DV01(μ)       | DV05(μ)       | DV09(μ)       | Factor de Dispersion | Amplitud Relativa |
|------------------|--------|--------------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|-------------------|
| Tarjeta1         | 1      | 12.88                          | 215.26        | 230.00        | 69.20        | 6.73                     |              | 210.71        | 257.86        | 312.14        | 1.12                 | 0.39              |
| Tarjeta2         | 2      | 37.40                          | 161.35        | 150.00        | 85.40        | 8.23                     |              | 183.33        | 251.67        | 366.67        | 1.68                 | 0.73              |
| Tarjeta3         | 3      | 102.02                         | 173.91        | 180.00        | 83.99        | 28.10                    |              | 171.67        | 293.33        | 441.67        | 1.63                 | 0.92              |
| Tarjeta4         | 4      | 47.92                          | 265.51        | 260.00        | 95.09        | 46.96                    |              | 231.67        | 365.00        | 565.00        | 1.40                 | 0.91              |
| Tarjeta5         | 5      | 42.79                          | 258.65        | 250.00        | 79.38        | 38.77                    |              | 225.00        | 325.00        | 465.00        | 1.30                 | 0.74              |
| Tarjeta6         | 6      | 38.91                          | 153.28        | 130.00        | 83.51        | 7.34                     |              | 176.67        | 246.67        | 336.67        | 1.90                 | 0.65              |
| <b>Promedios</b> |        | <b>46.99</b>                   | <b>204.66</b> | <b>200.00</b> | <b>82.76</b> | <b>22.69</b>             | <b>69.69</b> | <b>199.84</b> | <b>289.92</b> | <b>414.52</b> | <b>1.50</b>          | <b>0.72</b>       |

*Tabla 24 Resultados Mochila Aspersora Campo 2*  
*Fuente: Reporte Excel Stain Master*

### *Interpretación Cuadro*

- En el campo 2 que contenía un cultivo de quinua con cuatro meses de desarrollo contaminado por el Pobredumbre marrón del tallo, la mochila aspersora logro una efectividad en promedio de 46.99 g/cm<sup>2</sup>.



*Grafica 21 Cobertura por tarjeta Mochila Aspersora campo 2*  
*Fuente: Reporte Excel Stain Master*

### *Interpretación Gráfica*

- Según la gráfica de cobertura desarrollada por la mochila aspersora solo en la tarjeta 1 la cobertura está sobre los 100 g/cm<sup>2</sup>, existen 3 tarjetas por debajo de la barrera de los 40 g/cm<sup>2</sup>.

### 5.5.3. CAMPO 3

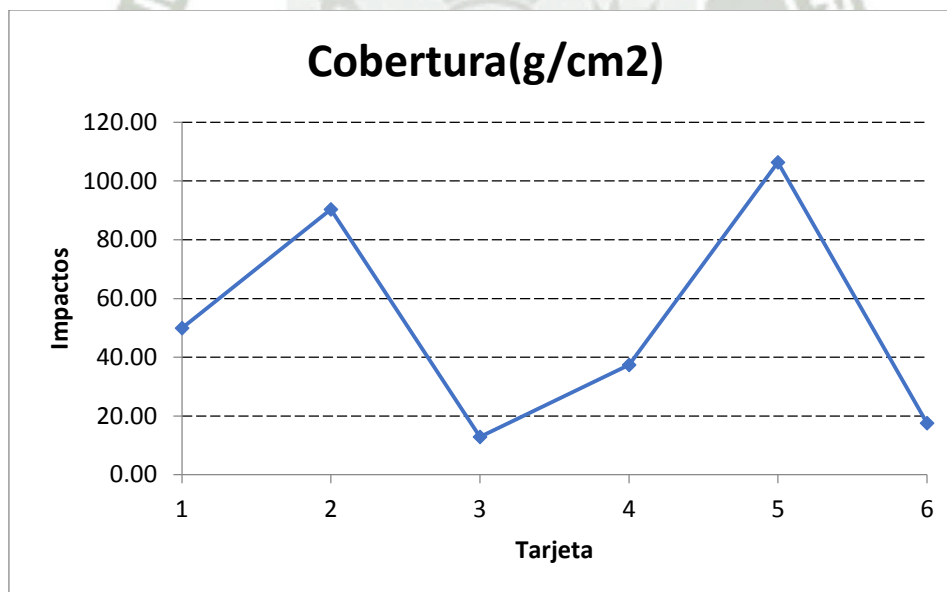
#### 5.5.3.1. DRON

| Tarjeta   | Número | Cobertura (g/cm2) | DM( $\mu$ ) | DMN( $\mu$ ) | Desvio( $\mu$ ) | Volumen Teórico(Lt / ha) | CV (%) | DV01( $\mu$ ) | DV05( $\mu$ ) | DV09( $\mu$ ) | Factor de Dispersion | Amplitud Relativa |
|-----------|--------|-------------------|-------------|--------------|-----------------|--------------------------|--------|---------------|---------------|---------------|----------------------|-------------------|
| Tarjeta1  | 1      | 49.95             | 212.85      | 230.00       | 94.32           | 25.22                    |        | 197.86        | 286.43        | 410.71        | 1.25                 | 0.74              |
| Tarjeta2  | 2      | 90.34             | 151.29      | 140.00       | 65.44           | 16.38                    |        | 143.33        | 230.00        | 326.67        | 1.64                 | 0.80              |
| Tarjeta3  | 3      | 12.88             | 215.26      | 230.00       | 69.20           | 6.73                     |        | 210.71        | 257.86        | 312.14        | 1.12                 | 0.39              |
| Tarjeta4  | 4      | 37.40             | 161.35      | 150.00       | 85.40           | 8.23                     |        | 183.33        | 251.67        | 366.67        | 1.68                 | 0.73              |
| Tarjeta5  | 5      | 106.37            | 96.65       | 90.00        | 37.32           | 5.03                     |        | 83.33         | 138.33        | 283.33        | 1.54                 | 1.45              |
| Tarjeta6  | 6      | 17.60             | 178.24      | 150.00       | 90.05           | 5.22                     |        | 235.00        | 309.29        | 352.14        | 2.06                 | 0.38              |
| Promedios |        | 52.42             | 169.27      | 165.00       | 73.62           | 11.13                    | 73.26  | 175.60        | 245.60        | 341.94        | 1.55                 | 0.75              |

Tabla 25 Resultados Dron Campo 3  
Fuente: Reporte Excel Stain Master

#### Interpretación Cuadro

- En el campo 3 que contenía un cultivo de uva con dos años de desarrollo contaminado por la filoxera, el prototipo del Dron logro una efectividad en promedio de 52.42 g/cm2.



Grafica 22 Cobertura por tarjeta Dron campo 3  
Fuente: Reporte Excel Stain Master

### Interpretación Gráfica

- Según la gráfica de cobertura desarrollada por el Dron prototipo solo en la tarjetas 2 y la 5 la cobertura supero los 80 g/cm<sup>2</sup>, existen 3 tarjetas que no superan la barrera de los 40 g/cm<sup>2</sup>.

### 5.5.3.2. ASPERSORA MOTORIZADA DE TRACTOR

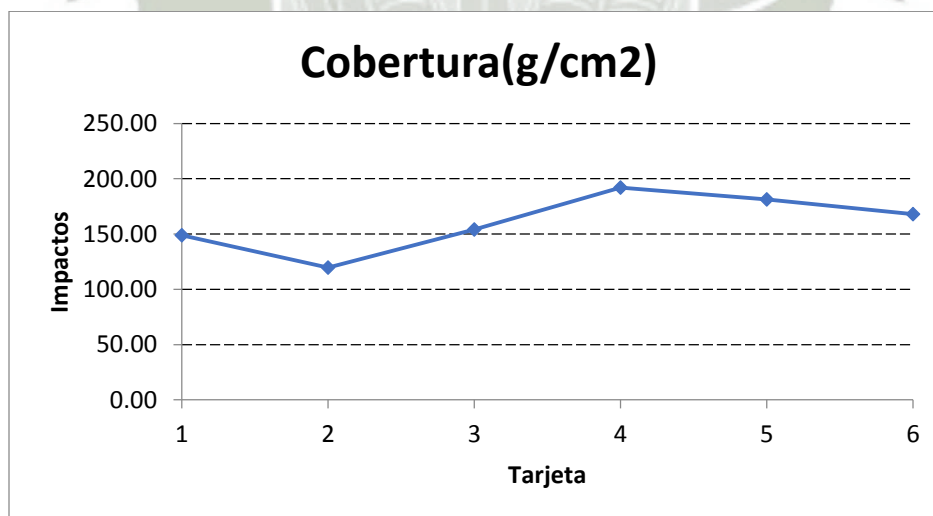
| Tarjeta   | Número | Cobertura (g/cm2) | DM(μ)  | DMN(μ) | Desvio(μ) | Volumen Teórico(Lt / ha) | CV (%) | DV01(μ) | DV05(μ) | DV09(μ) | Factor de Dispersion | Amplitud Relativa |
|-----------|--------|-------------------|--------|--------|-----------|--------------------------|--------|---------|---------|---------|----------------------|-------------------|
| Tarjeta1  | 1      | 148.99            | 230.71 | 200.00 | 140.74    | 95.80                    |        | 253.57  | 582.14  | 899.29  | 2.91                 | 1.11              |
| Tarjeta2  | 2      | 119.79            | 262.87 | 210.00 | 160.34    | 113.94                   |        | 283.57  | 633.57  | 905.00  | 3.02                 | 0.98              |
| Tarjeta3  | 3      | 154.14            | 346.26 | 190.00 | 215.77    | 335.08                   |        | 489.29  | 945.00  | 995.00  | 4.97                 | 0.54              |
| Tarjeta4  | 4      | 192.02            | 261.04 | 170.00 | 183.82    | 178.85                   |        | 408.33  | 866.67  | 995.00  | 5.10                 | 0.68              |
| Tarjeta5  | 5      | 181.34            | 267.25 | 190.00 | 182.32    | 181.23                   |        | 376.43  | 797.86  | 992.14  | 4.20                 | 0.77              |
| Tarjeta6  | 6      | 167.88            | 277.29 | 180.00 | 177.49    | 187.42                   |        | 403.57  | 780.71  | 943.57  | 4.34                 | 0.69              |
| Promedios |        | 160.70            | 274.24 | 190.00 | 176.75    | 182.05                   | 17.74  | 369.13  | 767.66  | 955.00  | 4.09                 | 0.79              |

Tabla 26 Resultados Aspersora motorizada de tractor Campo 3

Fuente: Reporte Excel Stain Master

### Interpretación Cuadro

- En el campo 3 que contenía un cultivo de uva con dos años de desarrollo contaminado por la filoxera, la aspersora motorizada de tractor logro una efectividad en promedio de 160.70 g/cm<sup>2</sup>.



Grafica 23 Cobertura por tarjeta Aspersora motorizada de tractor campo 3

Fuente: Reporte Excel Stain Master

### Interpretación Gráfica

- Según la gráfica de cobertura desarrollada por la aspersora motorizada de tractor solo en la tarjeta 1 la cobertura está por debajo de los 150 g/cm<sup>2</sup>.

## 5.5.4. CAMPO 4

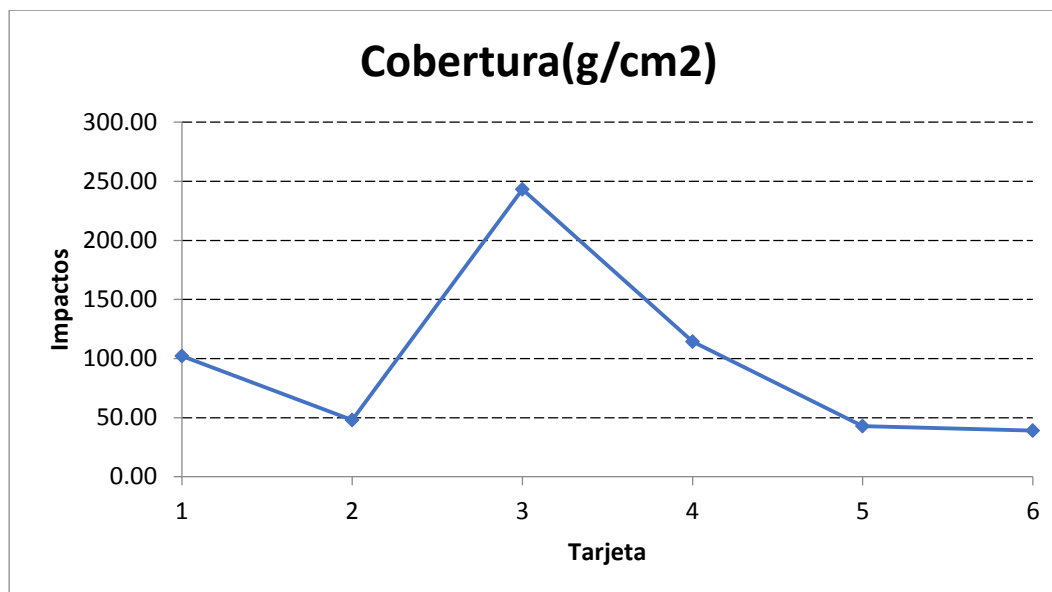
### 5.5.4.1. DRON

| Tarjeta   | Número | Cobertura (g/cm <sup>2</sup> ) | DM(μ)  | DMN(μ) | Desvio(μ) | Volumen Teórico(Lt / ha) | CV (%) | DV01(μ) | DV05(μ) | DV09(μ) | Factor de Dispersion | Amplitud Relativa |
|-----------|--------|--------------------------------|--------|--------|-----------|--------------------------|--------|---------|---------|---------|----------------------|-------------------|
| Tarjeta1  | 1      | 102.02                         | 173.91 | 180.00 | 83.99     | 28.10                    |        | 171.67  | 293.33  | 441.67  | 1.63                 | 0.92              |
| Tarjeta2  | 2      | 47.92                          | 265.51 | 260.00 | 95.09     | 46.96                    |        | 231.67  | 365.00  | 565.00  | 1.40                 | 0.91              |
| Tarjeta3  | 3      | 243.31                         | 111.12 | 110.00 | 46.92     | 17.48                    |        | 99.29   | 163.57  | 273.57  | 1.49                 | 1.07              |
| Tarjeta4  | 4      | 114.38                         | 97.36  | 100.00 | 38.88     | 5.53                     |        | 86.67   | 143.33  | 246.67  | 1.43                 | 1.12              |
| Tarjeta5  | 5      | 42.79                          | 258.65 | 250.00 | 79.38     | 38.77                    |        | 225.00  | 325.00  | 465.00  | 1.30                 | 0.74              |
| Tarjeta6  | 6      | 38.91                          | 153.28 | 130.00 | 83.51     | 7.34                     |        | 176.67  | 246.67  | 336.67  | 1.90                 | 0.65              |
| Promedios |        | 98.22                          | 176.64 | 171.67 | 71.30     | 24.03                    | 82.44  | 165.16  | 256.15  | 388.10  | 1.53                 | 0.90              |

Tabla 27 Resultados Dron Campo 4  
Fuente: Reporte Excel Stain Master

### Interpretación Cuadro

- En el campo 4 que contenía un cultivo de uva con tres años de desarrollo contaminado por la araña roja, el prototipo del Dron logro una efectividad en promedio de 98.22 g/cm<sup>2</sup>.



*Grafica 24 Cobertura por tarjeta Dron campo 4*  
*Fuente: Reporte Excel Stain Master*

#### *Interpretación Gráfica*

- Según la gráfica de cobertura desarrollada por el Dron prototipo solo en la tarjeta 1 supero los 200 g/cm<sup>2</sup>, existen 3 tarjetas que no superan la barrera de los 50 g/cm<sup>2</sup>.

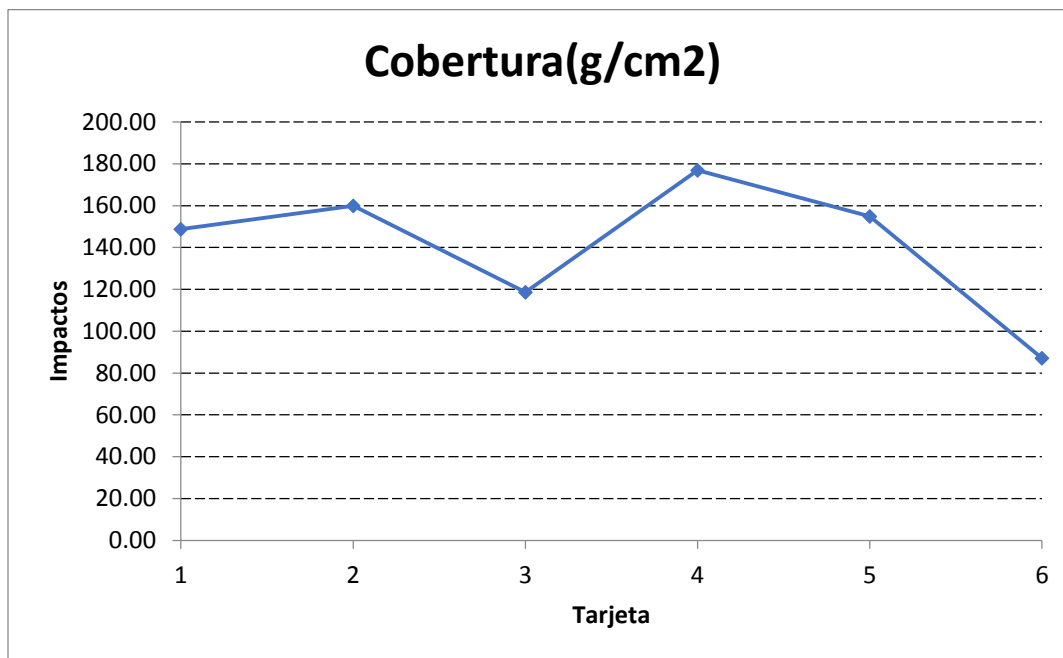
#### **5.5.4.2. ASPERSORA MOTORIZADA DE TRACTOR**

| Tarjeta   | Número | Cobertura (g/cm2) | DM(μ)  | DMN(μ) | Desvio(μ) | Volumen Teórico(Lt / ha) | CV (%) | DV01(μ) | DV05(μ) | DV09(μ) | Factor de Dispersion | Amplitud Relativa |
|-----------|--------|-------------------|--------|--------|-----------|--------------------------|--------|---------|---------|---------|----------------------|-------------------|
| Tarjeta1  | 1      | 148.71            | 229.77 | 200.00 | 144.55    | 94.45                    |        | 259.29  | 625.00  | 899.29  | 3.13                 | 1.02              |
| Tarjeta2  | 2      | 160.01            | 273.27 | 190.00 | 172.70    | 170.98                   |        | 355.00  | 725.00  | 893.57  | 3.82                 | 0.74              |
| Tarjeta3  | 3      | 118.65            | 265.90 | 220.00 | 158.70    | 116.80                   |        | 285.00  | 639.29  | 885.00  | 2.91                 | 0.94              |
| Tarjeta4  | 4      | 176.90            | 268.07 | 180.00 | 189.01    | 178.42                   |        | 412.14  | 800.71  | 945.00  | 4.45                 | 0.67              |
| Tarjeta5  | 5      | 154.86            | 168.33 | 160.00 | 81.67     | 38.68                    |        | 166.43  | 382.14  | 569.29  | 2.39                 | 1.05              |
| Tarjeta6  | 6      | 87.16             | 193.80 | 190.00 | 94.69     | 33.22                    |        | 198.33  | 351.67  | 470.00  | 1.85                 | 0.77              |
| Promedios |        | 141.05            | 233.19 | 190.00 | 140.22    | 105.42                   | 15.10  | 279.37  | 587.30  | 777.02  | 3.09                 | 0.87              |

*Tabla 28 Resultados Aspersora motorizada de tractor Campo 4*  
*Fuente: Reporte Excel Stain Master*

### *Interpretación Cuadro*

- En el campo 4 que contenía un cultivo de uva con tres años de desarrollo contaminado por la araña roja, la aspersora motorizada de tractor logro una efectividad en promedio de 141.70 g/cm<sup>2</sup>.



*Grafica 25 Cobertura por tarjeta Aspersora motorizada de tractor campo 4*  
*Fuente: Reporte Excel Stain Master*

### *Interpretación Gráfica*

- Según la gráfica de cobertura desarrollada por la aspersora motorizada de tractor solo en la tarjeta 6 la cobertura está por debajo de los 100 g/cm<sup>2</sup>.



**CAPITULO VI EVALUACION GLOBAL PROPUESTA**

## 6. EVALUACION GLOBAL PROPUESTA

La comparación se realizará por indicador de la variable equipo aplicador tomando en cuenta lo recopilado en la entrevista y encuesta realizadas brindando premisas finales de la investigación realizada.

### 6.1. COSTO

Se realizó un cuadro resumen de los requerido por cada equipo aplicador el cual se muestra a continuación.

| Equipo aplicador de agroquímicos       | Uso máximo por día (hectáreas) | Insumos requeridos   | Requerido por hectárea (unidad de medida) | Costo total por equipo para una hectárea (S/.) | Costo total por equipo para una topo (S/.) |
|----------------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <i>Prototipo Dron</i>                  | 16                             | Electricidad<br>Agua | 3 baterías cargadas<br>45 litros          | 45                                             | 15                                         |
| <i>Aspersora motorizada de tractor</i> | 8                              | Combustible<br>Agua  | S/.25 en comb.<br>600 litros              | 150                                            | 50                                         |
| <i>Aspersora de mochila</i>            | 10                             | Combustible<br>Agua  | S/.10 en comb.<br>600 litros              | 90                                             | 30                                         |

*Tabla 29 Comparación de costos por aplicación de agroquímicos por equipo*  
*Fuente: Elaboración Propia*

#### *Análisis de Tabla*

- El equipo más económico para la aplicación de agroquímicos es el Prototipo de Dron desarrollado con un costo de 45 soles por hectárea.
- El equipo más caro para la aplicación de agroquímicos es la Aspersora motorizada de tractor con un costo de 150 soles por hectárea.

### **6.1.1. PROYECCION DRON**

En 5 producciones aproximadamente unos 5 años para uva de empleo y 2 años para quinua tomando en cuenta una topo como referencia.

#### **6.1.1.1. CULTIVO QUINUA**

El MINAGRI realizo un informe del costo de la producción de quinua para la región Arequipa tomando en cuenta una hectárea como referencia, se tomó como base para elaborar una proyección de un topo, se adjunta el mismo como un anexo.

##### ***Dron (considerando la adquisición)***

Esta proyección es válida para los campos de prueba 1 y 2. Considerando algunos costos de mantenimiento para el prototipo, Se proyectó para el flujo incluyendo la tasa de Agro banco que financia a la empresa AGROUNIMEX.

| <i>Produccion</i>               | <i>2016-2017</i>      | <i>Primera</i>       | <i>Segunda</i>       | <i>Tercera</i>       | <i>Cuarta</i>        | <i>Quinta</i>        |
|---------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Inversion Dron</b>           | <b>S/. 19,337.50</b>  |                      |                      |                      |                      |                      |
| <b>Ingresos</b>                 |                       | <b>S/. 20,511.56</b> | <b>S/. 20,511.56</b> | <b>S/. 20,511.56</b> | <b>S/. 20,511.56</b> | <b>S/. 20,511.56</b> |
| <b>Costos Directos</b>          |                       | <b>S/. 1,917.44</b>  | <b>S/. 1,917.44</b>  | <b>S/. 1,917.44</b>  | <b>S/. 1,917.44</b>  | <b>S/. 1,917.44</b>  |
| <b>Mano de Obra</b>             |                       | <b>S/. 623.70</b>    | <b>S/. 623.70</b>    | <b>S/. 623.70</b>    | <b>S/. 623.70</b>    | <b>S/. 623.70</b>    |
| Preparacion Terreno             |                       | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            |
| Siembra                         |                       | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            |
| Labores Culturales              |                       | S/. 133.65           | S/. 133.65           | S/. 133.65           | S/. 133.65           | S/. 133.65           |
| Cosecha                         |                       | S/. 311.85           | S/. 311.85           | S/. 311.85           | S/. 311.85           | S/. 311.85           |
| <b>Intrumentos agricolas</b>    |                       | <b>S/. 331.65</b>    | <b>S/. 331.65</b>    | <b>S/. 331.65</b>    | <b>S/. 331.65</b>    | <b>S/. 331.65</b>    |
| <b>Insumos</b>                  |                       | <b>S/. 778.55</b>    | <b>S/. 778.55</b>    | <b>S/. 778.55</b>    | <b>S/. 778.55</b>    | <b>S/. 778.55</b>    |
| Semillas                        |                       | S/. 237.60           | S/. 237.60           | S/. 237.60           | S/. 237.60           | S/. 237.60           |
| Abonos y fertilizantes          |                       | S/. 407.22           | S/. 407.22           | S/. 407.22           | S/. 407.22           | S/. 407.22           |
| Agroquimicos                    |                       | S/. 133.73           | S/. 133.73           | S/. 133.73           | S/. 133.73           | S/. 133.73           |
| <b>Agua</b>                     |                       | <b>S/. 23.10</b>     | <b>S/. 23.10</b>     | <b>S/. 23.10</b>     | <b>S/. 23.10</b>     | <b>S/. 23.10</b>     |
| <b>Costo mantenimiento Dron</b> |                       | <b>S/. 100.00</b>    | <b>S/. 100.00</b>    | <b>S/. 100.00</b>    | <b>S/. 100.00</b>    | <b>S/. 100.00</b>    |
| <b>Otros costos Directos</b>    |                       | <b>S/. 60.43</b>     | <b>S/. 60.43</b>     | <b>S/. 60.43</b>     | <b>S/. 60.43</b>     | <b>S/. 60.43</b>     |
| <b>Costos Indirectos</b>        |                       | <b>S/. 660.00</b>    | <b>S/. 660.00</b>    | <b>S/. 660.00</b>    | <b>S/. 660.00</b>    | <b>S/. 660.00</b>    |
| <b>UAI</b>                      |                       | <b>S/. 17,934.13</b> | <b>S/. 17,934.13</b> | <b>S/. 17,934.13</b> | <b>S/. 17,934.13</b> | <b>S/. 17,934.13</b> |
| <b>Impuestos</b>                |                       | <b>S/. 3,228.14</b>  | <b>S/. 3,228.14</b>  | <b>S/. 3,228.14</b>  | <b>S/. 3,228.14</b>  | <b>S/. 3,228.14</b>  |
| <b>Flujo</b>                    | <b>-S/. 19,337.50</b> | <b>S/. 14,705.98</b> | <b>S/. 14,705.98</b> | <b>S/. 14,705.98</b> | <b>S/. 14,705.98</b> | <b>S/. 14,705.98</b> |

*Tabla 30 Proyección de costos adquisición del Dron para cultivo de quinua*  
*Fuente: Elaboración Propia basado en Costos brindados por MINAGRI*

### **Análisis de tabla**

- El costo aproximado de mantenimiento del Dron por producción de topo es de S/.100.00. que representa el 4% del costo total de producción S/. 2,577.44.
- Si el prototipo de Dron desarrollado se empleara solo en Cultivo de Quinua considerando un topo, la inversión del desarrollo se recuperaría en la segunda producción.

### **Análisis del VAN**

Tomando en cuenta la proyección se toma los flujos y la inversión se lleva todo al periodo inicial con la tasa de 16.5%,

luego se realiza la suma de todos los valores como se muestra a continuación,

| Periodo    | Flujo          | Valor actual   |
|------------|----------------|----------------|
| 0          | S/. -19,337.50 | S/. -19,337.50 |
| 1          | S/. 14,705.98  | S/. 12,623.16  |
| 2          | S/. 14,705.98  | S/. 10,835.33  |
| 3          | S/. 14,705.98  | S/. 9,300.71   |
| 4          | S/. 14,705.98  | S/. 7,983.45   |
| 5          | S/. 14,705.98  | S/. 6,852.74   |
| <b>VAN</b> |                | S/. 28,257.90  |

*Tabla 31 Calculo VAN adquisición del Dron para cultivo de quinua*  
*Fuente: Elaboración Propia*

- Se genera un valor actual neto o VAN de S/. 28,257.90; es decir que tomando en cuenta la inversión, los ingresos y egresos futuros llevados al periodo inicial o actual se genera una ganancia de S/. 28,257.90.

### **Análisis de la TIR**

Esta herramienta permite analizar la rentabilidad de una inversión, tomando en cuenta el cálculo realizado del VAN con la tasa de 16.5%, se debe buscar aquella tasa en la cual el VAN se vuelve S/. 0, es decir la tasa con la cual se logra el equilibrio sin pérdidas o ganancias, en este caso se proyectó valores actuales netos de 0% hasta el 100%, luego se interpolo con los datos más próximos al requerido, obteniendo lo siguiente,

| Tasa    | VAN           | INTERPOLACION |               |
|---------|---------------|---------------|---------------|
| 100.00% | -S/. 5,091.08 | 80.00%        | -S/. 1,927.86 |
| 90.00%  | -S/. 3,657.43 | 70.90%        | S/. 0.00      |
| 80.00%  | -S/. 1,927.86 | 70.00%        | S/. 191.42    |
| 70.00%  | S/. 191.42    |               |               |
| 60.00%  | S/. 2,835.02  |               |               |
| 50.00%  | S/. 6,201.29  |               |               |
| 40.00%  | S/. 10,591.59 |               |               |
| 30.00%  | S/. 16,479.95 |               |               |
| 20.00%  | S/. 24,642.39 |               |               |
| 16.50%  | S/. 28,257.90 |               |               |
| 10.00%  | S/. 36,409.75 |               |               |
| 0.00%   | S/. 54,192.42 |               |               |

Tabla 32 Cálculo TIR adquisición del Dron para cultivo de quinua  
Fuente: Elaboración Propia

- Al culminar el proceso mencionado se calculó una TIR o Tasa interna de retorno de 71% para cultivo de quinua, indicando que la utilidad o rentabilidad es del 54.5% sobre el costo pagado al banco.

### **Dron (considerando alquiler)**

Esta proyección es válida para los campos de prueba 1 y 2.  
Considerando el alquiler del prototipo.

| Produccion                     | Primera              | Segunda              | Tercera              | Cuarta               | Quinta               |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Ingresos                       | S/. 20,511.56        | S/. 20,511.56        | S/. 20,511.56        | S/. 20,511.56        | S/. 20,511.56        |
| Costos Directos                | S/. 1,967.44         | S/. 1,967.44         | S/. 1,967.44         | S/. 1,967.44         | S/. 1,967.44         |
| <b>Mano de Obra</b>            | <b>S/. 623.70</b>    | <b>S/. 623.70</b>    | <b>S/. 623.70</b>    | <b>S/. 623.70</b>    | <b>S/. 623.70</b>    |
| Preparacion Terreno            | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            |
| Siembra                        | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            | S/. 89.10            |
| Labores Culturales             | S/. 133.65           | S/. 133.65           | S/. 133.65           | S/. 133.65           | S/. 133.65           |
| Cosecha                        | S/. 311.85           | S/. 311.85           | S/. 311.85           | S/. 311.85           | S/. 311.85           |
| <b>Intrumentos agricolas</b>   | <b>S/. 331.65</b>    | <b>S/. 331.65</b>    | <b>S/. 331.65</b>    | <b>S/. 331.65</b>    | <b>S/. 331.65</b>    |
| <b>Insumos</b>                 | <b>S/. 778.55</b>    | <b>S/. 778.55</b>    | <b>S/. 778.55</b>    | <b>S/. 778.55</b>    | <b>S/. 778.55</b>    |
| Semillas                       | S/. 237.60           | S/. 237.60           | S/. 237.60           | S/. 237.60           | S/. 237.60           |
| Abonos y fertilizantes         | S/. 407.22           | S/. 407.22           | S/. 407.22           | S/. 407.22           | S/. 407.22           |
| Agroquimicos                   | S/. 133.73           | S/. 133.73           | S/. 133.73           | S/. 133.73           | S/. 133.73           |
| <b>Alquiler Dron prototipo</b> | <b>S/. 150.00</b>    | <b>S/. 150.00</b>    | <b>S/. 150.00</b>    | <b>S/. 150.00</b>    | <b>S/. 150.00</b>    |
| <b>Agua</b>                    | <b>S/. 23.10</b>     | <b>S/. 23.10</b>     | <b>S/. 23.10</b>     | <b>S/. 23.10</b>     | <b>S/. 23.10</b>     |
| <b>Otros costos Directos</b>   | <b>S/. 60.43</b>     | <b>S/. 60.43</b>     | <b>S/. 60.43</b>     | <b>S/. 60.43</b>     | <b>S/. 60.43</b>     |
| <b>Costos Indirectos</b>       | <b>S/. 660.00</b>    | <b>S/. 660.00</b>    | <b>S/. 660.00</b>    | <b>S/. 660.00</b>    | <b>S/. 660.00</b>    |
| <b>UAI</b>                     | <b>S/. 17,884.13</b> | <b>S/. 17,884.13</b> | <b>S/. 17,884.13</b> | <b>S/. 17,884.13</b> | <b>S/. 17,884.13</b> |
| <b>Impuestos</b>               | <b>S/. 3,219.14</b>  | <b>S/. 3,219.14</b>  | <b>S/. 3,219.14</b>  | <b>S/. 3,219.14</b>  | <b>S/. 3,219.14</b>  |
| <b>Flujo</b>                   | <b>S/. 14,664.98</b> | <b>S/. 14,664.98</b> | <b>S/. 14,664.98</b> | <b>S/. 14,664.98</b> | <b>S/. 14,664.98</b> |

*Tabla 33 Proyección de costos alquiler de Dron para cultivo de quinua*

*Fuente: Elaboración Propia basado en Costos brindados por MINAGRI*

#### **Análisis de tabla**

- El costo de alquiler del Dron prototipo por producción de topo es de S/.150.00. que representa el 6% del costo total de producción S/. 2,627.44

#### **Análisis del VAN**

Tomando en cuenta la proyección se toma los flujos, se lleva todo al periodo inicial con la tasa de 16.5%, luego se realiza la suma de todos los valores como se muestra a continuación,

| Periodo    | Flujo         | Valor actual  |
|------------|---------------|---------------|
| 0          | S/. -         | S/. -         |
| 1          | S/. 14,664.98 | S/. 12,587.97 |
| 2          | S/. 14,664.98 | S/. 10,805.12 |
| 3          | S/. 14,664.98 | S/. 9,274.78  |
| 4          | S/. 14,664.98 | S/. 7,961.19  |
| 5          | S/. 14,664.98 | S/. 6,833.64  |
| <b>VAN</b> |               | S/. 47,462.70 |

*Tabla 34 Calculo VAN alquiler del Dron para cultivo de quinua*

*Fuente: Elaboración Propia*

- Se genera un valor actual neto o VAN de S/. 47,462.70.; es decir que tomando en cuenta los ingresos y egresos futuros llevados al periodo inicial o actual se genera una ganancia de S/. 47,462.70.

### 6.1.1.2. CULTIVO UVA

El MINAGRI realizó un informe del costo de la producción de uva para la región sur considerando Arequipa, Moquegua y Tacna; tomando en cuenta una hectárea como referencia, se tomó como base para elaborar una proyección de un topo, se adjunta el mismo como un anexo.

#### ***Dron (considerando la adquisición)***

Esta proyección es válida para los campos de prueba 3 y 4. Considerando algunos costos de mantenimiento para el prototipo, Se proyectó para el flujo incluyendo la tasa de Agro banco que financia a la empresa AGROUNIMEX.

| Produccion               | 2016-2017      | Primera       | Segunda       | Tercera       | Cuarta        | Quinta        |
|--------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Inversion Dron           | S/. 19,337.50  |               |               |               |               |               |
| Ingresos                 |                | S/. 39,000.00 | S/. 39,000.00 | S/. 39,000.00 | S/. 39,000.00 | S/. 39,000.00 |
| Costos Directos          |                | S/. 6,821.65  | S/. 6,821.65  | S/. 6,821.65  | S/. 6,821.65  | S/. 6,821.65  |
| Mano de Obra             |                | S/. 2,238.11  | S/. 2,238.11  | S/. 2,238.11  | S/. 2,238.11  | S/. 2,238.11  |
| Preparacion Terreno      |                | S/. 940.00    | S/. 940.00    | S/. 940.00    | S/. 940.00    | S/. 940.00    |
| Siembra                  |                | S/. 455.06    | S/. 455.06    | S/. 455.06    | S/. 455.06    | S/. 455.06    |
| Labores Culturales       |                | S/. 424.05    | S/. 424.05    | S/. 424.05    | S/. 424.05    | S/. 424.05    |
| Cosecha                  |                | S/. 419.00    | S/. 419.00    | S/. 419.00    | S/. 419.00    | S/. 419.00    |
| Intrumentos agricolas    |                | S/. 1,190.00  | S/. 1,190.00  | S/. 1,190.00  | S/. 1,190.00  | S/. 1,190.00  |
| Insumos                  |                | S/. 2,793.79  | S/. 2,793.79  | S/. 2,793.79  | S/. 2,793.79  | S/. 2,793.79  |
| Semillas                 |                | S/. 1,516.00  | S/. 1,516.00  | S/. 1,516.00  | S/. 1,516.00  | S/. 1,516.00  |
| Abonos y fertilizantes   |                | S/. 758.00    | S/. 758.00    | S/. 758.00    | S/. 758.00    | S/. 758.00    |
| Agroquimicos             |                | S/. 519.79    | S/. 519.79    | S/. 519.79    | S/. 519.79    | S/. 519.79    |
| Costo mantenimiento Dron |                | S/. 300.00    | S/. 300.00    | S/. 300.00    | S/. 300.00    | S/. 300.00    |
| Agua                     |                | S/. 82.89     | S/. 82.89     | S/. 82.89     | S/. 82.89     | S/. 82.89     |
| Otros costos Directos    |                | S/. 216.86    | S/. 216.86    | S/. 216.86    | S/. 216.86    | S/. 216.86    |
| Costos Indirectos        |                | S/. 1,945.00  | S/. 1,945.00  | S/. 1,945.00  | S/. 1,945.00  | S/. 1,945.00  |
| UAI                      |                | S/. 30,233.35 | S/. 30,233.35 | S/. 30,233.35 | S/. 30,233.35 | S/. 30,233.35 |
| Impuestos                |                | S/. 5,442.00  | S/. 5,442.00  | S/. 5,442.00  | S/. 5,442.00  | S/. 5,442.00  |
| Flujo                    | S/. -19,337.50 | S/. 24,791.35 | S/. 24,791.35 | S/. 24,791.35 | S/. 24,791.35 | S/. 24,791.35 |

*Tabla 35 Proyección de costos adquisición del Dron para cultivo de uva*  
*Fuente: Elaboración Propia basado en Costos brindados por MINAGRI*

### Análisis de tabla

- El costo aproximado de mantenimiento del Dron por producción de topo es de S/.300.00. que representa el 4% del costo total de producción S/. 8,766.65
- Si el prototipo de Dron desarrollado se empleara solo en Cultivo de Uva considerando un topo, la inversión del desarrollo se recuperaría en la primera producción.

### Análisis del VAN

Tomando en cuenta la proyección se toma los flujos y la inversión se lleva todo al periodo inicial con la tasa de 16.5%, luego se realiza la suma de todos los valores como se muestra a continuación,

| Periodo    | Flujo          | Valor actual   |
|------------|----------------|----------------|
| 0          | S/. -19,337.50 | S/. -19,337.50 |
| 1          | S/. 24,791.35  | S/. 21,280.13  |
| 2          | S/. 24,791.35  | S/. 18,266.20  |
| 3          | S/. 24,791.35  | S/. 15,679.14  |
| 4          | S/. 24,791.35  | S/. 13,458.49  |
| 5          | S/. 24,791.35  | S/. 11,552.35  |
| <b>VAN</b> |                | S/. 60,898.82  |

*Tabla 36 Calculo VAN adquisición del Dron para cultivo de uva  
Fuente: Elaboración Propia*

- Se genera un valor actual neto o VAN de S/. 60,898.82; es decir que tomando en cuenta la inversión, los ingresos y egresos futuros llevados al periodo inicial o actual se genera una ganancia de S/. 60,898.82.

### Análisis de la TIR

Esta herramienta permite analizar la rentabilidad de una inversión, tomando en cuenta el cálculo realizado del VAN con la tasa de 16.5%, se debe buscar aquella tasa en la cual el VAN se vuelve S/. 0, es decir la tasa con la cual se logra el equilibrio sin pérdidas o ganancias, en este caso se proyectó valores actuales netos de 0% hasta el 100%, luego se interpola con los datos más próximos al requerido, obteniendo lo siguiente,

| Tasa    | VAN            |  |  |
|---------|----------------|--|--|
| 130.00% | -S/. 563.52    |  |  |
| 120.00% | S/. 921.08     |  |  |
| 110.00% | S/. 2,648.25   |  |  |
| 100.00% | S/. 4,679.12   |  |  |
| 90.00%  | S/. 7,095.97   |  |  |
| 80.00%  | S/. 10,011.67  |  |  |
| 70.00%  | S/. 13,584.36  |  |  |
| 60.00%  | S/. 18,040.93  |  |  |
| 50.00%  | S/. 23,715.79  |  |  |
| 40.00%  | S/. 31,116.95  |  |  |
| 30.00%  | S/. 41,043.55  |  |  |
| 20.00%  | S/. 54,803.80  |  |  |
| 16.50%  | S/. 60,898.82  |  |  |
| 10.00%  | S/. 74,641.21  |  |  |
| 0.00%   | S/. 104,619.24 |  |  |

| INTERPOLACION |             |
|---------------|-------------|
| 130.00%       | -S/. 563.52 |
| 126.20%       | S/. 0.00    |
| 120.00%       | S/. 921.08  |

*Tabla 37 Calculo TIR adquisición del Dron para cultivo de uva*  
*Fuente: Elaboración Propia*

- Al culminar el proceso mencionado se calculó una TIR o Tasa interna de retorno de 126% para cultivo de quinua, indicando que la utilidad o rentabilidad es del 110 % sobre el costo pagado al banco.

### ***Dron (considerando alquiler)***

Esta proyección es válida para los campos de prueba 1 y 2.

Considerando el alquiler del prototipo.

| Produccion             | Primera       | Segunda       | Tercera       | Cuarta        | Quinta        |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Ingresos               | S/. 39,000.00 | S/. 39,000.00 | S/. 39,000.00 | S/. 39,000.00 | S/. 39,000.00 |
| Costos Directos        | S/. 6,971.65  | S/. 6,971.65  | S/. 6,971.65  | S/. 6,971.65  | S/. 6,971.65  |
| Mano de Obra           | S/. 2,238.11  | S/. 2,238.11  | S/. 2,238.11  | S/. 2,238.11  | S/. 2,238.11  |
| Preparacion Terreno    | S/. 940.00    | S/. 940.00    | S/. 940.00    | S/. 940.00    | S/. 940.00    |
| Siembra                | S/. 455.06    | S/. 455.06    | S/. 455.06    | S/. 455.06    | S/. 455.06    |
| Labores Culturales     | S/. 424.05    | S/. 424.05    | S/. 424.05    | S/. 424.05    | S/. 424.05    |
| Cosecha                | S/. 419.00    | S/. 419.00    | S/. 419.00    | S/. 419.00    | S/. 419.00    |
| Intrumentos agricolas  | S/. 1,190.00  | S/. 1,190.00  | S/. 1,190.00  | S/. 1,190.00  | S/. 1,190.00  |
| Insumos                | S/. 2,793.79  | S/. 2,793.79  | S/. 2,793.79  | S/. 2,793.79  | S/. 2,793.79  |
| Semillas               | S/. 1,516.00  | S/. 1,516.00  | S/. 1,516.00  | S/. 1,516.00  | S/. 1,516.00  |
| Abonos y fertilizantes | S/. 758.00    | S/. 758.00    | S/. 758.00    | S/. 758.00    | S/. 758.00    |
| Agroquimicos           | S/. 519.79    | S/. 519.79    | S/. 519.79    | S/. 519.79    | S/. 519.79    |
| Alquiler DRON          | S/. 450.00    | S/. 450.00    | S/. 450.00    | S/. 450.00    | S/. 450.00    |
| Agua                   | S/. 82.89     | S/. 82.89     | S/. 82.89     | S/. 82.89     | S/. 82.89     |
| Otros costos Directos  | S/. 216.86    | S/. 216.86    | S/. 216.86    | S/. 216.86    | S/. 216.86    |
| Costos Indirectos      | S/. 1,945.00  | S/. 1,945.00  | S/. 1,945.00  | S/. 1,945.00  | S/. 1,945.00  |
| UAI                    | S/. 30,083.35 | S/. 30,083.35 | S/. 30,083.35 | S/. 30,083.35 | S/. 30,083.35 |
| Impuestos              | S/. 5,415.00  | S/. 5,415.00  | S/. 5,415.00  | S/. 5,415.00  | S/. 5,415.00  |
| Flujo                  | S/. 24,668.35 | S/. 24,668.35 | S/. 24,668.35 | S/. 24,668.35 | S/. 24,668.35 |

*Tabla 38 Proyección de costos alquiler de Dron para cultivo de uva*  
*Fuente: Elaboración Propia basado en Costos brindados por*

MINAGRI

### **Análisis de tabla**

- El costo de alquiler del Dron prototipo por producción de topo es de S/.450.00. que representa el 5% del costo total de producción S/. 8916.65.

## Análisis del VAN

Tomando en cuenta la proyección se toma los flujos se lleva todo al periodo inicial con la tasa de 16.5%, luego se realiza la suma de todos los valores como se muestra a continuación,

| Periodo    | Flujo         | Valor actual  |
|------------|---------------|---------------|
| 0          | S/. -         | S/. -         |
| 1          | S/. 24,668.35 | S/. 21,174.55 |
| 2          | S/. 24,668.35 | S/. 18,175.58 |
| 3          | S/. 24,668.35 | S/. 15,601.35 |
| 4          | S/. 24,668.35 | S/. 13,391.72 |
| 5          | S/. 24,668.35 | S/. 11,495.04 |
| <b>VAN</b> |               | S/. 79,838.23 |

*Tabla 39 Calculo VAN alquiler del Dron para cultivo de uva*

*Fuente: Elaboración Propia*

- Se genera un valor actual neto o VAN de S/. 79,838.23.; es decir que tomando en cuenta la inversión, los ingresos y egresos futuros llevados al periodo inicial o actual se genera una ganancia de S/. 79,838.23.

### 6.1.2. ANÁLISIS GLOBAL DE COSTOS

| Cultivo | Indicador                            | Compra Dron   | Alquiler Dron | Aspersor de mochila | Aspersor motorizada de tractor |
|---------|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------------|--------------------------------|
| Quinua  | Costo total por producción (S/.)     | S/. 2,577.44  | S/. 2,627.44  | S/. 2,777.44        | -                              |
|         | VAN (S/.)                            | S/. 28,257.90 | S/. 47,462.70 | S/. 47,064.62       | -                              |
|         | Periodo de recuperación (nro. Prod.) | 2             | -             | -                   | -                              |
| Uva     | Costo total por producción (S/.)     | S/. 8,766.65  | S/. 8,916.65  | -                   | S/. 9,966.65                   |
|         | VAN (S/.)                            | S/. 60,898.82 | S/. 79,838.23 | -                   | S/. 77,051.64                  |
|         | Periodo de recuperación (nro. Prod.) | 1             | -             | -                   | -                              |

*Tabla 40 Resumen de Costos por cultivo*  
*Fuente: Elaboración Propia*

Análisis de tabla

- En el cultivo de la quinua los costos de producción empleando la aspersora de mochila genera costo de S/. 2,777.44 mucho mayor que ambas opciones del Dron prototipo que tienen un costo de S/. 2,627.44 considerando el alquiler y de S/. 2,577.44 considerando la adquisición, lo que representa una reducción del 10% tomando la alternativa más económica. Además de recuperar la inversión en dos producciones del campo.
- En el cultivo de la uva los costos de producción empleando la Aspersora motorizada de tractor genera costo de S/. 9,966.65 mucho mayor que ambas opciones del Dron prototipo que tienen un costo de S/. 8,916.65 considerando el alquiler y de S/. 8,766.65 considerando la adquisición, lo que representa una reducción del

10% tomando la alternativa más económica. Además de recuperar la inversión en una producción del campo.

## 6.2. TIEMPO

Para este indicador se consideró el tiempo que le tomo a cada equipo la aplicación de los campos de prueba.

| Campo de Prueba | Tiempo prototipo Dron (min) | Tiempo aspersora de mochila (min) | Tiempo aspersora motorizada de tractor (min) |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|
| <i>Campo 1</i>  | 6.40                        | 100                               | -                                            |
| <i>Campo 2</i>  | 7.10                        | 120                               | -                                            |
| <i>Campo 3</i>  | 6.30                        | -                                 | 90                                           |
| <i>Campo 4</i>  | 6.25                        | -                                 | 95                                           |

*Tabla 41 Tiempos Campos de Prueba*  
*Fuente: Elaboración Propia*

Análisis de tabla

- En los campos de prueba 1 y 2 el tiempo más corto es el empleado por el prototipo de Dron desarrollado con 6.4 y 7.1 minutos respectivamente.
- En el campo de prueba 3 el tiempo más corto de aplicación lo realizo la por el prototipo de Dron desarrollado con 6.3 minutos.
- En el campo de prueba 4 el tiempo más corto de aplicación lo realizo el Dron prototipo con 6.25 minutos.

Tomando en cuenta el tiempo de aplicación para una hectárea de cultivo con 3 cilindros a aplicar se realizó el siguiente análisis.

| Hectárea de Cultivo | Tiempo proyectado prototipo Dron (min) | Tiempo proyectado aspersora de mochila (min) | Tiempo proyectado aspersora motorizada de tractor (min) |
|---------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Quinoa              | 30                                     | 320                                          | -                                                       |
| Uva                 | 35                                     | -                                            | 275                                                     |

*Tabla 42 Tiempos Proyectados para cultivos por hectárea*

*Fuente: Elaboración Propia*

Análisis de tabla

- El tiempo proyectado más corto es el realizado por el prototipo de Dron para el cultivo de quinua de 30 minutos por hectárea.
- El tiempo proyectado más largo es el realizado por la aspersora de mochila para el cultivo de quinua de 320 minutos por hectárea.

### **6.3. UNIFORMIDAD DE APLICACION**

Para este indicador se consideró el estándar mínimo de cobertura según marco teórico siendo 3 datos comparados por campo de prueba.

| Campo de Prueba | Estandar minimo de cobertura (g/cm2) | Promedio efectividad prototipo Dron (g/cm2) | Representacion del estandar (%) | Promedio efectividad aspersora de mochila (g/cm2) | Representacion del estandar (%) | Promedio efectividad Aspersora motorizada de tractor (g/cm2) | Representacion del estandar (%) |
|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Campo 1         | 100                                  | 103.96                                      | 104%                            | 141.22                                            | 141%                            | -                                                            | -                               |
| Campo 2         | 100                                  | 119.85                                      | 120%                            | 46.99                                             | 47%                             | -                                                            | -                               |
| Campo 3         | 100                                  | 52.42                                       | 52%                             | -                                                 | -                               | 160.7                                                        | 161%                            |
| Campo 4         | 100                                  | 98.22                                       | 98%                             | -                                                 | -                               | 141.05                                                       | 141%                            |

*Tabla 43 Comparación de cobertura por campo de prueba*

*Fuente: Elaboración Propia*

#### Análisis de tabla

- En el campo de prueba 1 todos los equipos superaron el estándar mínimo de aplicación para eliminar las plagas. Sin embargo, el equipo que lo realizó más efectivamente fue la aspersora de mochila con 141.22 g/cm<sup>2</sup>.
- En el campo de prueba 2 solo un equipo logró superar el estándar mínimo de aplicación para eliminar las plagas, lo hizo el prototipo Dron con 119.85 g/cm<sup>2</sup> de efectividad.
- En el campo de prueba 3 solo un equipo logró superar el estándar mínimo de aplicación para eliminar las plagas, lo hizo la aspersora motorizada de tractor con 160.7 g/cm<sup>2</sup> de efectividad.

- En el campo de prueba 4 solo un equipo logro superar el estándar mínimo de aplicación para eliminar las plagas, lo hizo la aspersora motorizada de tractor con 141.05 g/cm<sup>2</sup> de efectividad.

#### 6.4. CAPACIDAD

Para este indicador se realizó un cuadro comparativo por equipo tomando en cuenta también el número de veces que se realizó recarga del mismo, considerando el estándar de cilindro de mezcla, el cuadro mencionado se muestra a continuación:

| Equipo aplicador de agroquímicos       | Capacidad de carga equipo (litros) | Numero de recargas cilindro 200 lt. | Numero de recargas por hectárea empleando 3 cilindros de 200 lt. |
|----------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <i>Prototipo Dron</i>                  | 15                                 | 1                                   | 1                                                                |
| <i>Aspersora motorizada de tractor</i> | 800                                | 1                                   | 1                                                                |
| <i>Aspersora de mochila</i>            | 25                                 | 8                                   | 24                                                               |

*Tabla 44 Comparación de cobertura por campo de prueba  
Fuente: Elaboración Propia*

#### Análisis de tabla

- El equipo que más número de veces de recarga requiere es la Aspersora de mochila 8 veces por topo y 24 veces por hectárea tomando en cuenta que su capacidad es de tan solo 15 litros.

- Los equipos que menos número de veces de recarga requieren son la aspersora motorizada de tractor y el prototipo Dron 1 vez por topo y para hectárea.

### 6.5. MANO DE OBRA

Para esta variable se está considerando la mano de obra requerida para cada equipo aplicador relacionado con el costo lo cual se verifico a lo largo del desarrollo de las pruebas.

| Equipo aplicador de agroquímicos       | Mano de obra requerida por topo (personas) | Mano de obra requerida por hectárea (personas) |
|----------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <i>Prototipo Dron</i>                  | 2                                          | 2                                              |
| <i>Aspersora motorizada de tractor</i> | 2                                          | 3                                              |
| <i>Aspersora de mochila</i>            | 3                                          | 6                                              |

*Tabla 45 Comparación de Mano de Obra Requerida*  
*Fuente: Elaboración Propia*

Análisis de tabla

- El equipo que menos mano de obra requiere es el Dron prototipo desarrollado requiriendo de 2 personas para su funcionamiento, uno encargado de su programación como supervisión y otro para el realizado correcto de la mezcla de agroquímicos a aplicar a cultivo.

## 6.6. EVALUACIÓN GLOBAL

La evaluación global se realizó empleando los criterios importantes mencionados en la encuesta a los cuales se les brindo una valoración según su importancia ligada con un puntaje otorgado a cada equipo evaluado de la siguiente manera:

0 = *Malo/Peor*

1 = *Admisible/Regular*

2 = *Bueno/Excelente*



| Criterios de Evaluación                                 | Valoración | Cultivo de Quinua |            |                      |            | Cultivo de Uva |            |                                 |            |
|---------------------------------------------------------|------------|-------------------|------------|----------------------|------------|----------------|------------|---------------------------------|------------|
|                                                         |            | Prototipo Dron    |            | Aspersora de mochila |            | Prototipo Dron |            | Aspersora motorizada de tractor |            |
|                                                         |            | Puntaje           | Total      | Puntaje              | Total      | Puntaje        | Total      | Puntaje                         | Total      |
| 0. Cobertura efectiva del equipo                        | 60         | 2                 | 120        | 1                    | 60         | 0              | 0          | 2                               | 120        |
| 1. El costo de alquiler de los equipos.                 | 50         | 2                 | 100        | 1                    | 50         | 2              | 100        | 0                               | 0          |
| 2. La mano de obra requerida para el manejo del equipo. | 40         | 2                 | 80         | 1                    | 40         | 2              | 80         | 2                               | 80         |
| 3. El tiempo que le toma al equipo la aplicación.       | 30         | 2                 | 60         | 1                    | 30         | 0              | 0          | 1                               | 30         |
| 4. La capacidad del equipo para cargar la mezcla.       | 20         | 0                 | 0          | 1                    | 20         | 0              | 0          | 2                               | 40         |
| 5. El tipo de combustible que emplea el equipo.         | 10         | 2                 | 20         | 1                    | 10         | 2              | 20         | 1                               | 10         |
| <b>Puntaje total</b>                                    |            |                   | <b>380</b> |                      | <b>210</b> |                | <b>200</b> |                                 | <b>280</b> |

Tabla 46 Evaluación Global  
Fuente: Elaboración Propia

#### **6.6.1. ANALISIS EVALUACIÓN GLOBAL**

- El equipo más efectivo para la aplicación de agroquímicos para el cultivo de quinua es el prototipo Dron desarrollado con un puntaje de 320 puntos sobre 420, siendo su peor atributo su capacidad de carga.
- El equipo más efectivo para la aplicación de agroquímicos para el cultivo de uva es la Aspersora motorizada de tractor con un puntaje de 310 puntos sobre 420, siendo su peor atributo el costo de alquiler.

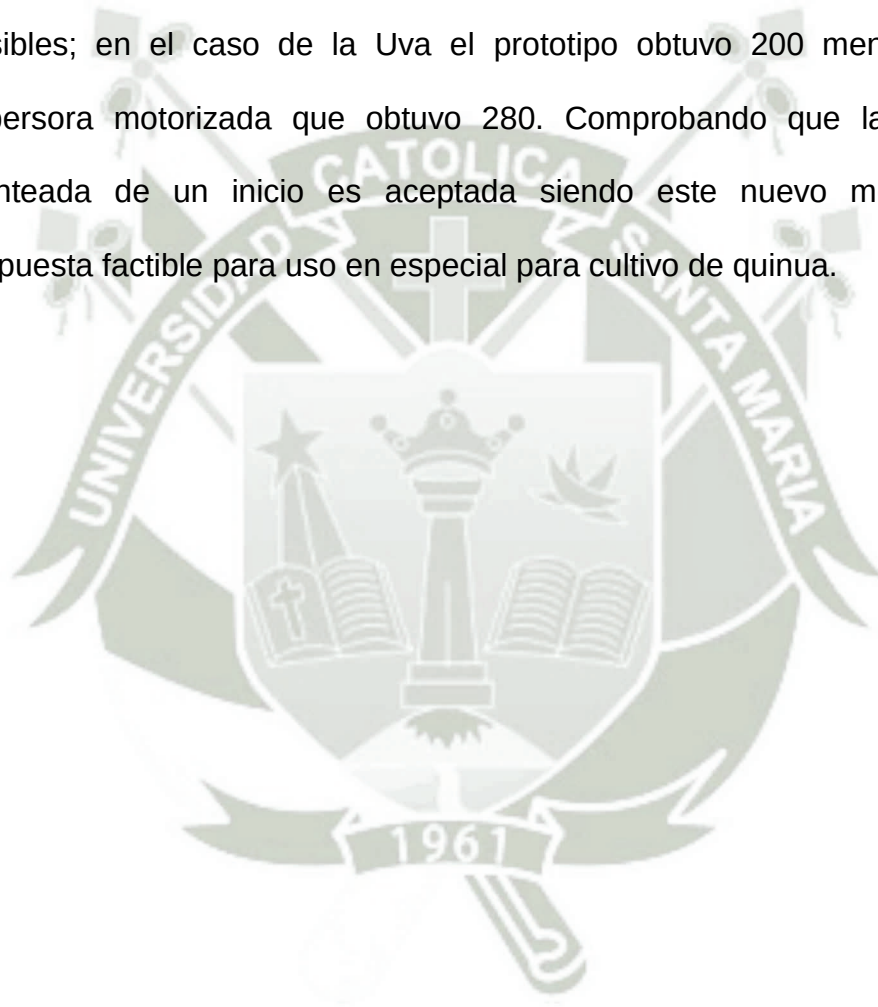


## CONCLUSIONES

- ❖ Se realizó un diagnostico actual de la aplicación de agroquímicos en donde se determinó que los equipos más empleados son la aspersora de mochila para el cultivo de la quinua cuya enfermedad más común es el hongo Mildium y la aspersora motorizada de tractor para el cultivo de la uva con la plaga de la filoxera.
- ❖ En el caso de la aspersora de mochila tiene un costo de alquiler de 30 soles por cilindro de mezcla que le toma un tiempo 100 minutos cuenta con una capacidad para 25 litros en promedio y requiere de tres personas para su funcionamiento en un topo. Para el caso de la aspersora motorizada de tractor el costo de alquiler es de 50 soles por cilindro de mezcla que le toma 90 minutos, cuenta con una capacidad de 800 litros y requiere de dos personas para su funcionamiento en un topo.
- ❖ En las pruebas desarrolladas se comprobó que el prototipo DRON logra una uniformidad de aplicación en promedio de 111.91 g/cm<sup>2</sup> mayor que la lograda por la aspersora de mochila 94.11 g/cm<sup>2</sup> en el cultivo de quinua. En el caso de cultivo de la uva la aspersora motorizada del tractor logro una uniformidad promedio de 150.88 g/cm<sup>2</sup> mayor que el promedio del prototipo que fue 75.35 g/cm<sup>2</sup>.
- ❖ El Dron prototipo tendrá un costo proyectado de 15 soles por topo de aplicación recorriendo el mismo en tan solo 7 minutos promedio cuenta con una capacidad real de cerca de 10 litros y requerirá de dos personas para su funcionamiento en forma de supervisión. Su uso puede lograr una

reducción de cerca del 10% del costo de producción normal de cultivos de quinua o uva.

- ❖ Tomando en cuenta la uniformidad de aplicación lograda en pruebas de campo y factores de relevancia obtenidos en capítulos iniciales se realizó una evaluación ponderada en la para el cultivo de la Quinua el Dron obtuvo 380 puntos mayor que la aspersora que obtuvo tan solo 210 de 420 posibles; en el caso de la Uva el prototipo obtuvo 200 menos que la aspersora motorizada que obtuvo 280. Comprobando que la hipótesis planteada de un inicio es aceptada siendo este nuevo método una propuesta factible para uso en especial para cultivo de quinua.



## RECOMENDACIONES

- Se puede realizar un estudio mas a detalle para los equipos de moto fumigadora estacionaria como la reaccionaria que podrían complementar el análisis realizado a lo largo de este trabajo de investigación.
- Existen muchos más cultivos además de la uva y la quinua que podrían emplear el Dron desarrollado como el tomate, el maíz y la cebolla en los cuales se podría realizar pruebas y determinar la viabilidad de su uso en los mismos.
- El Dron prototipo tiene muchas mejoras por realizar a futuro se busca integrar de manera automática el sistema rociador que tiene actualmente de manera que se pueda abrir y cerrar de forma automática de un control a distancia además de agregarle 2 boquillas más para brindar una mayor amplitud de cobertura.
- El mantenimiento del Dron prototipo debe ser preventivo en todo momento debido a que un accidente con el mismo implicaría la sustitución de partes del equipo que no son de muy fácil accesibilidad debido al costo.
- Una investigación que aportaría mucho a la presente seria la eficacia del prototipo para cumplir una meta en un periodo de tiempo en un campo de cultivo en el tiempo.

## BIBLIOGRAFIA

- SENASA. (2015). *senasa.gob.pe*. Obtenido de *senasa.gob.pe*:  
<http://www.senasa.gob.pe/senasa/que-es-senasa/>
- 3D Robotics, Inc. (2015). *IRIS+ Operation Manual vH*. Berkeley, CA: 3D Robotics, Inc.
- Antalien Holding. (2016). *Antalien.net*. Obtenido de Antalien Holding Web site:  
<http://www.antalien.net/modulos/productos/archivos/ccbb28983170647fe79a7a932f322b83.pdf>
- ArduPilot Dev Team. (2016). Obtenido de ArduPilot Organization:  
<http://ardupilot.org/planner/docs/mission-planner-overview.html>
- Arias Osorio, J., & Reyes Pita. (2009). *PROGRAMACION BINARIA APLICADA A SISTEMAS DE RUTAS DE RECOLECCION DE RESIDUOS*. Cordoba, Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Chávez Gama, W., Arata Pozzuoli, A., & Quispe Ordóñez, R. (2004). *Control de Plagas y Enfermedades en el Cultivo de la Vid*. Arequipa: desco - Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo.
- CreceNegocios. (2014). *El VAN y el TIR*. Obtenido de CreceNegocios:  
<https://www.crecenegocios.com/el-van-y-el-tir/>
- Delgado Monroy, F. (2017). *PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTION ADMINISTRATIVA PARA LA REDUCCION DE COSTOS EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL EN AREQUIPA 2017*.
- Diccionario de la Real Academia Española*. (2014). Madrid: Felipe IV.
- Dirección General de Aeronáutica Civil de Perú. (2015). *NORMA TÉCNICA COMPLEMENTARIA*. LIMA: Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú.
- DuPont. (2018). *content/dam/dupont/products-and-services/crop-protection/documents/es\_es/LANNATE-20*. Obtenido de DuPont Web site:  
[http://www.dupont.es/content/dam/dupont/products-and-services/crop-protection/documents/es\\_es/LANNATE-20-L\\_SDS-CLP\\_20170801\\_V4.0\\_ES.pdf](http://www.dupont.es/content/dam/dupont/products-and-services/crop-protection/documents/es_es/LANNATE-20-L_SDS-CLP_20170801_V4.0_ES.pdf)
- Economipedia. (2017). *Tasa Interna de Retorno (TIR)*. Obtenido de Economipedia:  
<http://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>
- Equipo de Definición. ABC. (2017). *Definición de Encuesta*. Obtenido de Definición. ABC: <http://www.definicionabc.com/comunicacion/encuesta.php>
- Equipo de Redacción de Concepto.de. . (17 de 07 de 2018). *Concepto de Diagrama*. Obtenido de Concepto.de. : <https://concepto.de/diagrama/#ixzz5LWavnoVW>
- Equipo de StainMaster Arg. (2017). *Principal StainMaster Arg*. Obtenido de StainMaster Arg.: <http://www.stainmaster.com.ar/principal.htm>
- G. de la Torre, G., A. Ramallo, M., & Cervantes, E. (2016). *PERCEPCION DE LA CARGA EN EL VUELO DE SIMULACION DE ENTRENAMIENTO DE VEHICULOS AEREOS NO TRIPULADOS. SCOPUS*.
- Gestión de Operaciones. (2017). *Que es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama Causa Efecto*. Recuperado el Febrero de 2018, de Gestión de Operaciones:  
<https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>
- Gómez Pando, L., & Aguilar Castellanos, E. (2016). *Guía de cultivo de la quinua*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

- LANAFIL SA. (2017). *AGRO/PRODUCTOS/INSECTICIDAS*. Obtenido de LANAFIL:  
<http://www.lanafil.com/agro/productos/insecticidas>
- Matarrita Díaz, L., Chavarría Castro, P., & Zamora Ulloa, R. (2010). *MANUAL PARA APLICADORES Y AGRICULTORES EN BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO DE PLAGUICIDAS/MIP*. Costa Rica: Fundación Limpiemos Nuestros Campos, CropLife Latin America .
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú. (2018). *Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú*. Obtenido de Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú Web site: <http://www.mtc.gob.pe/nosotros/index.html>
- OACI. (2011). *Organizacion de Aviación Civil Internacional*. Obtenido de Organizacion de Aviación Civil Internacional: [https://www.icao.int/about-icao/Pages/ES/default\\_ES.aspx](https://www.icao.int/about-icao/Pages/ES/default_ES.aspx)
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2018). Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) Web site: <http://www.fao.org/unfao/procurement/general-information/es/>
- Ortiz Cañavate, J. (2012). *LAS MÁQUINAS AGRÍCOLAS Y SU APLICACIÓN (7ª Edición actualizada y ampliada)*. Madrid, España: AMV EDICIONES.
- Oxford University Press. (2017). *Definicion Mejora*. Obtenido de Oxford Living Dictionaries: <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/mejora>
- Paredes Villanueva, J., & Yapó Carpio, M. Á. (Noviembre de 2017). (C. Mejía Cárdenas, Entrevistador)
- Pérez Porto, J. (2008). *Definicion de Costo*. Obtenido de Definicion.de: <https://definicion.de/costo/>
- Pérez Porto, J. (2012). *Definición de Entrevista*. Obtenido de Definicion.de: <http://definicion.de/entrevista/>
- Peruinfo.pe Portal de Perú. (2018). *Peruinfo.pe*. Obtenido de Peruinfo.pe: <http://peruinfo.pe/estado-gobierno/798-ministerios-peru/ministerio-de-agricultura/498-ministerio-de-agricultura.html>
- Programa Subsectorial de Irrigaciones, MINAGRI. (2018). */docs/%5Cbiblioteca%5Chojas%5Cuva\_de\_mesa*. Obtenido de PSI, MINAGRI: [http://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Chojas%5Cuva\\_de\\_mesa.pdf](http://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Chojas%5Cuva_de_mesa.pdf)
- R. Leiva, F. (1990). *Agronomía Colombiana, Volumen 7*. Bogota: Universidad Nacional de Colombia.
- Rabanal Carretero, D. Z. (2011). *Integración de un sistema UAV con control autónomo en un equipo aéreo para agricultura de precisión*. Lima, Peru: PUCP.
- Rainer, D. (2015). *REGLAS, REGULACIONES Y CODIGOS PARA VEHICULOS AEREOS NO TRIPULADOS (DRONES), NGAT, UAS. SCOPUS*.
- Romero, E., & Contreras, C. (2006). *Historia economica del Peru* . Lima, Peru: UNMSM.
- Sinnaps. (2016). *DIFERENCIA ENTRE PROCESO Y PROCEDIMIENTO*. Obtenido de Sinnaps: <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/diferencia-proceso-procedimiento>
- Sistema Integrado de Estadística Agraria, MINAGRI. (2018). */siea/sites/default/files/CP-QUINUA-AREQUIPA*. Obtenido de Sistema Integrado de Estadística Agraria, MINAGRI Web site: <http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/files/CP-QUINUA-AREQUIPA.pdf>

- Sociedad Eléctrica de Arequipa Ltda. . (11 de Noviembre de 2017). *SEAL Publicaciones*.  
Obtenido de SEAL Web site: <http://www.seal.com.pe/TarifasSeal/04-11-2017%20Publicaci%C3%B3n%20Pliego%20Tarifario%20%20009-2017%20y%20Costos.pdf>
- SYNGENTA. (2015). *agricola/proteccion-de-cultivos/insecticida-acaricida/vertimec*.  
Obtenido de Tecnología Química y Comercio S.A. Web site:  
<http://www.tqc.com.pe/imagenes/descargas/278-tqc.pdf>
- Tabuchi Fukuhara, R. T. (2015). *Diseño de un Vehículo Aéreo no Tripulado de cuatro rotores*. Lima, Peru: PUCP.
- Valente, J., Del Cerro, J., Barrientos, A., & Sanz, D. (2013). OPTIMIZACION DE LA COBERTURA AEREA PRECISA PARA LA GESTION AGRICULTORA, INSPIRADO EN UN ENFOQUE DE ARMONIA MUSICAL. SCOPUS.
- Wigodski, J. (2010). *Población y muestra*. Obtenido de [metodologiaeninvestigacion.blogspot.com](http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com):  
<http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.pe/2010/07/poblacion-y-muestra.html>





**ANEXOS**

## ANEXO 1 AUTORIZACION USO PROTOTIPO

**AGROUNIMEX SA**  
*Unidos para producir mejor...*



### AUTORIZACION

Mediante el presente documento YO Ing. JUSTO FERNANDO PAREDES VILLANUEVA representante de la empresa AGROUNIMEX S.A se autoriza al sr. CARLOS FERNANDO MEJIA CARDENAS con DNI 70007545 a realizar el proyecto de investigación (tesis) titulado "PROPUESTA DE MEJORA DE APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS MEDIANTE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS (DRONES) EN LA IRRIGACIÓN DE MAJES" con nuestro equipo prototipo de Dron desarrollado en el proyecto titulado "VEHICULOS AEREOS NO TRIPULADOS (DRONE) DE BAJO COSTO, PARA APLICACIÓN DE AGROQUIMICOS EN CULTIVOS DE AGROEXPORTACION EN LA IRRIGACION MAJES" con contrato 212PNIC-PITEI 2015 financiado por INNOVATE PERU del cual fuimos partícipes, en la cual él tuvo participación en lo mencionado a continuación,

- Evaluación del funcionamiento del prototipo.
- Apoyo en el desarrollo del prototipo.
- Participación en la evaluación de uniformidad de aplicación del equipo.
- Desarrollo de guía de uso y mantenimiento del prototipo.
- Capacitación del personal para uso del prototipo Dron.
- Soporte en presentación final a socios de AGROUNIMEX S.A.

Se expide la presente autorización a solicitud del interesado y para los fines que estime conveniente.

Majes, 23 de junio de 2018



JUSTO FERNANDO PAREDES VILLANUEVA  
Gerente AGROUNIMEX S.A

Dirección Asentamiento E-2 Mza I lote 7 Majes Caylloma Arequipa RUC 20456132082  
RPM #966006844 #966006826

## ANEXO 2 ENTREVISTAS

### ENTREVISTA MIGUEL YAPO

Carlos: Buenos días me encuentro con el ingeniero agrónomo y empresario de la zona de Irrigación de Majes en el Pedregal, el señor Miguel Yapo

Miguel: Buenos días

C: Para empezar, quisiera que nos contara sobre AGROUNIMEX ¿cuántas hectáreas recopilan entre todos sus socios y que es lo que cultivan?

M: Bueno Agrounimex tiene cerca de 900 hectáreas de cultivos encontradas cerca a los asentamientos E1 y E2 entre sus 75 socios en las cuales se cultiva quinua, uva, tomate, maíz, cebolla principalmente, entre otros.

C: Bastante extensión y aproximadamente ¿qué porcentaje considera usted de los socios de Agrounimex ha cultivado o tiene conocimiento sobre el cultivo de uva o quinua?

M: Aproximadamente estimo que cerca del 45% de los socios ha cultivado uva, en el caso de la quinua estimo es cerca del 48%

C: Cerca de la mitad de los socios que interesante, bueno que nos puedes comentar de los equipos aplicadores, ¿Qué equipos en la actualidad son empleados para la aplicación de agroquímicos en el cultivo de la quinua y uva?

M: En el caso de la quinua el equipo mas empleado es la moto fumigadora de mochila, también a veces se emplea la moto fumigadora estacionaria y rara vez la moto fumigadora reaccionaria. Para la uva es prevalece casi siempre la fumigadora de turbo de tractor, otros equipos empleados son la moto fumigadora estacionaria y la moto fumigadora de mochila.

C: Cuentan con varias alternativas en el caso de la quinua por lo visto y ¿cuál es el costo de alquiler y mano de obra requerida de los equipos empleados actualmente para la aplicación de agroquímicos en el cultivo de quinua y en el caso de la uva?

M: El costo se maneja por topo de aplicación, para el caso de la moto fumigadora de mochila se requiere de 3 personas y el costo es de S/. 30; para el caso de la moto fumigadora estacionarias requiere 2 personas siendo su costo de S/.35 y para fumigadora turbo de tractor se requiere de 2 personas con un costo de S/. 50.

C: Me parece interesante ¿Cuáles son las plagas o enfermedades más comunes que afectan a ambos cultivos?

M: Para la quinua las enfermedades más comunes son el hongo Mildium, la Pobreumbre marrón del tallo, gusanos, chinches, entre otros. En el caso de la uva las enfermedades más comunes son la filoxera, araña roja, oídio, entre otros.

C: ¿Cuántas aplicaciones requieren un topo de cultivo de quinua para una producción y en el caso de la uva?

M: Para la quinua generalmente son 10 aplicaciones por producción y en el caso de la uva son aproximadamente 30 aplicaciones por producción.

C: Muchas gracias Miguel por tu tiempo y apoyo.

M: No fue nada

## ENTREVISTA JUSTO PAREDES

Carlos: Buenos días me encuentro con el presidente de Agrounimex y empresario de la zona de Irrigación de Majes en el Pedregal, el señor Justo Paredes.

Justo: Buenos días Carlos

C: Para empezar, quisiera que nos contara sobre AGROUNIMEX ¿cuántas hectáreas recopilan entre todos sus socios y que es lo que cultivan?

J: Agrounimex es una empresa dedicada a la producción de cultivos, asesoramiento de los mismos y venta de agroquímicos, cuenta con 75 socios tiene cerca de 850 hectáreas de cultivos encontradas cerca a los asentamientos E1 y E2 las cuales se cultiva quinua, uva, tomate, maíz, cebolla principalmente, entre otros.

C: No sabía que, también realizaba asesoramientos, bueno ¿qué porcentaje considera usted de los socios de Agrounimex ha cultivado o tiene conocimiento sobre el cultivo de uva o quinua?

J: Aproximadamente estimo que cerca del 55% de los socios ha cultivado uva, en el caso de la quinua estimo es cerca del 58%.

C: Mas de la mitad de los socios, bueno que nos puedes comentar de los equipos aplicadores, ¿Qué equipos en la actualidad son empleados para la aplicación de agroquímicos en el cultivo de la quinua y uva?

J: Actualmente el equipo más empleado es la aspersora de mochila para la quinua, a veces se emplea la aspersora de comprensión de aire y rara vez la moto fumigadora reaccionaria. En el caso de la uva es predominante la aspersora motorizada de tractor, a veces otros equipos empleados son la aspersora de comprensión de aire y la aspersora de mochila.

C: Note en la visita a campo que se alquilan estos equipos, ¿cuál es el costo de alquiler y mano de obra requerida de los equipos empleados actualmente para la aplicación de agroquímicos en el cultivo de quinua y en el caso de la uva?

J: Si de hecho todo es alquiler el costo se maneja por topo de aplicación, para el caso de la aspersora de mochila se requiere de 3 personas y el costo es de S/. 30; para el caso de la aspersora de comprensión de aire requiere 2 personas siendo su costo de S/.35 y para la aspersora motorizada de tractor se requiere de 2 personas con un costo de S/. 50.

C: Me parece interesante la predominancia de la aspersora motorizada de tractor a pesar del precio de alquiler, bueno ¿Cuáles son las plagas o enfermedades más comunes que afectan a ambos cultivos?

J: Para la quinua las enfermedades más comunes son el hongo Mildium, la Pobredumbre marrón del tallo, gusanos, chinches, entre otros. En el caso de la uva las enfermedades más comunes son la filoxera, araña roja, oídium, entre otros.

C: ¿Cuántas aplicaciones requieren un topo de cultivo de quinua para una producción y en el caso de la uva?

J: Para la quinua generalmente son 10 aplicaciones por producción y en el caso de la uva son aproximadamente 30 aplicaciones por producción.

C: Estuve investigando un poco más sobre estos cultivos y encontré que aproximadamente en la quinua se obtiene fruto a partir de los 3.5 meses y en la uva a partir de 1.5 años ¿es correcto? ¿Qué factores considera usted de relevancia para la elección de un equipo aplicador?

J: Si es correcto, bueno en mi opinión y lo que tomamos en cuenta aquí es en mi primer lugar el funcionamiento es decir que realice la aplicación correcta que permita una uniformidad de aplicación, luego el costo de alquiler del equipo, la capacidad de carga del equipo, la mano de obra requerida para su manejo, el tiempo que le toma la aplicación y el tipo de combustible que emplea.

C: Muchas gracias Sr. Justo por su apoyo y el tiempo brindado

J: No fue nada Carlos, gracias a ti.

## ANEXO 3 ENCUESTA

1.- ¿Tiene o ha realizado un Cultivo de Uva?

- ☐ Si  
☐ No

2.- ¿Tiene o ha realizado un Cultivo de Quinua?

- ☐ Si  
☐ No

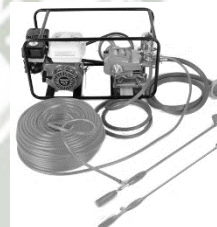
3.- ¿Ha empleado para la aplicación de agroquímicos la **aspersora de mochila** para el cultivo de quinua o uva?

- ☐ Si para uva  
☐ Si para quinua  
☐ Si para ambos  
☐ No



4.- ¿Ha empleado para la aplicación de agroquímicos la **aspersora de compresión de aire o de presión previa** para el cultivo de quinua o uva?

- ☐ Si para uva  
☐ Si para quinua  
☐ Si para ambos  
☐ No



5.- ¿Ha empleado para la aplicación de agroquímicos la **aspersora motorizada de tractor** para el cultivo de quinua o uva?

- ☐ Si para uva  
☐ Si para quinua  
☐ Si para ambos  
☐ No



6.- Considerando un tope de cultivo indique de 0 a 100 que tan efectivo es el uso de los equipos mencionados en los siguientes casos:

| <i>Cultivo de Quinua</i>                         |                                                  |                                                 |                                                                |                                                                |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <i>Casos</i>                                     | <i>Enfermedad</i>                                | <i>Efectividad<br/>Aspersora de<br/>mochila</i> | <i>Efectividad<br/>Aspersora de<br/>compresión de<br/>aire</i> | <i>Efectividad<br/>Aspersora<br/>motorizada de<br/>tractor</i> |
| Cultivo de quinua con un mes de desarrollo       | Contaminado por el hongo Mildium                 |                                                 |                                                                |                                                                |
| Cultivo de quinua con cuatro meses de desarrollo | Contaminado por la Pobre dumbre marrón del tallo |                                                 |                                                                |                                                                |

| <i>Cultivo de Uva</i>                 |                              |                                                 |                                                                |                                                                |
|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <i>Casos</i>                          | <i>Enfermedad</i>            | <i>Efectividad<br/>Aspersora de<br/>mochila</i> | <i>Efectividad<br/>Aspersora de<br/>compresión de<br/>aire</i> | <i>Efectividad<br/>Aspersora<br/>motorizada de<br/>tractor</i> |
| Uva (Vid) con dos años de desarrollo  | Contaminado por la Filoxera  |                                                 |                                                                |                                                                |
| Uva (Vid) con tres años de desarrollo | Contaminado por Arañita roja |                                                 |                                                                |                                                                |

7.- Indicar cual el precio de alquiler para el uso de los siguientes equipos considerando un tope de cultivo:

| <i>Equipo</i>              | <i>Aspersora de<br/>mochila</i> | <i>Aspersora de<br/>compresión de aire</i> | <i>Aspersora<br/>motorizada de<br/>tractor</i> |
|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Costo de alquiler por tope |                                 |                                            |                                                |

8.- A continuación, encontrara una lista de factores sobre la aplicación de agroquímicos indique a su criterio cual considera de mayor importancia a la hora de elegir el quipo a emplear para la aplicación, siendo 1 el más importante y el 5 el menos importante:

- \_\_\_ Capacidad del equipo para cargar la mezcla
- \_\_\_ El tipo de combustible que emplea el equipo
- \_\_\_ El costo del alquiler del equipo
- \_\_\_ La mano de obra requerida para el manejo del equipo
- \_\_\_ El tiempo que le toma al equipo la aplicación

*Fuente preguntas: Elaboración Propia*

*Fuente imágenes: Aspersora de mochila, tomada en campo; Aspersora de compresión de aire, <http://www.lasmalvinas.pe/comercial>; Aspersora motorizada de tractor, tomada en campo.*

## ANEXO 4 COTIZACIÓN DRON EN EL EXTERIOR

Cotizacion Dronesur - Distribuidor Autorizado de DJI AGRAS



El MG-1S solo puede ser operado cuando se compra de distribuidores autorizados de AGRAS. Por favor, compre el AGRAS MG-1S de un distribuidor autorizado de AGRAS, de lo contrario no podrá operar el MG-1S. Las garantías de fábrica sólo se ofrecerán cuando sean adquiridas de distribuidores autorizados de AGRAS. La distribución DJI AGRAS es totalmente independiente y no se realiza a través de los dealers de productos de consumo de DJI.

MEXICO - DRONESUR S.R.L. de C.V. Homero #203 Piso 10, Oficina 01, CDMX  
COLOMBIA - DRONESUR S.A.S. Calle 90 # 12 - 28 Piso 2 V2486, Bogotá  
PERU - DRONESUR S.A.C. Calle German Schreiber Gulesmanco 276, San Isidro

ECUADOR - DRONESUR S.A. Ciudadela Guayaquil, Calle 8A Segundo callejon  
CHILE - Proximamente  
ARGENTINA - Proximamente

Ship To Name AGROUNIMEX S.A.  
Ship To Majes, Arequipa  
Peru  
Bill To Majes, Arequipa  
Peru  
Prepared By Lucas Gomez  
Email support@dronesur.net

Quote Number 00017187  
Terms : FOB Origin  
Contact Name Lorenzo Chapi Gomez  
Email dian\_clefe@hotmail.com  
Phone 51 961997364

| Product                     | Sales Price | Quantity | Subtotal    | Total Price |
|-----------------------------|-------------|----------|-------------|-------------|
| Bateria MG-12000S           | \$499.00    | 8.00     | \$3,992.00  | \$3,992.00  |
| MG-Intelligent Charging Hub | \$699.00    | 2.00     | \$1,398.00  | \$1,398.00  |
| Sistema de Fumigacion UAV   | \$12,994.00 | 1.00     | \$12,994.00 | \$12,994.00 |

Agrodrona Fuimigador, Sistema/Kit Standard Incluye:

- AGRAS MG-1S x 1
- Sistema de Pulverizacion x 1
- Bateria Inteligente MG-12000S x 4
- Cargador Inteligente MG-1S x 1
- Controlador con Monitor Crystal Sky x 1
- Cordon de Soporte para el Control Remoto x 1
- Cargador Control Remoto x 1
- Sistema de Planificacion de Operaciones Inteligente
- Plataforma de Gestion de Agricultura
- Set de Helices Adicionales
- Entrenamiento
- Soporte Tecnico

No incluye los derechos de aduana o valor de envio

Subtotal \$18,384.00  
Grand Total \$18,384.00

Advertencia: Esta cotización puede contener datos técnicos cuya exportación está restringida por la Ley de Control de Exportación de Armas y / o la Ley de Administraciones de Exportación de 1979. Por consiguiente, dichos datos técnicos no pueden exportarse a una Persona Extranjera, según se define en 8 USC 1101 ) (20), ya sea en los Estados Unidos o en el extranjero, sin una licencia o exención del Departamento de Comercio de los Estados Unidos o del Departamento de Estado de los Estados Unidos. Las violaciones de todas las leyes de exportación aplicables están sujetas a severas sanciones penales. Como destinatario designado, se le requiere tomar las medidas apropiadas para proteger esta información y considerar el entorno antes de imprimir este correo electrónico y los anexos aplicables. Si ha recibido esta cotización por error, destruya este mensaje, elimine las copias que puedan existir en su sistema y notifique al remitente inmediatamente. Gracias por su cooperación.

Fuente: AGRODRONES

## ANEXO 5 FICHA TECNICA DELTAMETRINA

FICHA TECNICA – Deltametrina 2,5% EC



### Deltametrina 2,5% EC

|                             |                                                                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NOMBRE PRODUCTO             | DELTAMETRINA 2,5% EC                                                                                    |
| TIPO DE PRODUCTO            | Insecticida                                                                                             |
| INGREDIENTE ACTIVO          | Deltamethrin                                                                                            |
| NOMBRE QUIMICO              | (S)- $\alpha$ -cyano-3-phenoxybenzyl (1R, 3R)-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-dimethylcyclopropane carboxylate |
| GRUPO QUIMICO               | Piretroide                                                                                              |
| CONCENTRACION Y FORMULACION | 25 g/L EC, Concentrado Emulsionable                                                                     |
| MODO DE ACCION              | Contacto e ingestión                                                                                    |
| FABRICANTE/FORMULADOR       | ANTALIEN                                                                                                |
| TOXICIDAD                   | Grupo II Producto Moderadamente tóxico peligroso                                                        |
| ANTIDOTO                    | No se conoce un antídoto específico.<br>Aplicar tratamiento sintomático.                                |

#### Principales Características

Es un insecticida que actúa por contacto e ingestión. El efecto de contacto es el más importante, la aplicación debe lograr que el producto entre en contacto con larvas y adultos de las plagas objetivo.

El efecto de ingestión, es notable con insectos que se alimentan del follaje, además presenta actividad residual brindando una total protección a las plantas tratadas.

Afecta gravemente el sistema nervioso de los insectos; al unirse a la bomba proteica presente en todas las membranas plasmáticas de las células, responsable de regular los canales de Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> durante la presencia de un estímulo nervioso, ocasionando estímulos repetitivos y la reducción de oxígeno en los músculos provocando la muerte del insecto.

Departamento Técnico Antalien

Perú: Calle Arica N° 125, Ofc 401, Miraflores. Lima. T: 511-4457352

Chile: Padre Mariano N° 391, Ofc 405, Providencia. Santiago. T.: 56-2-240 29 752

www.antalien.net

Página 1 de 3

Fuente: ANTALIEN AGROQUIMICOS (Antalien Holding, 2016)

## ANEXO 6 FICHA TECNICA ORION 25 EW

|                                                                                   |                                                          |                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|  | <b>FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD</b><br><b>ORION 25 EW</b> | <b>Fecha:</b><br><b>Página: 1 de 5</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------|

### 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y LA EMPRESA

|                                   |                                                              |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Nombre del producto:              | ORION 25 EW                                                  |
| Número de Registro (MGAP):        | 3026                                                         |
| Aptitud de uso:                   | Fungicida                                                    |
| Principio activo y Concentración: | Tebuconazol..... 250g/L                                      |
| Formulación:                      | Emulsión aceite-agua.                                        |
| Categorización toxicológica:      | Poco peligroso (clase III)                                   |
| Grupo Químico:                    | Triazoles                                                    |
| Fabricante(s):                    | (1) Fertiagro Pte Ltd<br>(2) Sinochem Ningbo Ltd             |
| País(es) de origen:               | (1) Singapur<br>(2) China                                    |
| Registrante:                      | LANAFIL S.A                                                  |
| Dirección:                        | J.C. Gómez 1492, piso 1, Esc 2, Montevideo                   |
| Teléfono:                         | 2916 1932 / fax 2916 2404                                    |
| Dirección electrónica:            | <a href="mailto:lanafil@lanafil.com">lanafil@lanafil.com</a> |
| Emergencias                       | Hospital de Clínicas - Piso 7- CIAT<br>Teléfono: 1772        |

### 2. COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

| Nombre común | # CAS       | Concentración | Riesgos |
|--------------|-------------|---------------|---------|
| Tebuconazol  | 107534-96-3 | 250g/L        | --      |

### 3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

Peligros más importantes: Irritante a los ojos. Moderadamente a organismos acuáticos. A largo plazo, puede provocar efectos negativos en el medio acuático.

### 4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

|                               | Medidas a tomar                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ingestión:</b>             | En caso de ingestión no provocar el vómito.                                                                                                                                        |
| <b>Contacto con los Ojos:</b> | Lavar con abundante agua durante al menos 15 minutos. Consultar a un especialista                                                                                                  |
| <b>Contacto con la Piel:</b>  | Remover la ropa contaminada. Lavar la piel con abundante agua y jabón.                                                                                                             |
| <b>Inhalación:</b>            | Llevar a la víctima al aire fresco. Mantenerla abrigada y en reposo. Si la respiración es dificultosa, dar oxígeno. Si no respira dar respiración artificial. Dar atención médica. |

Notas para el médico tratante: No hay antídoto específico. Tratar sintómicamente y dar terapia de apoyo. Si es ingerido realizar lavado gástrico y administrar carbón.

Fuente: LANAFIL SA (LANAFIL SA, 2017)

## ANEXO 7 FICHA TECNICA LANNATE 20 SL

|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                 |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD De acuerdo al Reglamento<br>(CE) n° 1907/2008 y 453/2010                                                                          |                                                                                                                                 |  |
| <b>LANNATE® 20 SL</b>                                                                                                                                         |                                                                                                                                 |                                                                                     |
| Versión 0.0<br>Fecha de revisión 23.08.2013                                                                                                                   |                                                                                                                                 | Ref. 130000000323                                                                   |
| Esta Ficha de Seguridad observa los estándares y requisitos reglamentarios de España y puede que no cumpla con los requisitos reglamentarios de otros países. |                                                                                                                                 |                                                                                     |
| <b>SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa</b>                                                                    |                                                                                                                                 |                                                                                     |
| <b>1.1. Identificador del producto</b>                                                                                                                        |                                                                                                                                 |                                                                                     |
| Nombre del producto                                                                                                                                           | : LANNATE® 20 SL                                                                                                                |                                                                                     |
| Sinónimos                                                                                                                                                     | : B11496044<br>DPX-X1179-524                                                                                                    |                                                                                     |
| <b>1.2. Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados</b>                                                               |                                                                                                                                 |                                                                                     |
| Uso de la sustancia/mezcla                                                                                                                                    | Insecticida                                                                                                                     |                                                                                     |
| <b>1.3. Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad</b>                                                                                             |                                                                                                                                 |                                                                                     |
| Compañía                                                                                                                                                      | : DuPont Asturias, S.L.<br>LG Valle de Tamón<br>33469 Carreño- Asturias<br>España                                               |                                                                                     |
| Teléfono                                                                                                                                                      | : +34-98-512-4000                                                                                                               |                                                                                     |
| Telefax                                                                                                                                                       | : +34-98-512-4090                                                                                                               |                                                                                     |
| E-mail de contacto                                                                                                                                            | : sds-support@che.dupont.com                                                                                                    |                                                                                     |
| <b>1.4. Teléfono de emergencia</b>                                                                                                                            |                                                                                                                                 |                                                                                     |
| Teléfono de emergencia                                                                                                                                        | : +34-98-512-4395<br>: +34-91-562-0420 (Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses)                                  |                                                                                     |
| <b>SECCIÓN 2: Identificación de los peligros</b>                                                                                                              |                                                                                                                                 |                                                                                     |
| <b>2.1. Clasificación de la sustancia o de la mezcla</b>                                                                                                      |                                                                                                                                 |                                                                                     |
| Inflamable                                                                                                                                                    | R10: Inflamable.                                                                                                                |                                                                                     |
| Tóxico                                                                                                                                                        | R25: Tóxico por ingestión.                                                                                                      |                                                                                     |
| Nocivo                                                                                                                                                        | R20: Nocivo por inhalación.                                                                                                     |                                                                                     |
| Irritante                                                                                                                                                     | R41: Riesgo de lesiones oculares graves.                                                                                        |                                                                                     |
| Peligroso para el medio ambiente                                                                                                                              | R50/53: Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. |                                                                                     |
| 1/15                                                                                                                                                          |                                                                                                                                 |                                                                                     |

Fuente: DU PONT (DuPont, 2018)

## ANEXO 8 FICHA TECNICA VERTIMEC 018 E

**syngenta®**

**VERTIMEC®**

### INGREDIENTE ACTIVO

Abamectina

### CARACTERISTICAS

Acaricida insecticida de acción trófolaminar, eficaz para el control de ácaros y minadores.

La abamectina es una mezcla de avermectinas, conteniendo no menos del 80% de avermectina B<sub>1a</sub> y no más del 20% de avermectina B<sub>1b</sub>.

Las avermectinas son un grupo de lactonas macrocíclicas aisladas de la fermentación del actinomiceto del suelo *Streptomyces avermitilis*. Al final del periodo de fermentación, se obtiene una mezcla de ocho moléculas de avermectina, de las cuales es necesario remover seis. Este proceso es costoso y consume mucho tiempo, pero es esencial para asegurar que el producto final cumpla con las especificaciones de registro.

### FORMULACION

Concentrado Emulsionable (EC): Contiene 18 gramos de ingrediente activo por Litro de producto formulado

### CATEGORIA TOXICOLOGICA

Moderadamente Peligroso (Categoría II de la OMS).

### REGISTRO

N° 231-96-AG-SENASA

### TITULAR DE REGISTRO

Syngenta Crop protection S.A.

Fuente: SYNGENTA (SYNGENTA, 2015)

## ANEXO 9 COSTEO DE PRODUCCION DE QUINUA EN AREQUIPA

| COSTO DE PRODUCCION DE QUINUA EN AREQUIPA |                               |                                |                       |
|-------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| I. INFORMACION REFERENCIAL IMPORTANTE     |                               |                                |                       |
| Cultivo                                   | Quinua                        | Nivel de Fertilización (N-P-K) | 186-150-60            |
| Tipo de Cultivo:                          | Transitorio                   | Tipo de Suelo                  | Fco-Arci Limo Arenoso |
| Variedad                                  | Real-INIA Salcedo- Pasancalla | Tipo Riego                     | Gravedad              |
| Periodo Vegetativo (meses)                | 6                             | Densidad (Nº de Plantas/Ha)    | 110 556               |
| Tipo de Siembra                           | Directa                       | Distanciamiento                | 60 x 15 cm            |
| Periodo de Siembra                        | Setiembre - Noviembre         | Situac.Terreno                 | Alquilado             |
| Periodo de Cosecha                        | Abril - Mayo                  | Rendimiento (Kg/ha)            | 3 000                 |
| Departamento                              | Arequipa                      | Precio en Chacra (N.S/. x Kg)  | 5,50                  |
| Provincia                                 | Castilla                      | Tasa de Interés Anual (%)      | 0,17                  |
| Distrito                                  | Castilla Media y Alta         | Fuente                         | A A Castilla          |
| Valle                                     | Majes                         |                                |                       |

|                                                |          |    |          | COSTO TOTAL |
|------------------------------------------------|----------|----|----------|-------------|
| B. COSTOS INDIRECTOS                           |          |    |          |             |
| - Alquiler de Terreno (Ha)                     | Arriendo | 1  | 1 000,00 | 1 000,00    |
| - Imprevistos (%)                              | %        | 2% | 5 877,38 | 117,55      |
| - Gastos Administrativos (%)                   | %        | 3% | 5 877,38 | 176,32      |
| - Asistencia Técnica (%)                       | %        | 5% | 5 877,38 | 293,87      |
| - Intereses Bancarios por mes del préstamo (%) | %        | 9% | 5 877,38 | 499,58      |
| TOTAL COSTOS INDIRECTOS                        |          |    |          | 2 087,31    |

## II.- ACTIVIDADES

| COSTOS                                                   | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD (Ha.) | COSTO UNITARIO (S/.) | SUB TOTAL (S/.) | TOTAL (S/.)     |
|----------------------------------------------------------|------------------|----------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| <b>A. COSTOS DIRECTOS</b>                                |                  |                |                      |                 | <b>5 877,38</b> |
| <b>A.2.- TERRENO DEFINITIVO</b>                          |                  |                |                      |                 | <b>5 877,38</b> |
| <b>1. Mano de Obra</b>                                   |                  | <b>46</b>      |                      |                 | <b>2 070,00</b> |
| <b>1.1. Preparación del Terreno</b>                      |                  |                |                      | <b>270,00</b>   |                 |
| - Cuspa, Junta y Quema                                   | Jornal           | 2              | 45,00                | 90,00           |                 |
| - Limpieza de acequias, desagües y drenes                | Jornal           | 1              | 45,00                | 45,00           |                 |
| - Riego de Machaco o Remojo                              | Jornal           | 1              | 45,00                | 45,00           |                 |
| - Arreglo de Bordes y Melgas                             | Jornal           | 1              | 45,00                | 45,00           |                 |
| - Abonamiento de la tierra                               | Jornal           | 1              | 45,00                | 45,00           |                 |
| <b>1.2. Siembra</b>                                      |                  |                |                      | <b>270,00</b>   |                 |
| - Desinfección, mezcla y distribución de semilla         | Jornal           | 1              | 45,00                | 45,00           |                 |
| - Siembra                                                | Jornal           | 4              | 45,00                | 180,00          |                 |
| - Resiembra a mano                                       | Jornal           | 1              | 45,00                | 45,00           |                 |
| <b>1.3. Labores Culturales</b>                           |                  |                |                      | <b>585,00</b>   |                 |
| - Aplicación de fertilizantes (abonos foliares y otros ) | Jornal           | 2              | 45,00                | 90,00           |                 |
| - Aplicación de Insecticidas                             | Jornal           | 1              | 45,00                | 45,00           |                 |
| - Aplicación de Fungicidas                               | Jornal           | 1              | 45,00                | 45,00           |                 |
| - Deshierbo y Lampeo                                     | Jornal           | 2              | 45,00                | 90,00           |                 |
| - Riegos                                                 | Jornal           | 7              | 45,00                | 315,00          |                 |
| <b>1.4. Cosecha</b>                                      |                  |                |                      | <b>945,00</b>   |                 |
| - Cosecha o siega de la planta                           | Jornal           | 6              | 45,00                | 270,00          |                 |
| - Cargulo a la era para el secado                        | Jornal           | 3              | 45,00                | 135,00          |                 |
| - Trilla, aventado, ensacado y acarreo                   | Jornal           | 9              | 45,00                | 405,00          |                 |
| - Guardiania                                             | Jornal           | 3              | 45,00                | 135,00          |                 |
| <b>2. Maquinaria e instrumentos Agrícolas</b>            |                  | <b>10</b>      |                      |                 | <b>1 005,00</b> |
| - Rastrosiada                                            | Hr./Mq.          | 1,5            | 75,00                | 112,50          |                 |
| - Aradura                                                | Hr./Mq.          | 2              | 75,00                | 150,00          |                 |
| - Gradeo, gancho y nivelación                            | Hr./Mq.          | 2              | 75,00                | 150,00          |                 |
| - Mullida y tapada de semilla                            | Hr./Mq.          | 1,5            | 75,00                | 112,50          |                 |
| - Cosecha y trilla                                       | Hr./Mq.          | 3              | 160,00               | 480,00          |                 |
| <b>3. Insumos</b>                                        |                  |                |                      |                 | <b>2 359,25</b> |
| <b>3.1 Semillas</b>                                      |                  |                |                      | <b>720,00</b>   |                 |
| - Semilla                                                | kg               | 240            | 3,00                 | 720,00          |                 |
| <b>3.2 Abonamiento y Fertilización</b>                   |                  |                |                      | <b>1 234,00</b> |                 |
| - Urea                                                   | kg               | 400            | 1,34                 | 536,00          |                 |
| - Fosfato di Amónico                                     | kg               | 300            | 1,80                 | 540,00          |                 |
| - Cloruro de potasio                                     | kg               | 70             | 1,70                 | 119,00          |                 |
| - Abono Foliar (Abonafol 20-20-20)                       | kg               | 3              | 13,00                | 39,00           |                 |
| <b>3.3 Agroquímicos</b>                                  |                  |                |                      | <b>405,25</b>   |                 |
| <b>3.4.1 Insecticidas</b>                                |                  |                |                      | <b>110,50</b>   |                 |
| - Lannate 90                                             | Kg/l             | 0,5            | 61,00                | 30,50           |                 |
| - Metasystox                                             | Kg/l             | 0,5            | 160,00               | 80,00           |                 |
| <b>3.4.2 Fungicidas</b>                                  |                  |                |                      | <b>248,00</b>   |                 |
| - Follicur                                               | Kg/l             | 1              | 248,00               | 248,00          |                 |
| <b>3.4.3 Herbicidas</b>                                  |                  |                |                      | <b>38,00</b>    |                 |
| - U - 46                                                 | Kg/l             | 1              | 38,00                | 38,00           |                 |
| <b>3.4.4 Adherentes</b>                                  |                  |                |                      | <b>8,75</b>     |                 |
| - Citowet                                                | Kg/l             | 0,25           | 35,00                | 8,75            |                 |
| <b>4. Agua</b>                                           |                  |                |                      |                 | <b>70,00</b>    |
| - Agua (Canon de agua)                                   | Unidad           | 8 000          | 0,00875              | 70,00           |                 |
| <b>5. Servicios</b>                                      |                  |                |                      |                 | <b>263,13</b>   |
| - Alquiler de motofumigadora                             | Hr./Mq.          | 2              | 40,00                | 80,00           |                 |
| - Flete- traslado de insumos                             | No. Viajes       | 1              | 80,00                | 80,00           |                 |
| - Flete- traslado de producción                          | kg               | 7500           | 0,01375              | 103,13          |                 |
| <b>6. Otros</b>                                          |                  |                |                      |                 | <b>110,00</b>   |
| - Herramientas (Lampas)                                  | Unidad           | 1              | 110,00               | 110,00          |                 |
| <b>Total Costos Directos</b>                             |                  |                |                      |                 | <b>5 877,38</b> |

| RESUMEN                           |          |                 |
|-----------------------------------|----------|-----------------|
| 1. COSTOS DIRECTOS                | 5 877,38 |                 |
| 2. COSTOS INDIRECTOS              | 2 087,31 |                 |
| <b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCION</b> |          | <b>7 964,69</b> |

| ANALISIS ECONOMICO                  |           |  |
|-------------------------------------|-----------|--|
| - Precio de venta S/. Kg. En chacra | 5,50      |  |
| - Rendimiento (kg/ha)               | 3 000     |  |
| - Valor Bruto de la producción      | 16 500,00 |  |
| - Costo de Producción               | 7 964,69  |  |
| - Utilidad neta de la producción    | 8 535,31  |  |

FUENTE: MINAGRI (Sistema Integrado de Estadística Agraria, MINAGRI, 2018)



## ANEXO 10 COSTEO DE PRODUCCION DE UVA EN AREQUIPA



MINISTERIO DE AGRICULTURA

---

HOJA DE DIVULGACIÓN



---

**PROGRAMAS DE CULTIVOS:**

**UVA DE MESA** *"Cultivo potencial de exportación"*  
(Vitis vinifera)

**-Mercado:**  
Compran los países de Reino Unido, Hong Kong, Estados Unidos, Holanda, y Vietnam.

**-Empresas productoras y exportadoras:**  
El Pedregal S.A., Agrícola Don Ricardo S.A., Complejo Agro Industrial Beta S.A., Corporación Frutícola de Chíncha S.A.C., Agrícola La Máquina S.A.C., Compañía de Exportación y Negocios Generales S.A., Agrícola Andrea S.A.C., Agrícola Copacabana de Chíncha S.A., Corporación Agrícola del Sur.

**-Variedades:**  
**Con semillas:** Red Globe  
**Sin semillas:** Thompson Seedless, Flame Seedless, Crimson

**Portainjertos:** Freedom, MGT-101-14

**-Épocas de transplante:**  
Julio a Setiembre

**-Propagación:**  
Vegetativa mediante injerto

**-Distanciamientos:**  
Entre hileras 3 m. Entre plantas 2 m.  
(1.666 plantas).

**-Sistema de conducción:**  
Parronal

**-Tipo de Plantación:**  
Intercalado con cultivos transitorios

**-Periodo Vegetativo:**  
30 años, inicio de producción al tercer año  
(8.000 kg/ha)

**-Poda:**  
Red Globe y Flame poda corta  
Thompson Seedless poda larga

**-Control de malezas:**  
manual durante los primeros años

**-Riego:**  
9.000 m<sup>3</sup> por campaña con tres meses de agoste

**-Fertilización:**  
240-200-300 kilos de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O por ha.

**-Manejo de racimos:**  
Aplicación de ácido giberélico para raleo de flores, crecimiento del escobajo y granos (15 a 40 ppm).






EL PROGRAMA DE EXTENSIÓN EN RIEGO Y ASISTENCIA TÉCNICA (PERAT) ESTÁ TRABAJANDO EN LA PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN DE CULTIVOS ALTERNATIVOS CON ALTA DEMANDA PARA LA EXPORTACIÓN.



MINISTERIO DE AGRICULTURA

**-Plagas:**

Trips, Filoxera, Ácaros, Queresas

**-Enfermedades:**

Botrytis o mocho gris, oidium o cenicilla

**-Cosecha:**

Contenido de azúcar mayor a 16 %, color completo de la variedad

**- Rendimiento:**

En "Red Globe" 30.000 kg por ha.

**- Valor de las exportaciones:**

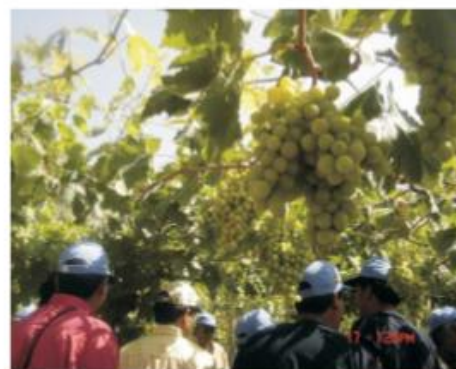
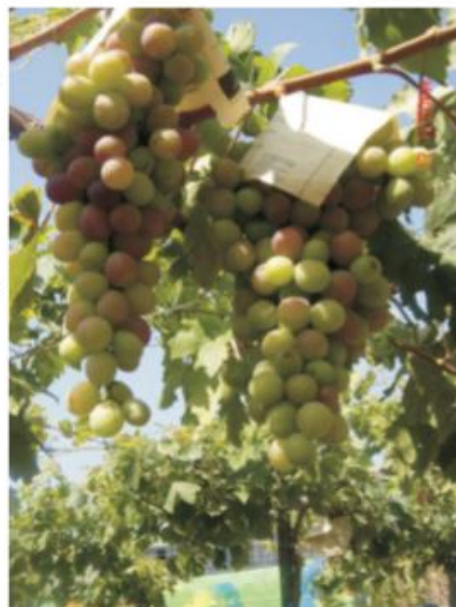
US \$ 30 millones en la campaña 2004-2005

**- Zonas productoras en el país:**

ICA, LIMA, TACNA.

**- Superficie instalada en el país:**

2.400 has.



**- Costo total de producción:**

US \$ 9.200,00 en plena producción

Rendimiento/ha. (30.000 kg/ha)

Exportable: 70% (US \$ 1,2/kg)

Mercado local 30% (US \$ 0,35/kg)

**- Balance Económico:**

Ventas externas: US\$ 25.200,00

Ventas internas: 3.150,00

Total Ventas: 28.350,00

Costo de producción: 9.200,00

costos de envío 4.200,00

Utilidad neta por ha. US\$ 14.950,00



Oficina de Gestión Zonal Sur  
Arequipa, Moquegua y Tacna.  
Av. Bolognesi Nº 118 - Yanahuara - Arequipa telef. 054-271495  
Pag. Web [www.psi.gob.pe](http://www.psi.gob.pe)



FUENTE: MINAGRI (Programa Subsectorial de Irrigaciones, MINAGRI, 2018)

## ANEXO 11 MANUAL DE USO Y DE MANTENIMIENTO DRON PROTOTIPO

2018

### Manual de Operaciones y Mantenimiento DRON PITEI



Carlos Fernando Mejía Cárdenas

CON EL APOYO DE:



## INDICE

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN.....             | 2  |
| PARTES .....                  | 3  |
| CARGADO DE BATERÍAS .....     | 5  |
| CONTROLES .....               | 6  |
| Acelerador.....               | 6  |
| Dirección y Orientación.....  | 7  |
| Cabeceo y Balanceo.....       | 8  |
| MANTENIMIENTO.....            | 9  |
| TANQUE ROCIADOR.....          | 9  |
| HELICES .....                 | 9  |
| BATERIAS.....                 | 9  |
| MODOS DE VUELO .....          | 10 |
| Vuelo Estándar.....           | 10 |
| Vuelo Loiter .....            | 10 |
| Vuelo Automático.....         | 10 |
| PLANIFICACIÓN DE VUELO .....  | 11 |
| CONSIDERACIONES DE VUELO..... | 13 |
| Colocado de baterías.....     | 13 |
| Activado Dron.....            | 14 |
| Activado Rociador.....        | 15 |
| ESPECIFICACIONES .....        | 16 |

## INTRODUCCIÓN

La siguiente guía corresponde al Dron desarrollado en el proyecto con Contrato 212-PNIPC- PITEI-2015. En esta guía se encontraran definidas las partes del Dron, su forma de cargar la batería tanto del Dron como del rociador incorporado. Se describirán los controles con los que cuenta y los modos de vuelo que se pueden emplear, además se incluyen los pasos para la planificación de vuelo para el modo automático de vuelo como el mantenimiento que se le dar al equipo. Finalmente se hace detalle de las especificaciones de este equipo.

Se manda agradecimiento por el apoyo brindado a las siguientes instituciones que permitieron el desarrollo de este Dron siendo el equipo creador a Innóvate Perú promoviendo el talento peruano además también a la empresa Agrounimex, la Universidad Católica de Santa María y al Instituto de Investigación para el Sur muchas gracias por su colaboración.



*Fuente: Tomada durante realización de pruebas.*

## PARTES



### Controlador

Modelo AT95 DSSS-FHSS con  
rango de transmisión de 1  
kilometro



### La radio estación terrestre

Con Adaptadores USB y Android.



### Kit de batería de Rociador

Batería para el rociador.



### Kit de batería de Dron

Batería para el funcionamiento del Dron.



---

#### Hélices

El Dron emplea cuatro hélices de 50cms aproximadamente de diámetro.



---

#### Chasis

El chasis del Dron está hecho de fibra de carbono.



---

#### Rociadores

El Dron está equipado con 2 pulverizadores con boquillas tipo abanico.



---

Fuente: Elaboración Propia con fotos tomadas en campo de prueba



## CARGADO DE BATERÍAS

El dron es alimentado por dos baterías de polímero de litio recargables. Guarde la batería en la mitad de la carga a continuación, cargue completamente antes de volar. Las baterías deben enviar a la mitad de la carga, por lo cargue por favor antes de su primer vuelo. Cada batería completa proporciona hasta 4 minutos de tiempo de vuelo sin un cardán y un máximo de 10 minutos.

|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Conectar el cargador al cable adaptador de alimentación y un enchufe de pared.                                                                                                                  |    |
| 2 Conectar el cable rojo al puerto rojo del cargador y el cable negro al puerto negro del cargador.                                                                                               |   |
| 3 Conecta el conector blanco a la última entrada del tablero con 5 agujeros del cargador.                                                                                                         |  |
| 4 Mantener la batería segura dentro de la bolsa de guardia durante la carga. Cargar hasta que el indicador de estado muestra verde. Generalmente toma una hora la recarga completa de la batería. |  |

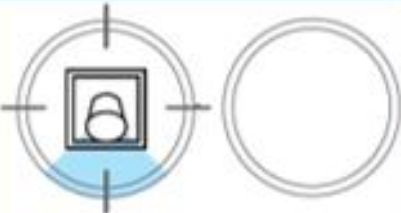
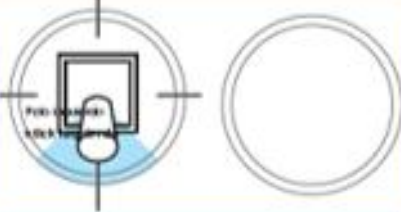
Fuente: Elaboración Propia con fotos tomadas en campo de prueba

## CONTROLES

### ACELERADOR

La altitud de se controla a través del stick izquierdo del control redondeado con un círculo rojo como se muestra en la imagen



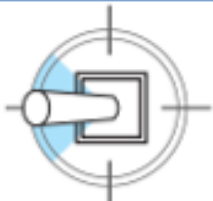
|                                                                                                      |                                                                                      |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Al levantar ligeramente el stick por encima de la posición central podrá despegar y ganar altura     |    |    |
| Para mantener la altitud actual debe centrar el stick.                                               |   |   |
| Para poder descender debe bajar lentamente el stick hacia abajo.                                     |  |  |
| Para poder aterrizar cuando el Dron se encuentre a pulgadas sobre el suelo baje totalmente el stick. |  |  |

Fuente: Elaboración Propia con fotos obtenidas de IRIS-Plus-Operation-Manual

## DIRECCIÓN Y ORIENTACIÓN

Al mover el stick izquierdo de forma horizontal se cambia la orientación del Dron como se muestra a continuación:



|                                                                      |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Al mover el stick hacia la izquierda para girar a la izquierda.      |   |   |   |
| Al mover el stick hacia la derecha para girar a la derecha.          |   |   |   |
| Al soltar el stick dejara de girar y mantendrá la orientación actual |  |  |  |

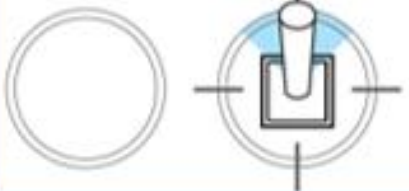
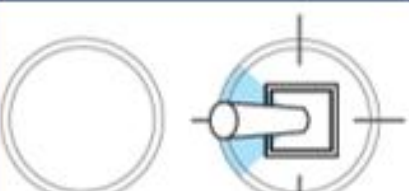
Fuente: Elaboración Propia con fotos obtenidas de IRIS-Plus-Operation-Manual



### CABECEO Y BALANCEO

El stick derecho señalado por el círculo rojo en la imagen permite controlar la posición del Dron en el aire tal como se muestra en el cuadro a continuación:



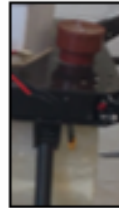
|                                                                                  |                                                                                      |                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Al mover el stick derecho hacia delante el Dron se moverá hacia adelante.        |    |    |
| Al mover el stick derecho hacia atrás el Dron se moverá hacia atrás.             |    |    |
| Al mover el stick derecho hacia la izquierda el Dron se moverá en esa dirección. |   |  |
| Al mover el stick derecho hacia la derecha el Dron se moverá en esa dirección.   |  |  |

Fuente: Elaboración Propia con fotos obtenidas de IRIS-Plus-Operation-Manual

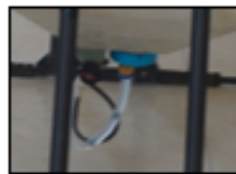
## MANTENIMIENTO

### TANQUE ROCIADOR

El principal mantenimiento que se le debe dar al prototipo luego de su uso es la limpieza del tanque rociador el cual tiene dos entradas para fluidos las cuales se muestran a continuación:



*Fuente: Tomada durante realización de pruebas.*



*Fuente: Tomada durante realización de pruebas.*

Se recomienda emplear bastante agua para evitar dejar residuos de algún tipo de agroquímico en el tanque, en la segunda entrada se debe soltar la manguera conectada para una mejor limpieza; se resalta que la lavada debe realizarse por cada vez que se termine de aplicar un tipo de agroquímico en específico.

### HELICES

Las hélices hechas de fibra de carbono requieren de una limpieza a detalle por lo menos luego de cada 8 vuelos realizados, es importante que la misma se realice a su vez con los rotores conectados a las hélices. Se debe verificar luego de los 200 vuelos el desgaste de las mismas para evitar posibles accidentes con el Dron prototipo.

### BATERIAS

Las baterías que emplea el prototipo deben manejarse con mucho cuidado tratar que se agote siempre la batería en su totalidad o reducir el voltaje en las mismas antes de realizar el almacenamiento de las mismas, las baterías empezaron a reducir su capacidad luego de los 300 vuelos por lo cual se recomienda la adquisición de nuevas luego del punto de referencia mencionado.

## MODOS DE VUELO

El Dron incluye tres modos de vuelo el control tiene un interruptor señalado por el círculo rojo en la imagen los modos son:

- Vuelo Estándar
- Vuelo Loiter
- Vuelo Automático



### VUELO ESTÁNDAR

Todo despegue debe iniciar en este modo de vuelo manual, en este modo se debe estar manteniendo la altitud del Dron manualmente con el control, se asigna como se muestra en la imagen doblando la palanca hacia atrás lo más que sea posible.



*Fuente: IRIS-Plus-Operation-Manual*

### VUELO LOITER

En este modo de vuelo el Dron mantiene la actitud de forma automática dejando el stick izquierdo desactivado, se activa dejando la palanca en el medio tal como aparece en la imagen se sugiere el empleo de este modo para la práctica del uso del stick derecho.



*Fuente: IRIS-Plus-Operation-Manual*

### VUELO AUTOMÁTICO

A través de este modo de vuelo el Dron puede realizar rutas planificadas previamente usando Mission Planner el cual usa puntos de referencia o waypoints, el proceso de planificación se detallará en Planificación de vuelo, se activa colocando la palanca lo más hacia adelante posible como aparece en la imagen.



*Fuente: IRIS-Plus-Operation-Manual*

## PLANIFICACIÓN DE VUELO

La planificación de vuelo se realiza a través del programa Mission Planner en un ordenador con los pasos descritos a continuación:

### *Primero*

Debe iniciar el Mission Planner en su ordenador, luego conecte el adaptador USB al ordenador seleccione la opción AUTO como aparece en la figura y luego haga click en el botón CONNECT.



*Fuente: IRIS-Plus-Operation-Manual.*

### *Segundo*

Realizar el plan de vuelo, se hace click en el botón FLIGHT PLAN, a continuación aparecerá un mapa en cual usted deberá elegir el lugar donde realizar el vuelo como aparece en la imagen.



*Fuente: Mission Planner*

### *Tercero*

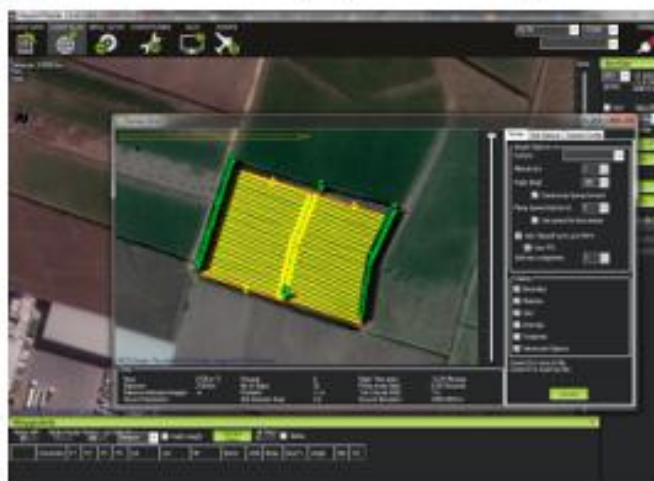
Seguidamente haga un click derecho en el campo en el cual desea realizar la aplicación de agroquímicos, luego elegir la alternativa dibujar un polígono, luego añadir punto polígono y dibuje el área a cubrir tal como aparece en la imagen.



*Fuente: Mission Planner*

### *Cuarto*

A continuación hace click derecho en el medio del polígono dibujado elegir la opción Auto WP luego Survey (Grid) apareciendo el cuadro que aparece en la imagen.



*Fuente: Mission Planner*

En el cuadro se puede apreciar la información sobre el vuelo planificado como el área y el tiempo; en el panel que aparece en la derecha se puede modificar la altura sobre la cual volara sobre el piso se sugiere la misma no pase de los 4 metros para una correcta aplicación, la distancia entre cada vuelta según el cultivo, el ángulo respecto al polígono dibujado y la velocidad teniendo un tope la misma de 8 m/s. Finalmente se coloca aceptar y luego se hace click en Escribir WPS.

## CONSIDERACIONES DE VUELO

### COLOCADO DE BATERÍAS

Se debe iniciar colocando el kit de baterías del Dron conectando un cable rojo y uno negro directamente tal y como aparece en la figura:



*Fuente: Tomada durante realización de pruebas.*

A continuación, se coloca dentro del Dron dejando el lado con pega hacia abajo que coincide con uno que está dentro del Dron, verificar que este lo más adentro posible, dejando los conectores libres para poder conectarse al Dron cuyas entradas se encuentran en el filo sobre el hueco donde entran las baterías.



*Fuente: Tomada durante realización de pruebas.*

En el espacio sobrante se coloca el kit de baterías del rociador dejando al lado izquierdo el cable más largo tal como aparece en la figura, y dejando el lado de la pega hacia abajo.



*Fuente: Tomada durante realización de pruebas.*

Finalmente colocar el seguro sujetador de ambas baterías de color negro como en la imagen.



*Fuente: Tomada durante realización de pruebas.*

### ACTIVADO DRON

El Dron se activa al conectar tres conectores primero se debe conectar el cable negro y luego el cable rojo tal como se muestre en la imagen



*Fuente: Tomada durante realización de pruebas.*

A continuación se hace la conexión del sistema conectando el cable amarillo del lado izquierdo de la batería más pequeña a la entrada debajo de donde se conectó los otros dos conectores tal como se parecía en la imagen.



*Fuente: Tomada durante realización de pruebas.*

Al culminar estas conexiones de debe esperar 10 minutos antes de hacer click en el botón rojo parpadeante en la parte superior del Dron tal como en la imagen. Al presionar el mismo se arma el Dron en este momento se procede con la activación del Rociador

|



*Fuente: Tomada durante realización de pruebas.*

### ACTIVADO ROCIADOR

El rociador se activa automáticamente al conectar el cable izquierdo de la batería pequeña a la entrada amarilla en la parte más baja del tanque que carga el Dron como se aprecia en la imagen. Se debe tomar en cuenta que el mismo solo se debe conectar solo antes de iniciar el vuelo.



*Fuente: Tomada durante realización de pruebas.*

Cuando se encuentra activo el rociador se procede a encender el controlador en modo manual o estándar se activa el Dron bajando el stick izquierdo del control durante 5 segundos momento en el cual las hélices empiezan a girar se eleva el mismo con el mismo stick elevándolo ligeramente hacia arriba hasta alcanzar los 2 metros de altura en ese momento se cambia a modo automático realizando el Dron la ruta planeada.

En caso la batería del Dron se encuentre baja el mismo retornara al punto en cual se inició el modo automático solicitando apoyo para el aterrizaje los vuelos siempre deben realizarse bajo supervisión.

## ESPECIFICACIONES

| <b>Marco del Dron</b>                |                                                   |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>Parámetro</b>                     | <b>Milímetros</b>                                 |
| <i>Distancia entre ejes Diagonal</i> | 1250                                              |
| <i>Dimensiones ancho/largo/alto</i>  | 2012 x 2012 x 510 (brazo desplegado, con hélices) |

Fuente: Elaboración propia

| <b>Sistema de Propulsión</b>                  |                                |
|-----------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Motor</b>                                  |                                |
| <i>Tamaño del estator</i>                     | 69 mm x 15 mm                  |
| <i>KV</i>                                     | 120 rpm / V                    |
| <i>Relación empuje a peso</i>                 | 10.2 kg / rotor                |
| <i>Máximo poder</i>                           | 2700 W                         |
| <i>Peso (con ventilador de refrigeración)</i> | 600g                           |
| <b>Propulsor plegable</b>                     |                                |
| <i>Material</i>                               | Fibra de carbono               |
| <i>Diámetro / Paso</i>                        | 30 x 8 pulgadas (762 x 203 mm) |
| <i>Peso</i>                                   | 97 g                           |
| <b>Control Electrónico de Estabilidad</b>     |                                |
| <i>Corriente Máx. Permitida (Continua)</i>    | 60 A                           |
| <i>Tensión de funcionamiento</i>              | 12S Lipo                       |
| <i>Frecuencia de Señal</i>                    | 30 a 450 Hz                    |

Fuente: Elaboración propia

| <b>Sistema de Pulverización</b>              |                             |
|----------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Tanque de líquido</b>                     |                             |
| <i>Volumen</i>                               | 15 L                        |
| <i>Carga útil de funcionamiento estándar</i> | 15 kg                       |
| <i>Tamaño máximo de la batería</i>           | 153 mm x 190 mm x 68 mm     |
| <b>Boquilla</b>                              |                             |
| <i>Modelo</i>                                | ZBJ-SPT                     |
| <i>Cantidad</i>                              | 2                           |
| <i>Velocidad máxima de pulverización</i>     | 0.43 L / min (por boquilla) |
| <i>Ancho de pulverización</i>                | 1.5 m                       |
| <i>Tamaño de la gota</i>                     | 135 ~ 247 $\mu$ m           |

Fuente: Elaboración propia

| <b>Parámetros del vuelo</b>                      |                                                                                     |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Características</b>                           |                                                                                     |
| <i>Peso total (sin pilas)</i>                    | 16 kg                                                                               |
| <i>Peso de despegue estándar</i>                 | 23.5 kg                                                                             |
| <i>Peso máximo de despegue</i>                   | 24.5 kg                                                                             |
| <i>Batería de potencia</i>                       | 16000 mba                                                                           |
| <i>Consumo máximo de energía</i>                 | 11000 W                                                                             |
| <i>Consumo de energía suspendido</i>             | 5800W (con 22.5 kg de peso de despegue)                                             |
| <i>Tiempo de deslizamiento</i>                   | 18min (con 13.5 kg de peso de despegue)<br>10 min (con 22.5 kg de peso de despegue) |
| <i>Velocidad de funcionamiento máxima</i>        | 4-8 m / s                                                                           |
| <i>Velocidad máxima de vuelo</i>                 | 20 m / s                                                                            |
| <i>Temperatura de funcionamiento recomendada</i> | 0 a 40 °C                                                                           |

Fuente: Elaboración propia

| <b>Control remoto</b>                                                           |                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>Características</b>                                                          |                                                             |
| <i>Modelo</i>                                                                   | AT9S DSSS-FHSS                                              |
| <i>Frecuencia de operación</i>                                                  | 2.400 - 2.483 GHz                                           |
| <i>Rango máximo de transmisión (sin obstrucciones, libre de interferencias)</i> | 1km                                                         |
| <i>Batería integrada</i>                                                        | 2000 mAh, 3S LiPo                                           |
| <i>Potencia de salida</i>                                                       | 10 W                                                        |
| <i>Rango de temperatura de funcionamiento</i>                                   | -10 a 40 °C                                                 |
| <i>Rango de temperatura de almacenamiento</i>                                   | Menos de 3 meses: -20 a 45 °C<br>Más de 3 meses: 22 a 28 °C |
| <i>Rango de temperatura de carga</i>                                            | 0 a 40 °C                                                   |

Fuente: Elaboración propia

FUENTE: ELABORACION PROPIA