

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**"TRATAMIENTOS FOLIARES Y EDÁFICOS DE  
PYRACLOSTROBIN, METIRAN, METIL TIOFANATO Y  
EXTRACTO DE QUILLAY EN EL CULTIVO DE PAPA"**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**SANDRA ARELIS MARTINEZ PALOMINO**

**LIMA – PERÚ**

**2019**

---

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación  
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**TRATAMIENTOS FOLIARES Y EDÁFICOS DE  
PYRACLOSTROBIN, METIRAN, METIL TIOFANATO Y  
EXTRACTO DE QUILLAY EN EL CULTIVO DE PAPA**

**SANDRA ARELIS MARTINEZ PALOMINO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

---

Ing. Mg. Sc. Luis Tomassini Vidal

**PRESIDENTE**

---

Ing. Mg. Sc. Rolando Egúsquiza Bayona

**ASESOR**

---

Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto

**MIEMBRO**

---

Dr. Hugo Soplín Villacorta

**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo con todo cariño va dedicado a mis padres, Marcelino y Leonor, quienes son la fortaleza y fuente de inspiración de mi vida

A mis hermanas Kristhle y Hannie, por ser mi mayor ejemplo de lucha y perseverancia.

Con cariño también, a mi hermanita Karel, quien es mi compañera incondicional y por acompañarme durante mi vida universitaria.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Agraria La Molina, por ser mi casa de formación profesional.

A mi patrocinador Ing. Mg.Sc. Rolando Egúzquiza, por su apoyo constante y enseñanzas durante la realización de este trabajo.

A mis jurados Mg.Sc. Gilberto Rodríguez, Dr. Hugo Solpin y Mg.Sc. Luis Tomassini, por su colaboración y apoyo en la culminación de este trabajo

Al Mg.Sc Elías Huanuqueño, por todos sus consejos durante mi etapa universitaria y ayuda en la elaboración de la presente tesis.

Al Mg.Sc German Joyo, por todas sus enseñanzas y apoyo durante mi estadía universitaria.

# ÍNDICE GENERAL

## RESUMEN

|  |    |
|--|----|
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....   | 1  |
| <b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....                                | 3  |
| 2.1 CULTIVO DE PAPA.....   | 3  |
| 2.1.1 Manejo agronómico.....   | 3  |
| 2.1.2 Variedades en estudio.....                                       | 4  |
| 2.2 PYRALOSTROBIN.....   | 5  |
| 2.2.1 Modo de acción de pyraclostrobin en las plantas:.....            | 6  |
| 2.2.2 Cambios hormonales.....  | 6  |
| 2.2.3 Inducción de resistencia a patógenos .....                       | 8  |
| 2.2.4 Incremento del rendimiento .....                                 | 8  |
| 2.3 METIRAM.....   | 10 |
| 2.4 METIL TIOFANATO.....   | 10 |
| 2.5 EXTRACTO DE QUILLAY .....  | 10 |
| 2.5.1 Efectos del extracto de quillay sobre las plantas.....           | 12 |
| 2.6 PRODUCTOS COMERCIALES EMPLEADOS .....                              | 13 |
| <b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....                                 | 14 |
| 3.1 MATERIALES Y EQUIPOS.....  | 14 |
| 3.2 TRATAMIENTOS.....  | 14 |
| 3.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS CAMPOS EXPERIMENTALES .....                 | 15 |
| 3.3.1 Ubicación. ....  | 15 |
| 3.3.2 Suelos. ....   | 16 |
| 3.3.3 Variables climáticas durante la conducción del experimento ..... | 16 |
| 3.4 MATERIAL VEGETAL.....  | 18 |
| 3.5 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL .....                        | 18 |
| 3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL.....   | 19 |
| 3.7 CONDUCCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....                             | 19 |
| 3.8 EVALUACIONES REALIZADAS .....                                      | 21 |
| 3.8.1 Evaluaciones del crecimiento y desarrollo de las plantas .....   | 21 |
| 3.8.2 Evaluaciones realizadas en cosecha .....                         | 22 |
| 3.8.3 Evaluaciones realizadas en post cosecha.....                     | 23 |
| <b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....                              | 24 |
| 4.1 PORCENTAJE DE EMERGENCIA .....                                     | 24 |

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| 4.2          | ALTURA DE PLANTAS .....  | 24        |
| 4.2.1        | Altura de plantas en el experimento IRD Sierra.....                    | 24        |
| 4.2.2        | Altura de plantas en el experimento Rayancancha.....                   | 26        |
| 4.2.3        | Altura de plantas en el experimento de Chinchao .....                  | 27        |
| 4.3          | COBERTURA FOLIAR .....   | 29        |
| 4.3.1        | Cobertura foliar en el experimento IRD Sierra: .....                   | 29        |
| 4.3.2        | Cobertura foliar en el experimento de Rayancancha.....                 | 32        |
| 4.3.3        | Cobertura foliar en el experimento de Chinchao.....                    | 34        |
| 4.4          | DATOS BIOMÉTRICOS DEL CRECIMIENTO Y TUBERIZACIÓN .....                 | 36        |
| 4.4.1        | Número de tallos .....   | 36        |
| 4.4.2        | Peso fresco y seco de hojas, tallos y tubérculos en el IRD sierra..... | 36        |
| 4.4.3        | Peso fresco y seco de hojas, tallos y tubérculos en Chinchao .....     | 37        |
| 4.4.4        | Número de tubérculos .....   | 38        |
| 4.5          | RENDIMIENTO TOTAL DE TUBÉRCULOS.....                                   | 39        |
| 4.5.1        | Rendimiento total en el experimento del IRD Sierra .....               | 39        |
| 4.5.2        | Rendimiento total en el experimento de Rayancancha.....                | 40        |
| 4.5.3        | Rendimiento total en el experimento Chinchao .....                     | 41        |
| 4.6          | RENDIMIENTO COMERCIAL DE TUBÉRCULOS .....                              | 43        |
| 4.6.1        | Rendimiento comercial en el experimento IRD Sierra.....                | 43        |
| 4.6.2        | Rendimiento comercial en el experimento Rayancancha:.....              | 44        |
| 4.6.3        | Rendimiento comercial en el experimento de Chinchao .....              | 45        |
| 4.7          | NÚMERO DE TALLOS PRINCIPALES.....                                      | 47        |
| 4.8          | NÚMERO DE TUBÉRCULOS .....   | 48        |
| 4.9          | MATERIA SECA DE TUBÉRCULOS .....                                       | 49        |
| <b>V.</b>    | <b>CONCLUSIONES.....</b>   | <b>51</b> |
| <b>VI.</b>   | <b>RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>52</b> |
| <b>VII.</b>  | <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>   | <b>53</b> |
| <b>VIII.</b> | <b>ANEXOS .....</b>  | <b>60</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Datos hidrométricos en la localidad de Jauja.....  | 17 |
| Tabla 2: Datos hidrométricos en la localidad de Rayancancha.....  | 17 |
| Tabla 3: Datos hidrométricos en la localidad de Chinchao.....   | 17 |
| Tabla 4: Dimensiones de la parcela experimental.....  | 18 |
| Tabla 5: Productos y dosis utilizadas para el control fitosanitario.....  | 21 |
| Tabla 6: Clasificación de los tubérculos cosechados. ....   | 23 |
| Tabla 7: Variación de la altura promedio de plantas e incremento por día (cm) de la variedad Canchan por efecto de los tratamientos en tres fechas de evaluación..... | 25 |
| Tabla 8: Variación de la altura promedio de plantas (cm) de la variedad Amarilla Tumbay por efecto de los tratamientos, en cuatro fechas diferentes .....             | 26 |
| Tabla 9: Variación de la altura promedio de plantas (cm) de la variedad Yungay por efecto de los tratamientos en cuatro fechas de evaluación .....                    | 28 |
| Tabla 10: Promedio de alturas (cm) en los diferentes tratamientos, a los 124 días después de la siembra y prueba de comparación de medias Duncan al 5% .....          | 29 |
| Tabla 11: Variación de la cobertura foliar (%) de las plantas de la variedad Canchan, en seis fechas de evaluación.....   | 30 |
| Tabla 12. Porcentaje de cobertura foliar en los diferentes tratamientos a los 136 días después de la siembra y diferencias de medias Duncan (0.05).....               | 31 |
| Tabla 13: Variación de la Cobertura Foliar (%) de plantas de la variedad Amarilla Tumbay por efecto de tratamientos, en cinco fechas de evaluación.....               | 32 |
| Tabla 14: Variación de la cobertura foliar (%) de plantas de la variedad Yungay por efecto de tratamientos en cinco fechas de evaluación .....                        | 34 |
| Tabla 15. Porcentaje de cobertura foliar en los diferentes tratamientos a los 141 días después de la siembra y diferencias de medias Duncan (0.05).....               | 35 |
| Tabla 16: Promedio de tallos por planta en la variedad Canchan y Yungay.....  | 36 |
| Tabla 17: Peso Fresco (PF) y porcentaje de Peso Seco (PS) de hojas, tallos y tubérculos de papa de la variedad Canchan .....  | 37 |
| Tabla 18: Peso Fresco (PF) y porcentaje de Peso Seco (PS) de hojas, tallos y tubérculos de papa de la variedad Canchan .....  | 38 |
| Tabla 19. Número de tubérculos por planta y tallo en las variedades de papa Canchan y Amarilla Tumbay .....   | 38 |
| Tabla 20: Rendimiento promedio de tubérculos en la variedad Canchan con diferentes tratamientos y comparaciones múltiples Duncan (IRD Sierra).....                    | 39 |
| Tabla 21: Rendimiento promedio de tubérculos en la variedad Amarilla Tumbay en los diferentes tratamientos y comparaciones Duncan (Rayancancha – Huánuco) .....       | 41 |
| Tabla 22: Rendimiento promedio de tubérculos en la variedad Yungay en los diferentes tratamientos y comparaciones Duncan (Chinchao – Huánuco) .....                   | 42 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 23: Rendimiento comercial (tn) de tubérculos en la variedad Canchan y prueba de comparación según Duncan .....                   | 43 |
| Tabla 24: Rendimiento comercial (tn) de tubérculos de la variedad Amarilla Tumbay y pruebas de comparación según Duncan. ....          | 44 |
| Tabla 25: Rendimiento total y comercial (kg) de papa de la variedad Yungay en los diferentes tratamientos.....                         | 45 |
| Tabla 26: Promedio de Tallos por planta en las diferentes localidades experimentales y pruebas de comparación de medias de Duncan..... | 47 |
| Tabla 27: Número promedio de tubérculos en los diferentes tratamientos y prueba de comparación según Duncan.....                       | 49 |
| Tabla 28: Materia seca (%) de tubérculos cosechados en los experimentos.....   | 50 |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Disposición de los tratamientos en el área experimental .....   | 19 |
| Figura 2: Ritmo de crecimiento de las plantas en los diferentes tratamientos, en tres fechas de evaluación .....                                | 25 |
| Figura 3: Ritmo de crecimiento de las plantas de papa de la variedad Amarilla Tumbay, en los diferentes tratamientos .....                      | 27 |
| Figura 4: Ritmo de crecimiento de las plantas de papa de la variedad Yungay, en los diferentes tratamientos .....                               | 29 |
| Figura 5: Variación del porcentaje de cobertura foliar (%) en plantas de la variedad Canchan en el IRD Sierra .....                             | 31 |
| Figura 6: Variación del porcentaje de cobertura foliar (%) en plantas de la variedad Amarilla Tumbay, en el experimento de Rayancancha .....    | 33 |
| Figura 7: Variación del porcentaje de cobertura foliar (%) en plantas de la variedad Yungay, en el experimento de Chinchao .....                | 35 |
| Figura 8: Rendimiento total (tn.ha-1), incremento del rendimiento respecto al testigo (%) y prueba de significación según Duncan .....          | 40 |
| Figura 9: Rendimiento total (tn.ha-1), incremento del rendimiento (%) y prueba de significación Duncan de los tratamientos en Rayancancha ..... | 41 |
| Figura 10: Rendimiento total (tn.ha-1), incremento del rendimiento respecto al testigo (%) y prueba de significación Duncan .....               | 42 |
| Figura 11: Incremento del rendimiento comercial (%) en los diferentes tratamientos frente al testigo  | 44 |
| Figura 12: Incremento del rendimiento comercial (%) en los diferentes tratamientos .....  | 45 |
| Figura 13: Incremento del rendimiento comercial (%) en los diferentes tratamientos .....  | 46 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| Anexo 1: Análisis de suelo del experimento IRD-Sierra .....  | 60 |
| Anexo 2: Análisis de suelo de los experimentos en la localidad de Huánuco .....  | 60 |
| Anexo 3: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre la emergencia de plantas de papa de las variedades Canchan, Amarilla Tumbay y Yungay .....   | 62 |
| Anexo 4: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre la altura de plantas de papa de las variedades Canchan, Amarilla Tumbay y Yungay .....   | 63 |
| Anexo 5: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el índice de cobertura de papa de la variedad Canchan, en el IRD Sierra. ....  | 64 |
| Anexo 6: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el índice de cobertura de papa de la variedad Amarilla Tumbay, en Rayancancha. ....  | 64 |
| Anexo 7: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el índice de cobertura de papa Yungay, en Chinchao. ....   | 64 |
| Anexo 8: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el número de tallos por planta de las variedades Canchan y Yungay a los 121 días y 127 días después de la siembra respectivamente. ....                    | 65 |
| Anexo 9: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre peso fresco (g) por planta en la variedad Canchan a los 121 días. ....   | 65 |
| Anexo 10: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre peso fresco (g) por planta en la variedad Yungay a los 127 días. ....   | 65 |
| Anexo 11: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el número de tubérculos en la variedad Canchan y Yungay, a los 121 y 127 días después de la siembra. ....   | 66 |
| Anexo 12: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el rendimiento total, comercial, por planta y tallo de papa variedad Canchan, Amarilla Tumbay y Yungay. ....  | 67 |
| Anexo 13: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el número de tallos por planta a los 169, 189 y 156 días después de la siembra, en las variedades Canchan, Amarilla Tumbay y Yungay respectivamente ..... | 68 |
| Anexo 14: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el número de tubérculos en la cosecha en las variedades Canchan, Amarilla Tumbay y Yungay. ....   | 68 |
| Anexo 15: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el contenido de materia seca de los tubérculos de las variedades Canchan, Amarilla Tumbay y Yungay, en la cosecha. ....                                   | 68 |

## RESUMEN

La papa es un cultivo de gran importancia en la alimentación a nivel mundial; en el Perú su producción es desde tiempos ancestrales y en diferentes zonas agroecológicas. La producción y productividad de este cultivo en la región sierra se ve limitada por factores adversos tanto bióticos como abióticos dando como resultado rendimientos por debajo del promedio nacional. Trabajos previos han demostrado que el uso de estrobilurinas producen beneficios positivos en el rendimiento y calidad del tubérculo al desencadenar en la planta procesos fisiológicos que conllevan a incrementar la producción; por otro lado, los extractos naturales de *Quillaja saponaria* mejoran en las plantas la tolerancia al estrés provocado por factores climáticos adversos, plagas y enfermedades. El objetivo de la investigación fue el de evaluar el efecto de formas comerciales de estos productos asperjados solos o en mezcla en el rendimiento de las variedades de papa Canchan, Amarilla Tumbay y Yungay. Se evaluó efectos sobre la altura de planta, porcentaje de cobertura foliar, materia seca y rendimiento de tubérculos. El uso de Legasus (Pyraclostrobin + metiram) aplicado al follaje prolongó dos semanas la fase vegetativa, mejoró el rendimiento de tubérculos en 75.10%, 34.16% y 65.14% en las variedades Canchan, Amarilla Tumbay y Yungay respectivamente. Por otra parte, Elenquo (*Quillaja saponaria*) asperjado al follaje además de favorecer el mayor porte de plantas, mejoró el rendimiento de las mismas variedades en 12.40%, 18.02% y 23.60% respectivamente; el efecto de la mezcla de estos productos alcanzó incrementos del rendimiento del 61.30%, 30.89% y 47.94% respectivamente; por otro lado, el uso de Acronis (pyraclostrobin + metil tiofanato) o Elenquo a la línea de siembra generó mayor número de tallos por planta. Se concluye que la aplicación de Legasus al follaje incrementa significativamente el rendimiento, que el uso de Elenquo aplicado al follaje solo o en mezcla mejora el rendimiento pero su efecto no es mayor que al de Legasus; finalmente, se concluye que Acronis o Elenquo aplicados a la línea de siembra contribuyen en aumentar el número de tallos.

**Palabras clave:** Estrobilurinas, , Metil tiofanato, Metiram. *Quillaja saponaria*

## ABSTRACT

Potato is a crop of great importance worldwide in alimentation. In Peru, it is produced since ancient times and in different agro-ecological areas. The production and productivity of this crop in the Sierra region are limited by biotic and abiotic adverse factors resulting in yields below the national average. Previous research has demonstrated that the use of strobilurins produces positive benefits in the yield and quality of tuber by triggering physiological processes in the plant that lead to increase the harvest. On the other hand, the natural extracts of *Quillaja Saponaria* improve in plants the resistance to stress caused by adverse climatic factors, pests and diseases. The aim of the research was to evaluate the effect of commercial forms of these products, sprinkled alone or in a mixture, on the yield of three varieties of potatoes: Canchan, Amarilla Tumbay and Yungay. The effects of the height of the plant, the percentage of leaf cover, the dry matter and the performance of the tubers were evaluated. The use of Legasus (Pyraclostrobin + metiram) on the foliage prolonged for two weeks the vegetative phase and improved the yield of the tubers in 75.10%, 34.16% and 65.14% in the Canchan, Amarilla Tumbay and Yungay varieties, respectively. Moreover, Elenquo (*Quillaja Saponaria*) sprinkled on the foliage in addition to stimulates the greater growth of the plant, improved the yield of these varieties by 12.40%, 18.02%, and 23.60% respectively. The effect of mixing these products reached increments of 61.30%, 30.89%, and 47.94% respectively. Furthermore, the use of Acronis (pyraclostrobin + methyl thiophanate) or Elenquo to the planting line generated a greater number of stems per plant. It's concluded that the application of Legasus to the foliage increases the yield significantly, the use of Elenquo applied to the foliage alone or in mixture improves the yield, but its effect isn't greater than the effect caused by Legasus. Finally, it's concluded that Acronis or Elenquo applied to the planting line increases the number of stems.

**Key words:** *Methyl thiophanate, Metiram, Strobilurins, Quillaja saponaria*

## I. INTRODUCCIÓN

La papa es un cultivo oriundo y representativo del Perú y es considerado como el patrimonio más grande de nuestra cultura agraria; en los últimos años este cultivo ha adquirido mayor interés y es el cuarto producto de mayor importancia mundial porque representa un alimento básico en la dieta de la población, al igual que el maíz, trigo y arroz. Su producción es una actividad tradicional tanto en la sierra como en la costa; las variedades de mayor área sembrada son las denominadas “blancas” y las nativas o “de color; estas variedades son cultivadas en Huánuco y Junín las que, a su vez, son las regiones de mayor superficie sembrada a nivel de la sierra central y mayormente bajo condiciones de secano.

Uno de los mayores problemas que afectan la producción de papa en la sierra central y que no puede ser controlado por el productor, es el factor climático, el cual puede influir de forma negativa en el rendimiento y calidad del producto cosechado; a este limitante se suma los suelos de baja fertilidad y el impacto negativo de las plagas y enfermedades; es por ello, que la protección sanitaria, adecuada nutrición de la planta y el uso de semillas de buena calidad son condiciones básicas para mejorar el rendimiento en zonas donde las condiciones son adversas.

La continua búsqueda de productos que mejoren el rendimiento de los cultivos, ha demostrado que el uso de las estrobirulinas y extractos naturales mejora la sanidad de la planta, estimula el crecimiento e incrementa la producción. Dentro de estos, Pyraclostrobin, es un tipo de estrobirulina cuyos efectos en la planta desencadena una serie de reacciones que favorecen el incremento del rendimiento, de igual modo, los extractos naturales, como *Quillaja saponaria*, han incursionado en la agricultura convencional y orgánica, brindando grandes beneficios en la producción.

La necesidad de aportar mayor información acerca del efecto de estos productos modernos en el cultivo de papa, es la que motiva a la realización del presente trabajo de investigación, en el que se evaluó el efecto de la aplicación de formulaciones comerciales con Pyraclostrobin y con extractos del árbol Quillay (*Quillaja saponaria*), sobre el rendimiento de papa, en dos localidades de la sierra central y en tres variedades de mayor uso comercial.

Por lo expuesto, los objetivos del presente trabajo de investigación fueron los siguientes:

Objetivo general:

- Contribuir al mayor conocimiento de los efectos de la aplicación individual y en mezclas de Pyraclostrobin, Metiram, Metil tiofanato y Extracto de Quillay en el cultivo de papa.

Objetivos específicos:

- Evaluar efectos de Pyraclostrobin + Metil tiofanato aplicado sobre la línea de siembra.
- Evaluar efectos de Pyraclostrobin + Metiran aplicados al follaje.
- Evaluar el efecto del extracto de Quillay aplicado sobre la línea de siembra.
- Evaluar el efecto de la aplicación al follaje de la mezcla (Pyraclostrobin + Metiram) más extracto de Quillay.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 CULTIVO DE PAPA**

La papa cultivada pertenece a la familia de las Solanáceas, al género *Solanum*, el cual agrupa más de 1000 especies. Se caracteriza por ser una planta herbácea conformada morfológicamente por un sistema de ejes aéreos y subterráneos que sostienen todos los demás componentes morfológicos (Egúsquiza, 2014).

La planta presenta un sistema radicular débil que se origina en los nudos de los tallos subterráneos que forman un sistema fibroso. Los tallos están conformados por estolones, tallos y tubérculos, los tallos pueden ser aéreos o subterráneos. Los estolones son tallos laterales que crecen a partir de las yemas de los tallos subterráneos, están especializados para el transporte de azúcares producidos en la parte aérea, dando origen a los tubérculos producto de la expansión de su extremo terminal o pueden formar tallos estoloníferos cuando se ponen en contacto con la luz. El tubérculo es un tallo con entrenudos fuertemente comprimidos, especializado para el almacenamiento de sustancias de reserva en forma de almidón (Egúsquiza, 2014; IICA/ DICTA, 2016)

#### **2.1.1 Manejo agronómico**

Según Egúsquiza (2014), la propagación más generalizada es por tubérculos de 40 a 60 gramos de peso, empleándose de 1333 a 2000 kg de tubérculo-tubérculos por hectárea. Una siembra adecuada requiere de un suelo bien preparado que favorezca la emergencia rápida y uniforme; la siembra se realiza en surcos distanciados a 0.90 a 1.10 metros y con un distanciamiento entre semillas de 30 cm. El aporque se efectúa cuando las plantas miden entre 25 y 35 cm para mejorar las condiciones del suelo y propiciar mayor desarrollo de los tubérculos, además, cubre la segunda dosis de fertilización nitrogenada. El cultivo de papa es muy sensible al déficit de agua en todos sus estados de crecimiento, por ello el número y volumen de riegos depende del tipo de suelo y de las condiciones climáticas.

En lo que concierne a la fertilización, el cultivo de papa, para producir 1 tonelada de tubérculo fresco necesita extraer del suelo de 4 a 6 kg de N, de 1 a 1.5 kg de P (2.3 a 3.5 kg de  $P_2O_5$ ), de 6 a 7.5 kg de K (7.2 a 9 kg de  $K_2O$ ) y de 0.6 a 0.8 kg Ca, Mg y S, estas

cantidades de nutrientes varían según el sustrato, la variedad y la fertilización practicada (Cámara *et al.*, 2000). La distribución de nutrientes se recomienda realizarla de la siguiente manera:

- A la siembra el 100% de fósforo y potasio y 50% del nitrógeno, cuidando de que el abono no entre en contacto con la semilla-tubérculo y lo dañe.
- El 50% restante de nitrógeno se suministra en el aporque, el fraccionamiento del nitrógeno se realiza para evitar su pérdida por el exceso de agua y volatilización del amoníaco.

### 2.1.2 Variedades en estudio

- **Variedad Canchan:** Es una variedad moderna o mejorada con buena capacidad productiva respecto a las variedades nativas. Se considera una variedad susceptible a la pudrición bacteriana (Pierna negra), ocasionada por *Erwinia sp* en suelos con alta humedad (CIP, 2014; Maldonado *et al.*, 2008), es resistente a *Phytophthora infestans*, aunque puede presentar daños considerables en zonas donde las condiciones son favorables para su desarrollo y es medianamente resistente a *Rhizoctonia solani* (Franco, citado por Giráldez, 2009; SEIMPA, 1994). Se adapta tanto en la costa como sierra, cultivándose desde los 0 a 3500 msnm. Las plantas pueden alcanzar 90 cm de altura, presentan flores de color rojo violáceo, los tubérculos son redondeados con ojos superficiales a semi profundos, piel roja, tamaño mediano a grande y contenido de materia seca 25 por ciento, apta para frituras; presenta de 4 a 6 tallos y de 14 a 25 tubérculos por planta (Egúsquiza, 2014), tiene un período vegetativo intermedio, de 4 a 5 meses y puede alcanzar rendimientos de 30 tn.ha<sup>-1</sup> (Maldonado *et al.*, 2008; CIP, 2014)
- **Variedad Yungay:** Esta variedad pertenece al grupo de las variedades mejoradas, es conocida como “papa chola” por su resistencia a condiciones adversas de clima y suelo (Egúsquiza, 2014), además muestra tolerancia a Mancha y a Rizoctoniasis, su siembra en la sierra se recomienda hacerla principalmente hasta los 3700 msnm (Franco, citado por Giráldez, 2018). Las plantas son erectas con tallo verde claro y hojas de color verde oscuro; el tubérculo es ovalado aplanado con ojos superficiales, piel de color amarillento y con ojos rojos (Maldonado *et al.*, 2018), tiene un período vegetativo tardío, entre 150 y 180 días, alcanzando un rendimiento promedio de 50 tn.ha<sup>-1</sup> (Franco, citado por



Giráldez, 2018). El contenido de materia seca en los tubérculos es de 20 a 24 % (CIP, 2014).

- **Variedad Amarilla Tumbay:** Es una variedad nativa de gran importancia en la sierra central, cultivada principalmente en las regiones de Huánuco, Junín, Huancavelica y Ayacucho, desde los 2400 a 3900 msnm (INIA, 2008). Es susceptible a la Mancha, Rizoctoniasis y Verruga de la papa; se caracteriza por presentar período vegetativo intermedio, posee tubérculos de tamaños pequeños y de forma redondeada, piel amarillenta con yemas moradas y ojos semi profundos, la pulpa es amarilla o crema oscura y los brotes morados (Egúsqüiza, 2014; FAO, 2018). El rendimiento estimado para la variedad es de 0.6 a 0.7 kg por planta (Sulca, 2016), por otro lado, Zambrano (2005) reportó haber obtenido 10 tn.ha<sup>-1</sup> en Huánuco y que el uso de semillas certificada puede incrementar el rendimiento a 14 tn.ha<sup>-1</sup>. Los tubérculos alcanzan 32% de materia seca por lo que considera de excelente calidad culinaria y comercial.

## 2.2 PYRACLOSTROBIN

Pyraclostrobin, es un ingrediente activo de efecto fungicida que resulta de la modificación de la estructura de fungicidas naturales llamados estrobirulinas (BLV, 2001), provenientes del hongo *Strobilurus tenacellus*, responsable de la pudrición de madera. Las estrobirulinas afectan la respiración mitocondrial de los patógenos bloqueando la transferencia de electrones en el complejo III, (bc1) (Kanungo y Joshi, 2014, Venancio *et al.*, 2003). El bloqueo en la cadena de transporte de electrones causa reducción del ATP disponible para la realización de los procesos esenciales de la célula fúngica.

Pyraclostrobin se desarrolló inicialmente como fungicida erradicante y/o curativo que actúa de forma protectora, tanto fuera de la superficie de la planta como dentro de los tejidos. En las plantas se absorbe una cierta cantidad del fungicida causando cambios en su metabolismo y crecimiento. Otro efecto principal que pyraclostrobin causa en las plantas se conoce como “efecto verde”; así mismo, contribuye a una mayor tolerancia al estrés abiótico, regulación hormonal, mayor asimilación de nitrógeno e incremento del rendimiento (Venancio *et al.*, 2003; BVL, 2001; Moreira *et al.*, 2018).

### 2.2.1 Modo de acción de pyraclostrobin en las plantas:

Beconi (1981), Taiz y Zeiger (2004) y Venancio (2003) resumen los principales efectos de pyraclostrobin en las plantas de la forma siguiente:

- Favorece la producción de nitratos, mejorando la asimilación de nitrógeno y generando mayor crecimiento en las plantas
- Incrementa la materia seca en los órganos de las plantas, los rendimientos y la calidad de los productos cosechados
- Genera un retraso en la senescencia, causa el famoso “efecto verde”.
- Mejora la tolerancia al estrés.
- Mejora la resistencia a patógenos.

### 2.2.2 Cambios hormonales

Según Venancio *et al.* (2003), experimentos realizados por Köehle y Abeles, evidenciaron los efectos del pyraclostrobin en el metabolismo de las plantas; encontraron que pyraclostrobin inhibe la biosíntesis de etileno a través de la reducción de la actividad de enzima 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) - sintasa, causando el retraso de la senescencia de las hojas y como resultado prolonga la actividad fotosintética. Aumenta los niveles endógenos de ácido indol-3-acético (IAA), como resultado del metabolismo del pyraclostrobin, al descomponerse en L-triptofano, un precursor natural del IAA. Por último, aumenta la concentración endógena de ácido abscísico (ABA), controlando mejor el estrés ambiental debido a la utilización más eficiente de agua en condiciones de estrés y la adaptación a temperaturas bajas.

- a. **Senescencia retardada:** La senescencia es un proceso natural por el cual las plantas pierden lentamente clorofila, ARN, lípidos y proteínas. La biosíntesis de etileno se da en casi todos los tejidos vegetales, aunque con mayor intensidad en los tejidos meristemáticos y puntos nodales; sin embargo, la actividad de producción de esta hormona se acelera durante la abscisión foliar, abscisión de la flor y maduración de frutos o ante la presencia de estrés fisiológico causados por factores bióticos o abióticos (Taiz y Zeiger, 2004).

La enzima encargada para la síntesis de etileno es la ACC-sintasa, que convierte la S-adenosil metionina en ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC); pyraclostrobin reduce la actividad de ACC-sintasa, inhibiendo la biosíntesis natural de etileno (Venancio 2003, Taiz y Zeiger 2004). Trabajos realizados por Kanungo y Joshi (2014) en plantas de trigo expuestas a estrés y tratadas con pyraclostrobin, demostraron que disminuyó la actividad de ACC-sintasa así como la concentración los niveles de ACC en el tejido hasta en un 63%; además, encontraron que incrementó el nivel endógeno de ácido indol-3-acético (IAA). Venancio *et al.* (2003) y Moreira (2018), también anotaron los mismos efectos de pyraclostrobin en experimentos realizados en cebada y trigo; además, mencionaron que existe una estrecha correlación positiva entre la concentración de estrobirulinas en el tejido y los niveles endógenos de IAA, auxinas y ácido abscísico (ABA).

- b. **Alivia el estrés oxidativo en las plantas:** Kanungo y Joshi (2014) mencionan trabajos realizados por Larson, quien encontró que las plantas tratadas con pyraclostrobin responden mejor al estrés oxidativo debido a una mayor actividad de las enzimas anti oxidativas (catalasas, peroxidases y superóxido-dismutasas); esta acción contribuye al efecto antisenescente y a la mayor tolerancia a los estreses ambientales. Macedo-Marquez (2012) menciona trabajos realizados por Wu y Tiedeman, en variedades susceptibles de cebada, determinaron que las formas reactivas de oxígeno (ROS) inducen en la planta a una formación de manchas foliares que perjudican el rendimiento. Estas formas reactivas de oxígeno constituyen un tipo de radical libre que se forman en los tejidos de las plantas en condiciones de estrés y, en grandes cantidades suelen ser nocivas causando la muerte celular. Venancio *et al.* (2003) obtuvo resultados similares en cebada de invierno tratadas con pyraclostrobin; encontró que las plantas tratadas no presentaron síntomas en la hoja bandera ni manchas foliares, lo que indicaría que pyraclostrobin bloquea la actividad de la ROS y, al mejorar la actividad de las enzimas antioxidantes proporciona mayor tolerancia al estrés.
- c. **Aumento de la biomasa:** El aumento de biomasa en las plantas expuestas a pyraclostrobin, se explica por la mayor asimilación de nitrógeno que se genera por aumento en la actividad de la enzima NADH-nitrato reductasa, encargada de catalizar la primera etapa de asimilación de nitrógeno que es la reducción de nitrato a nitrito (Moreira *et al.*, 2018; Venancio *et al.*, 2003) contribuyendo al crecimiento de las plantas.

En plantas de trigo tratadas con pyraclostrobin se encontró (Köehle, citado por Venancio *et al.*, 2003) que las hojas acumularon más nitrato y amoníaco durante la primera noche posterior a su aplicación; se indica que probablemente la NADH-reductasa no se inactiva durante la oscuridad, como si sucedería en las plantas control. La actividad de reducción de nitratos no mostró diferencia durante el día, pero durante la noche aumentó alrededor de 100%. Las plantas tratadas con pyraclostrobin mostraron un claro aumento de biomasa (20% frente al control) dos semanas después de la exposición a pyraclostrobin; no se encontró diferencia en el contenido de proteínas o relación de C/N, lo que explica, que la reducción adicional de nitrato favoreció el crecimiento de plantas tratadas.

### **2.2.3 Inducción de resistencia a patógenos**

Según Venancio (2003) Koehle *et al.* encontraron que las plantas de tabaco tratadas con pyraclostrobin desarrollaron lesiones más pequeñas después de ser afectadas por el virus TMV, frente a las plantas sin tratamiento. Esto debido a que pyraclostrobin aumenta la capacidad para activar genes defensivos. Además, se genera una baja de ATP en el citosol que sensibiliza a las mitocondrias a producir  $Ca^{+2}$ , que es importante para acelerar las reacciones defensivas de las plantas.

### **2.2.4 Incremento del rendimiento**

Pyraclostrobin desencadena una serie de reacciones en las células favorables para el crecimiento y desarrollo de las plantas y que conducen finalmente a elevar los rendimientos y la calidad de los productos cosechados (Moreira *et al.*, 2018).

Almádoz *et al.* (2010), evaluó la efectividad del fungicida pyraclostrobin + boscalid en el cultivo de papa, en tres municipios de La Habana, donde encontró mayor control de *Alternaria solani* e incrementos en el rendimiento del 8.5%. Así mismo, Egúsqüiza *et al.* (2012), realizaron experimentos en dos variedades de papa, aplicando Bellis® (pyraclostrobin + boscalid) en aspersión al follaje y Acronis® (pyraclostrobin + metil tiofanato) a la línea de siembra; encontraron que se incrementaba el rendimiento en un 12.8% en la variedad Única y 42.0 % en la variedad Yungay. En otro experimento que realizó el 2010, encontró que la aplicación de Legasus® (pyraclostrobin + Metiram) en papa Amarilla Tumbay fertilizada con tres dosis de nitrógeno, mejoró la eficiencia de la asimilación de

nitrógeno, prolongó el período vegetativo e incrementó el número y tamaño de tubérculos. Los rendimientos por unidad de área se incrementaron en 30% y 47% y los rendimientos por planta se incrementaron entre 19% y 49% de acuerdo a las diferentes dosis de nitrógeno.

Ccoicca (2012), menciona trabajos realizados por López, quien evaluó el efecto de Legasus® en dos localidades (Huancayo y Pazos) y en las variedades Capiro y Ccejorani. En la primera localidad, se duplicó el rendimiento de plantas tratadas frente al control, mientras que en la segunda localidad no se encontraron diferencias significativas; similares resultados este mismo autor encontró, al probar el efecto de dos formulaciones distintas de pyraclostrobin (Acronis® y Legasus®) y dos distanciamientos de siembra en la variedad Única, encontrando que se incrementó el rendimiento por área, por planta y por tallo en 7.9%, 7.4% y 8.8% respectivamente.

En Colombia Patiño *et al.* (2014), evaluaron el efecto bioestimulante de pyraclostrobin sobre el cultivo de papa variedad Diacol Capiro, aplicado a la semilla y en aspersiones foliares en 7 oportunidades; observaron que las plantas tratadas con pyraclostrobin mantuvieron el follaje verde por más tiempo y acumularon mayor porcentaje de materia seca en las hojas, tallos y tubérculos, además reportaron que el rendimiento con pyraclostrobin (59.40 tn.ha<sup>-1</sup>) fue superior al testigo (46.98 tn.ha<sup>-1</sup>).

BASF informó que varios investigadores probaron efectos en papa del fungicida Comet® (pyraclostrobin 25 % p/v). Entre ellos, en Colombia García (2010) realizó cuatro aplicaciones de Pyraclostrobin (“Comet”) en la variedad Diacol Capiro, encontró que Comet incrementó el rendimiento en 6.3 toneladas. De igual manera Coicca (2012), cita trabajos de Dienemann y colaboradores los cuales realizaron experimentos en cuatro zonas productoras de papa en Chile y registraron incrementos del rendimiento total de 4.9%, 5.7%, 4.1% y 11%; menciona también, trabajos realizados por Betanzo quien probó el efecto de pyraclostrobin en papa, variedad Karu, encontrando incrementos del 34% y 54% frente al testigo.

Investigaciones realizadas con pyraclostrobin en otros cultivos, señalan los mismos resultados; reportes mencionados por FAO (2012) indican que la aplicación de pyraclostrobin en maíz alcanzó producir 8.32 tn.ha<sup>-1</sup>, mientras que sin ella, se produjo solo 5 tn.ha<sup>-1</sup>. De igual manera en Ontario, Canadá, Mahoney *et al.* (2015) indicaron que, al realizar aplicaciones foliares de pyraclostrobin, se mejoró el rendimiento de soya en 4.49

tn.ha<sup>-1</sup>, además de observar retraso en la senescencia y mayor resistencia a la mancha marrón.

### **2.3 METIRAM**

Metiram es un fungicida no sistémico, su modo de acción es de contacto multisitio; actúa en forma preventiva sobre las esporas de hongos en proceso de germinación, obteniéndose los mejores resultados cuando se aplica antes que el patógeno penetre en las células de la planta. Es efectiva contra *Phytophthora infestans*, *Peronospora sp*, *Uromyces sp*, *Puccinia sp*, *Septoria sp*, *Venturia sp*); además, es usado en cereales, frutales, vegetales, tabaco y ornamentales (BASF, 2018d; TERRALIA, 2019)

### **2.4 METIL TIOFANATO**

Metil tiofanato es un fungicida del grupo Benzamidazol, sistémico con movilidad por el xilema y floema con acción preventiva y curativa por vía sistémica y de contacto. Aplicado a semillas impide el crecimiento micelar y la germinación de conídias, por lo que las protege inhibiendo el desarrollo y penetración de patógenos del suelo como *Fusarium*, *Rhizoctonia*, controlando también hongos de semillas como *Phomosis spp*, *Cercopora kikuchii*, *Cercospora sojina*, *Alternaría spp*, *Colletotrichun* (Terralia, 2019; UNA, 2019; BASF, 2018b; TERRALIA, 2019)

El INIA Chile (2017a) evaluó el efecto de 12 productos comerciales para el control de *Fusarium spp.* y *Cercospora kikuchii* en semillas de soya; encontraron que 100 ml/100kg de Acronis (pyraclostrobin + metil tiofanato) produjo los mejores resultados con 99 por ciento de semillas protegidas y 98 por ciento de germinación. Similares resultados en protección sanitaria y emergencia de plantas por metro lineal obtuvo el INTA (2012) en semillas de arveja tratadas con Metil tiofanato 10% en mezcla con Metalaxil 1.33% o con carboxin 20%.

### **2.5 EXTRACTO DE QUILLAY**

*Quillaja saponaria*, conocido como Quillay es una especie nativa de la zona central de Chile y una importante fuente de glicósidos de saponinas. La extracción de saponinas se realiza de diferentes órganos de la planta, pero principalmente de la corteza, de donde se obtienen más de 50 tipos de saponinas, entre ellos, el de tipo triperpenoide; además, contiene compuestos

fenólicos como taninos, flavonoides, proteínas y azúcares naturales. (Pajuelo, 2016; Cartagena, 2010).

Las saponinas y los compuestos fenólicos, son metabolitos secundarios producidos por la planta, que no cumplen funciones vitales y son generados por la mayoría de las plantas y algunas bacterias (Espejo, 2014); las saponinas tienen la capacidad de bajar la tensión superficial, emulsificar y también actúan como barreras protectoras contra patógenos (Flores, 2017). Por otro lado, los compuestos fenólicos actúan como biostimulantes, debido a que los taninos están implicados en procesos defensivos y los flavonoides actúan como antioxidantes, protegiendo de los efectos oxidativos por los radicales libres, luz y químicos, contribuyendo ambos a la tolerancia del estrés abiótico (AEFA, 2018).

En la actualidad, el uso de estas saponinas es de gran importancia, se usa como espumante en la industria cosmética y como coadyuvante en la industria farmacéutica (Cartagena, 2010); en la agricultura se emplean formulaciones a base del extracto de quillay y fitorreguladores como giberelinas y auxinas que promueven el crecimiento de las plantas, mejoran el desarrollo radicular e incrementan los rendimientos (BAS, 2017; BASF, 2018c).

El ácido indol acético (AIA), conocido como la hormona del crecimiento; se sintetiza especialmente en los tejidos meristemáticos o en los órganos jóvenes de las plantas (ápices de tallos y raíces), de donde migra a la zona de elongación y a las otras zonas donde ejerce su acción (Azcon-Bieto y Talon, 2000). Favorecen la elongación celular de todos los órganos, retrasan la maduración de tejidos, induce la formación de raíces, dominancia apical y favorece la formación del xilema. (Bautista *et al.*, 2010).

Las Giberelinas (GA), conocidas como reguladores del porte de plantas, se sintetizan especialmente en áreas de crecimiento activo tales como los embriones, meristemas o células en desarrollo (Bidwel, 1979) su efecto principal es que inducen a una elongación drástica del entrenudo, promoviendo el crecimiento rápido de las plantas. Además, en general estimulan la elongación de órganos, retardan la maduración de los tejidos, inhiben la formación de flores en la mayoría de especies y rompen la dormancia de semillas y yemas (Bautista *et al.*, 2010; Azcon-Bieto y Talón, 2000).

### 2.5.1 Efectos del extracto de quillay sobre las plantas.

Reportes realizados por Fernández (2018) en diversos cultivos, indican que el producto Elenquo (extracto de *Quillaja saponaria*), mejora el rendimiento así como la calidad de la cosecha. Se reporta que al aplicar Elenquo en el cultivo de papa, se obtuvo un incremento del 12% en el rendimiento total y un aumento de 4,370 kg/ha en la cantidad de tubérculos de tamaño primera. Menciona además, que en el cultivo de cebolla, después de 10 aplicaciones de Elenquo se obtuvo 11% más en el rendimiento frente a plantas no tratadas; de igual manera en el cultivo de tomate, se encontró un incremento en 6,7% en el rendimiento. En todos los cultivos se pudo apreciar un incremento acelerado del crecimiento de la plantas frente al testigo, resultando en plantas de mayor porte.

Experimentos realizados en el 2013-2014, en el cultivo de vid, se encontró que aplicaciones de QL Agri (extracto de *Quillaja saponaria*), en dosis de 25 l/ha, para el control de *Meloidogyne spp*, ejerce el 20% más de control frente a otros productos convencionales (BASF, 2015). Así mismo, Magunacelaya (2005) evaluó el efecto nematicida y enraizante de QL Agri 35 en laboratorio y comprobó efectos positivos sobre los nematodos *Xiphinema spp*, *Meloidogyne spp* y *Pratylenchus spp*, (61.5%, 85% y 100% de mortandad respectivamente), a las 48 horas después de la exposición. El efecto enraizante fue comprobado también en plantas de vid listas para trasplante, donde observó que las raíces mejoran su calidad y cantidad, traduciéndose esta mejora en mayor peso seco de raicillas y parte aérea de las plantas.

En la actualidad las saponinas procedentes de diversas especies vegetales, son usadas para el control de plagas y enfermedades en diferentes cultivos. Fisher *et.al* (2011) evaluó el efecto de las saponinas contenidas en el extracto de *Quillaja saponaria* frente a *Botritis cinérea* y *Xiphinema index*, encontrando que a dosis mayores de 1.0 mg se detuvo el desarrollo temprano de esporas de *B. cinérea* y a dosis de 0.2 mg/ml se produjo 100% de control en *X. index*. Apaza *et al.* (2016) confirma la acción anti fúngica de saponinas procedentes de *Chenopodium quinoa Will*, frente a *Cercospora beticola* en el cultivo de acelga, donde dosis a partir de 5 mg/ ml controlan el desarrollo del patógeno incrementado la producción. Así mismo, Apablaza *et al.* (2002) controlaron Oídio en pepino y zapallo bajo condiciones de invernadero y campo, donde se encontró además, que cuanto más puro es el extracto tiene mayor efecto anti fúngico.



## 2.6 PRODUCTOS COMERCIALES EMPLEADOS

Pyraclostrobin es una estrobirulina desarrollada por la BASF Chemical Company y con numerosos antecedentes de efectos benéficos en la sanidad, fisiología y metabolismo de los cultivos. La BASF Peruana S.A. promueve el uso y experimentación de sus formulaciones comerciales como son Acronis y Legasus que contienen, además de Pyraclostrobin, ingredientes activos de efectos fungicidas como son el Metil Tiofanato y Metiram respectivamente (Ccoicca, 2012, BASF, 2018a). Por otro lado, el producto comercial Elenquo es un extracto natural de *Quillaja saponaria* el cual tiene múltiples beneficios en la planta, además de ser coadyuvante y mejorar la eficiencia de otros productos cuando se usa en mezcla (BASF, 2016)

**LEGASUS® (Metiram 55% + Pyraclostrobin 5%):** Es un fungicida que controla un amplio espectro de hongos Deuteromicetos, Basidiomicetos, Ascomicetos y Oomicetos. Posee actividad preventiva o curativa temprana. Pyraclostrobin es un fungicida sistémico translaminar, de acción preventiva, curativa y erradicante; mientras que Metiram actúa por contacto interrumpiendo los procesos bioquímicos (BASF, 2018d). Por su efecto, Legasus ha demostrado aumentar los rendimientos y calidad de las cosechas al obtener plantas más verdes, más saludables y productivas (BASF, 2018a).

**ACRONIS® (Metil Tiofanato 45% + Pyraclostrobin 5%):** Es un fungicida de amplia acción para protección contra enfermedades producidas por hongos del suelo y “chupaderas” (Damping-off). Su acción de protección se da en etapa de germinación y primeros estados de desarrollo. La combinación de sus dos moléculas actúa como preventivo y curativo. Metil tiofanato es un fungicida del grupo Benzimidazol, sistémico que actúa impidiendo el crecimiento micelial y la germinación de conidios. En la planta se transforma en carbendazim, que es mejor absorbido, fácilmente transportado por la savia bruta y altamente fungitóxico (BASF, 2018b).

**ELENQUO (Extracto de Quillay 6.9%):** Es un coadyuvante y biofertilizante de origen natural a base de extracto puro de Quillay; contiene fitohormonas naturales como auxina (103ml/L) y giberelinas (170 mg/L). Su uso baja el pH de la solución y mejora la eficiencia de los fungicidas, fertilizantes foliares e insecticidas, actúa como fitoregulador, reduce el estrés y mejora el desarrollo vegetativo y reproductivo, incrementando el rendimiento (BASF, 2016; BASF, 2018c).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIALES Y EQUIPOS**

- Semillas de papa variedad Canchan, Yungay y Amarilla Tumbay
- Pyraclostrobin + Metiram (“Legasus”)
- Pyraclostrobin + Metil tiofanato (“Acronis”)
- Extracto de quillay (“Elenquo”)
- Balanza
- Wincha
- Bolsas
- Rejilla reticulada
- Mochila de fumigación de 20 litros
- Libreta de apuntes
- Lapicero
- Carteles para identificación de los tratamientos

#### **3.2 TRATAMIENTOS**

1. Testigo
2. Aplicación foliar de LEGASUS.
3. Aplicación foliar de ELENQUO.
4. Aplicación foliar de la mezcla LEGASUS + ELENQUO.
5. ELENQUO en línea de siembra y aplicación foliar de la mezcla LEGASUS + ELENQUO.
6. ACRONIS en línea de siembra y aplicación foliar de la mezcla LEGASUS + ELENQUO.
7. ACRONIS en línea de siembra y aplicación foliar de ELENQUO.

### **Frecuencia de aplicación de tratamientos y dosis utilizadas.**

- a. *ACRONIS (Pyraclostrobin + Metil tiofanato) en aspersión a la línea de siembra:* Consistió en la aspersión de una solución de ACRONIS.
- b. *ELENQUO (Extracto de Quillay) a la línea de siembra:* Se realizó una sola aspersión de la solución de ELENQUO.
- c. *LEGASUS (Pyraclostrobin + Metiram) en aspersión al follaje:* Consistió en 03 aspersiones al follaje de LEGASUS y con una frecuencia de aplicación de cada dos semanas.
- d. *ELENQUO (Extracto de Quillay) en aspersión al follaje:* Se realizó 03 aspersiones al follaje de ELENQUO. Repitiendo la siguiente aplicación dos semanas después de la anterior.
- e. *Mezcla de LEGASUS (Pyraclostrobin + Metiram) y ELENQUO (Extracto de Quillay) en aspersión al follaje:* Se realizó 03 aspersiones foliares con la mezcla de LEGASUS y ELENQUO. La frecuencia de aplicaciones fue cada dos semanas.

### **Dosis de los productos comerciales utilizados**

- Legasus: 5 g/l : 1kg/ha
- Elenquo: 2 ml/l : 400 ml/ ha
- Acronis : 2.5 ml/l : 500 ml/ha

## **3.3 CARACTERISTICAS DE LOS CAMPOS EXPERIMENTALES**

### **3.3.1 Ubicación:**

El estudio se realizó en tres localidades diferentes. Un experimento se desarrolló en el departamento de Junín, provincia Jauja, distrito San Lorenzo, en las instalaciones del IRD-Sierra, Fundo San Juan de Yanamuco, que pertenece a la Universidad Nacional Agraria la Molina, a 3279 msnm y 11° 51´ 406´´ de latitud, mientras que los dos experimentos restantes se instalaron en el departamento de Huánuco; el segundo experimento se realizó en el distrito de Chinchao, en la parcela del agricultor Don Enrique Llanos, ubicado a 2395 msnm y 9° 46´ 604´´ de latitud. El último y tercer experimento se instaló en el distrito de

Rayancancha a 4101 msnm y 9° 55' 211 '' de latitud, en la parcela del agricultor Don Raymundo Palacios.

### **3.3.2 Suelos:**

Las propiedades fisicoquímicas de los suelos, fueron analizadas en el laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la Universidad Nacional Agraria la Molina (LASPAF - UNALM).

El suelo del IRD Sierra, tiene reacción ligeramente alcalina (presentó un pH de 7.6), conductividad eléctrica de 0.47 dS/m y presencia de sales en forma de carbonato de calcio. El contenido de materia orgánica es bajo (2.62 %), la concentración de fósforo es alta (21.1 ppm), al igual que el potasio disponible (389 ppm) y por último la capacidad de intercambio catiónico es normal.

En comparación al suelo del IRD Sierra, los suelos de Huánuco no presentaron carbonato de calcio. En Rayancancha, la reacción del suelo fue ácida (pH de 4.46) y la conductividad eléctrica fue de 1.33 dS/m, presentó alto contenido de fósforo (20 ppm) y materia orgánica (10%), además, el potasio disponible se encontró en muy alta concentración (545 ppm) y la capacidad de intercambio catiónico fue normal.

En los suelos de Chinchao, la reacción del suelo fue ligeramente acida (pH de 5.75), el contenido de fósforo fue medio (12,6 ppm), la concentración de materia orgánica media (3.45 %), tiene bajo contenido de potasio disponible (144 ppm) y por último la capacidad de intercambio catiónico fue ligeramente bajo. Los resultados del análisis del suelo se presentan en los Anexos 1 y 2

### **3.3.3 Variables climáticas durante la conducción del experimento**

Los datos hidrométricos durante el experimento, según la localidad, se tomaron de las estaciones meteorológicas más cercanas (Tabla 1, 2 y 3). Según Martínez (1987), las heladas, sequias, granizadas o el calor excesivo, son los principales factores que reducen el rendimiento de papa en la sierra.

**Tabla 1: Datos hidrométricos en la localidad de Jauja**

| <b>Mes</b> | <b>T. máxima</b> | <b>T. mínima</b> | <b>T. promedio</b> | <b>Precipitación</b> |
|------------|------------------|------------------|--------------------|----------------------|
| Noviembre  | 21.13            | 6.21             | 13.67              | 123.40               |
| Diciembre  | 19.76            | 6.79             | 13.28              | 84.00                |
| Enero      | 18.00            | 6.23             | 12.12              | 129.80               |
| Febrero    | 18.95            | 7.18             | 13.06              | 124.70               |
| Marzo      | 18.95            | 6.82             | 12.89              | 156.80               |
| Abril      | 18.88            | 4.26             | 11.57              | 43.50                |
| Mayo       | 20.30            | 2.04             | 11.17              | 55.00                |

Altura: 3378 msnm; Latitud: 11° 47' 11.9"; Longitud: 75° 29' 12.8"

**Tabla 2: Datos hidrométricos en la localidad de Rayancancho**

| <b>Mes</b> | <b>T. máxima</b> | <b>T. mínima</b> | <b>T. promedio</b> | <b>Precipitación</b> |
|------------|------------------|------------------|--------------------|----------------------|
| Noviembre  | 15.79            | 5.57             | 9.69               | 51.50                |
| Diciembre  | 15.29            | 5.49             | 9.34               | 130.80               |
| Enero      | 14.53            | 5.17             | 9.07               | 131.70               |
| Febrero    | 15.41            | 6.19             | 9.74               | 95.20                |
| Marzo      | 14.24            | 6.25             | 9.43               | 133.20               |
| Abril      | 13.71            | 4.65             | 8.57               | 111.70               |
| Mayo       | 14.94            | 4.56             | 8.96               | 14.50                |
| Junio      | 13.39            | 2.44             | 7.40               | 7.70                 |
| Julio      | 13.60            | 2.30             | 7.45               | 1.90                 |

Altitud: 3584 msnm; Latitud: 9° 52' 44.2"; Longitud: 76° 35' 27.2"

**Tabla 3: Datos hidrométricos en la localidad de Chincho**

| <b>Mes</b> | <b>T. máxima</b> | <b>T. mínima</b> | <b>T. promedio</b> | <b>Precipitación</b> |
|------------|------------------|------------------|--------------------|----------------------|
| Noviembre  | 19.08            | 11.88            | 15.48              | 171.50               |
| Diciembre  | 18.17            | 11.68            | 14.93              | 285.50               |
| Enero      | 17.38            | 10.97            | 14.17              | 565.20               |
| Febrero    | 17.53            | 11.64            | 14.58              | 153.70               |
| Marzo      | 17.56            | 11.44            | 14.50              | 269.60               |
| Abril      | 19.00            | 11.21            | 15.11              | 168.40               |
| Mayo       | 19.34            | 10.85            | 15.09              | 104.60               |
| Junio      | 18.13            | 9.77             | 13.95              | 136.00               |
| Julio      | 19.08            | 9.85             | 14.47              | 174.90               |

Altitud: 1950 msnm; Latitud: 9° 40' 1"; Longitud: 76° 5' 1"

### 3.4 MATERIAL VEGETAL

Se emplearon semillas- tubérculo desinfectados y brotados de tres variedades diferentes. En el IRD Sierra se sembró la variedad Canchan, en Rayancancha la variedad nativa Amarilla Tumbay y en Chinchao, la variedad Yungay. La procedencia de estos tubérculos- semilla fueron de la misma zona en el que se realizó el estudio.

### 3.5 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

**Tabla 4: Dimensiones de la parcela experimental**

| <b>Unidad experimental (parcela)</b> | <b>Medidas</b>          |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Número de surcos                     | 4                       |
| Distanciamiento entre surcos         | 1m                      |
| Largo de parcela                     | 6 m                     |
| Ancho de parcela                     | 4m                      |
| <b>Área de la parcela</b>            | <b>24 m<sup>2</sup></b> |
| Distanciamiento entre plantas        | 0.3m                    |
| Número de golpes por surco           | 21                      |
| Número de semilla por golpe          | 1                       |
| <b>Total de semillas por surco</b>   | <b>21</b>               |

| <b>Bloque</b>          | <b>Medidas</b>           |
|------------------------|--------------------------|
| Ancho del bloque       | 6 m                      |
| Largo del bloque       | 28 m                     |
| <b>Área del bloque</b> | <b>168 m<sup>2</sup></b> |

| <b>Área experimental total</b> | <b>Medidas</b>           |
|--------------------------------|--------------------------|
| Distancia de calles            | 1.5m                     |
| Largo                          | 28m                      |
| Ancho                          | 28.5m                    |
| <b>Área total experimental</b> | <b>798 m<sup>2</sup></b> |

## DISPOSICIÓN EXPERIMENTAL

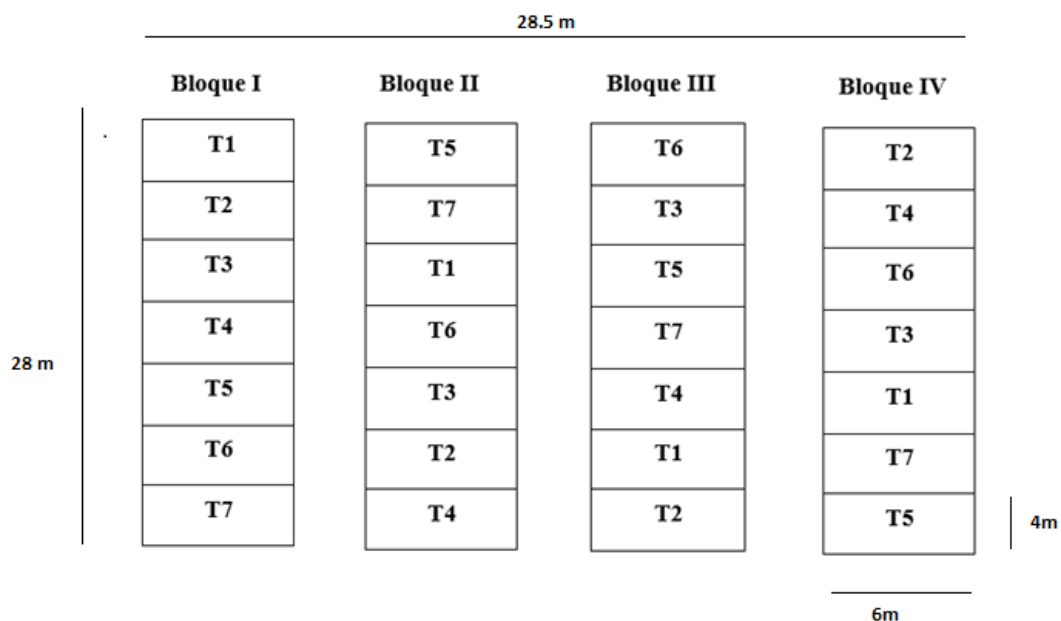


Figura 1: Disposición de los tratamientos en el área experimental

### 3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico empleado fue el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cuatro bloques (repeticiones) y cada uno de ellos con siete tratamientos. Haciendo uso del programa estadístico R, se realizaron los análisis de variancia (ANVA); los promedios fueron comparados mediante la prueba Duncan con un nivel de significación de 0.05.

### 3.7 CONDUCCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

**Instalación de experimentos:** El experimento en el IRD Sierra se instaló el día 23 de noviembre del 2017, mientras que en la región Huánuco las instalaciones se realizaron el 26 (Chinchao) y el 25 de noviembre (Rayancancha) del mismo año.

**Preparación de terreno:** *Riego de machaco*. Esta labor se realizó en el IRD Sierra 20 días antes de la preparación del terreno, para darle al suelo la suficiente humedad necesaria para favorecer la emergencia de plantas. Cuando el suelo se encontraba “a punto”, se prosiguió con la preparación del terreno. Los suelos en las localidades de Huánuco, se prepararon con la humedad de las lluvias.

**Arado y surcado:** la preparación del suelo se realizó de forma mecánica en el IRD Sierra, en tanto que en la región Huánuco (Chinchao y Rayancancha), se preparó de forma manual y con ayuda de yuntas. Esta actividad se realiza con la finalidad de conseguir una buena profundidad, que permita el desterronamiento del suelo, mejorando la aireación, drenaje y eliminación de las plantas voluntarias. El surcado se realizó a una distancia de 1.0 metro entre surcos con una profundidad aproximada de 40 cm.

**Siembra:** Se realizó con tubérculos debidamente brotados y desinfectados, las semillas se colocaron a 0.3 metros de distanciamiento entre ellas, haciendo un total de 21 tubérculos por surco.

**Fertilización:** La fertilización se realizó en base a los análisis del suelo y en dos oportunidades. La primera fertilización se realizó en la siembra, en la que se utilizó el 50% de N y el 100% de P y K. y la dosis de fertilización del cultivo fue de 200-180-200 kg.ha<sup>-1</sup>. La segunda fertilización se efectuó en el aporque, en el que se incorporó 50% del Nitrógeno restante cuando las plantas promediaban los 20 cm de altura. Como fuente de nutrientes se utilizó Nitrato de amonio, Superfosfato triple y Cloruro de potasio.

**Labores culturales:** *Riego:* el riego se realizó en el IRD Sierra, para completar la demanda hídrica del cultivo; posteriormente en esta localidad y en Huánuco el abastecimiento de agua fueron de las constantes precipitaciones ocurridas durante la fase experimental.

**Control fitosanitario:** Los principales problemas sanitarios fueron

- RANCHA "*Phytophthora infestan*". Esta enfermedad se presentó en todo el período del cultivo en diferentes intensidades.
- Alternaría "*Alternaria solani*". Esta enfermedad hizo presencia después de la floración y más en el período de maduración del cultivo. Ambas enfermedades se controlaron con aplicaciones químicas para disminuir sus daños.
- Comedores de follaje (*Agrotis ipsylon* y *Spodoptera frugiperda*). Estas plagas se presentaron al inicio del cultivo, generando algunas pérdidas de brotes recién emergidos.
- Pulguilla (*Epitrix spp*), Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) y la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*). Estas plagas se presentaron en bajas poblaciones durante el período vegetativo.



La aplicación de productos para el control y prevención, se realizaron según la zona e intensidad de la enfermedad y plaga. En el IRD Sierra la frecuencia de aplicación fue cada 10 días haciendo un total de 6 aplicaciones. Mientras que en Rayancancha se realizó 5 aplicaciones totales. En el caso de la localidad de Chinchao, al ser una zona de alta incidencia de Rancho se realizaron un total de 10 aplicaciones cada 8 días. Los productos utilizados se presentan en la tabla 5.

**Tabla 5: Productos y dosis utilizadas para el control fitosanitario**

| <b>Producto</b> | <b>Ingrediente activo</b>    | <b>Dosis<br/>(200 lt.)</b> | <b>Uso</b>   |
|-----------------|------------------------------|----------------------------|--|
| Infinito        | Propamocarb + Fluopicolide   | 300 ml                     | <i>Phytophthora infestan</i>                             |
| Sphinx Supra    | Clorotalonil+ Dimetomorf     | 500 g                      | <i>Phytophthora infestan</i>                             |
| Acrobat         | Dimetomorfo + mancozeb       | 500 g                      | <i>Phytophthora infestan</i>                             |
| Curzate         | Cymoxanil + mancozeb         | 500 g                      | <i>Phytophthora infestan</i>                             |
| Fitoraz         | Propineb + cymoxanil         | 500 ml                     | <i>Alternaria solani</i><br><i>Phytophthora infestan</i> |
| Verismo         | Metaflumizona                | 300 ml                     | Phthorimaea<br>operculella                               |
| Bronco          | neonicotinoide, thiamethoxan | 350 ml                     | Plagas picadores y<br>chupadores                         |
| Break Trhu      |                              | 50 ml                      | Adherente  |

**Cosecha:** Al término de la maduración de la planta y cuando la epidermis (cáscara) del tubérculo ya estaba suberizada se realizó la extracción de las plantas una a una para evaluar los componentes de rendimiento.

### **3.8 EVALUACIONES REALIZADAS**

#### **3.8.1 Evaluaciones del crecimiento y desarrollo de las plantas**

- *Porcentaje de plantas emergidas:* La evaluación de este parámetro en el IRD Sierra se efectuó entre los 20 y 30 días después de la siembra. Los resultados se expresaron en porcentaje (%) y se obtuvo el promedio de los tratamientos.
- *Altura en plantas:* Se registró la altura de 10 plantas distribuidas al azar en los dos surcos centrales de cada parcela experimental. La frecuencia de evaluación fue de cada 15 días, a partir de la primera aplicación foliar, hasta que las plantas se encuentren en pleno crecimiento. Para la medición de la altura se utilizó una wincha, y la altura fue tomada desde la superficie del suelo hasta la yema terminal del tallo principal.

- *Cobertura Foliar:* Se utilizó el método propuesto por el Centro Internacional de la Papa, que consiste en el uso de una rejilla reticulada de 0.5m x 1.0 m, la cual contiene 50 celdas de 0.1m x 0.1m; esta rejilla permite expresar la proporción de suelo que está cubierto por el follaje verde. Para estimar la cobertura foliar se colocó la rejilla encima de la planta y se contó el número de cuadrados en el que el follaje ocupe más del 50% del área. El número total registrado se dividió entre el total de cuadrados de la rejilla y se multiplicó por 100. La medición se realizó en 10 puntos diferentes de los dos surcos centrales de cada parcela y con una frecuencia de dos semanas.
  
- *Peso fresco y seco de hojas, tallos y tubérculos:* Se determinó el peso fresco de una planta extraída al azar dentro de cada parcela, en el IRD-Sierra se realizó a los 121 días después de la siembra y, en la localidad de Chinchao a los 124 días después de la siembra. Se procedió a pesar la parte aérea (tallos, hojas y tubérculos) y contabilizar el número de tallos principales por planta; luego se extrajo una alícuota de 100 a 200 gramos aproximadamente, las cuales se colocaron en bolsas de papel para su posterior secado en estufa, a una temperatura de 75°C y por 72 horas. Finalmente por regla de tres simple se obtuvo el peso seco de la planta. Los resultados se expresaron en peso seco por tallo de hojas, tallos y tubérculos.

### **3.8.2 Evaluaciones realizadas en cosecha**

La cosecha de las plantas en los experimentos de IRD Sierra, Rayancancha y Chinchao se realizó a los 156, 169 y 189 días después de la siembra respectivamente. Se extrajeron plantas de manera individual, de los dos surcos centrales de cada parcela y se evaluó el número de tallos principales y los componentes del rendimiento de tubérculos (número, tamaño y peso).

- *Numero de tubérculos:* Corresponde al número total de tubérculos obtenidos por parcela. Los resultados son expresados en tubérculos por área, por planta y por tallo.
- *Peso de tubérculos:* El peso de los tubérculos se registró por categorías. Estos resultados se expresaron en peso de tubérculos por área, por tamaño y por tallo.
- *Tamaño de tubérculos:* Los tubérculos cosechados se clasificaron de acuerdo a su calibre en seis categorías que se presentan en la Tabla 6.

**Tabla 6: Clasificación de los tubérculos cosechados.**

| CATEGORIA     | DIÁMETRO (cm) |                 |
|---------------|---------------|-----------------|
| Comerciales   | Extra         | >9.0            |
|               | Primera       | 7.5 – 9.0       |
|               | Segunda       | 6.0 – 7.5       |
|               | Tercera       | 4.5 – 6.0       |
|               | Cuarta        | 3.0 – 4.5       |
| Chanco o muñi |               | < 3.0 y dañados |

Fuente: Ccoicca (2012)

En base a esta clasificación se consideró como rendimiento comercial a las categorías extra, primera y segunda.

### 3.8.3 Evaluaciones realizadas en post cosecha

- *Porcentaje de materia seca:* Se realizó calculando el peso seco de tubérculo por cada tratamiento, después de permanecer en estufa 72 horas a una temperatura de 75°C.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **4.1 PORCENTAJE DE EMERGENCIA**

Las plantas emergieron entre la tercera y cuarta semana después de la siembra. No se observaron diferencias significativas por efecto de los tratamientos (Anexo 3), aún cuando se prestó atención al efecto del tratamiento de suelo con metil tiofanato. Este comportamiento fue similar en las tres localidades experimentales (IRD Sierra, Rayancancha y Chinchao) en las que el porcentaje promedio general de emergencia en la tercera semana fue de 98.30, 91.50 y 90.00 respectivamente. Las “fallas” en la emergencia de plantas en los experimentos son atribuidas a la condición de calidad sanitaria de los tubérculos semilla.

### **4.2 ALTURA DE PLANTAS**

#### **4.2.1 Altura de plantas en el experimento IRD Sierra**

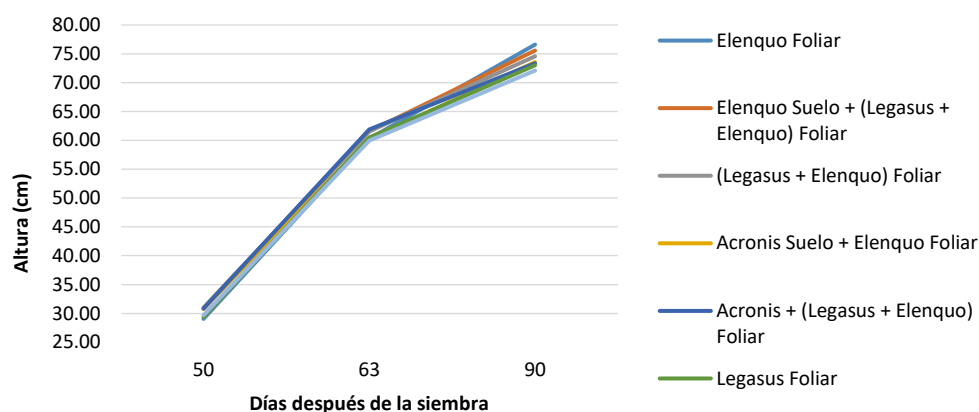
En la tabla 7 se muestra los promedios de altura de las plantas de la variedad Canchan, el porcentaje respecto a la altura máxima y el incremento por día entre cada período de tres fechas de evaluación. A los 50 días después de la siembra se realizó la primera aplicación foliar de los tratamientos en plantas cuya altura promedio general era de 30.24 cm, a los 63 días se incrementó hasta 60.85 cm y a los 90 días alcanzó el porte máximo de 74.10 cm.

En la figura 2 se grafica el ritmo de crecimiento de las plantas por efecto de los tratamientos. En promedio general, las plantas incrementaron rápidamente su tamaño hasta los 63 días con un ritmo de crecimiento de 2.35 cm por día, después de esta fecha la tasa de crecimiento se redujo a 0.47 cm por día, hasta alcanzar su máximo porte.

El análisis estadístico y las pruebas de comparación de medias Duncan, para altura de plantas de la variedad Canchan, no mostró diferencias significativas entre los tratamientos y los coeficientes de variabilidad fueron 8.45%, 5.04% y 4.48 % respectivamente, el cual indica confiabilidad en los datos obtenidos en campo (Calzada 1982) (Anexo 4).

**Tabla 7: Variación de la altura promedio de plantas e incremento por día (cm) de la variedad Canchan por efecto de los tratamientos en tres fechas de evaluación**

| Tratamientos                               | Índice     | Días después de la siembra |              |              |
|--|------------|----------------------------|--------------|--------------|
|  |            | 50                         | 63           | 90           |
| Testigo                                    | Promedio   | 29.69                      | 59.95        | 72.09        |
|  | % del máx. | 41.19                      | 83.16        | 100.00       |
| Legasus Foliar                             | Promedio   | 29.44                      | 60.50        | 73.00        |
|  | % del máx. | 40.32                      | 82.88        | 100.00       |
| Elenquo Foliar                             | Promedio   | 29.05                      | 60.30        | 76.59        |
|  | % del máx. | 37.93                      | 78.73        | 100.00       |
| (Legasus + Elenquo) Foliar                 | Promedio   | 31.00                      | 61.58        | 74.56        |
|  | % del máx. | 41.58                      | 82.58        | 100.00       |
| Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | Promedio   | 30.78                      | 61.58        | 75.56        |
|  | % del máx. | 40.73                      | 81.49        | 100.00       |
| Acronis Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | Promedio   | 30.85                      | 61.90        | 73.34        |
|  | % del máx. | 42.06                      | 84.40        | 100.00       |
| Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | Promedio   | 30.85                      | 60.15        | 73.56        |
|  | % del máx. | 41.94                      | 81.77        | 100.00       |
| <b>Promedio general</b>                    |            | <b>30.24</b>               | <b>60.85</b> | <b>74.10</b> |
| <b>Incremento (cm/día)</b>                 |            |                            | <b>2.35</b>  | <b>0.49</b>  |



**Figura 2: Ritmo de crecimiento de las plantas en los diferentes tratamientos, en tres fechas de evaluación**

El mayor porte (76.59 cm) se obtuvo en las plantas tratadas con Elenquo foliar; además, en los tratamientos en el que se usó Elenquo solo o en mezcla (Elenquo + Legasus) se encontró plantas de mayor tamaño respecto al testigo (72.09 cm). Debe mencionarse que Elenquo Foliar presenta un considerable porcentaje de Giberelinas que promueven la elongación de tallos por un incremento pronunciado de la división celular, favoreciendo así el crecimiento de las plantas (Bautista *et al*, 2010).

#### 4.2.2 Altura de plantas en el experimento Rayancancha

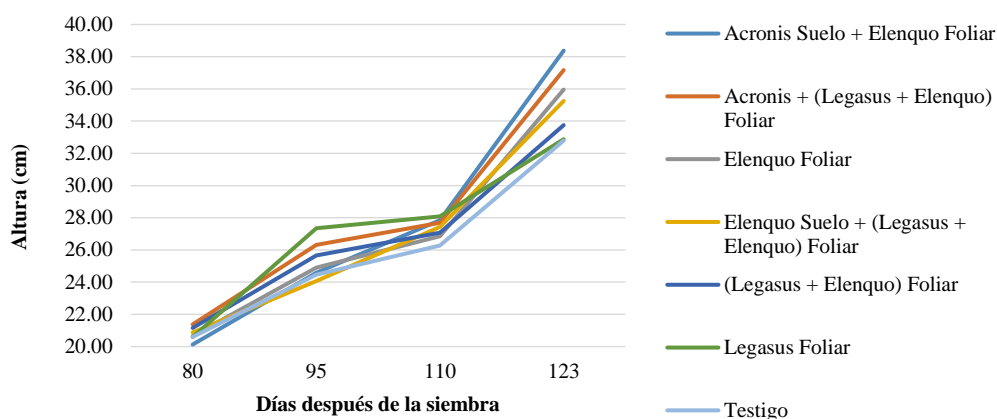
El crecimiento de las plantas de la variedad Amarilla Tumbay estuvo afectado por las condiciones adversas del clima (helada y nevada) lo que redujo el porte de plantas por debajo de lo esperado para esta variedad, que según Egúsquiza (2010) alcanza en promedio entre 50 a 60 cm.

La primera aplicación foliar de tratamientos en esta zona se realizó a los 80 días después de la siembra, cuando las plantas en promedio median 20.67cm, a los 95 días el porte de planta alcanzó 25.3 cm, a los 110 días se incrementó ligeramente hasta 27.30 cm, finalmente, a los 123 días alcanzó el porte máximo de 35.17 cm (tabla 8).

En la figura 3 se observa el ritmo de crecimiento de las plantas tomadas en diferentes períodos vegetativos. Durante los 80 a 95 días la tasa general de crecimiento promedio por día fue de 0.30 cm, entre los 95 y 110 días se redujo a 0.13 cm por día, y entre los 110 y 123 días la tasa de crecimiento aumentó permitiendo que las plantas crecieran en promedio 0.60 cm por día.

**Tabla 8: Variación de la altura promedio de plantas (cm) de la variedad Amarilla Tumbay por efecto de los tratamientos, en cuatro fechas diferentes**

| Tratamientos                               | Índice     | Días después de la siembra |              |              |              |
|--|------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
|  |            | 80                         | 95           | 110          | 123          |
| Testigo                                    | Promedio   | 20.59                      | 24.47        | 26.28        | 32.79        |
|  | % del máx. | 62.80                      | 74.62        | 80.13        | 100.00       |
| Legasus Foliar                             | Promedio   | 20.59                      | 27.34        | 28.09        | 32.88        |
|  | % del máx. | 62.64                      | 83.17        | 85.46        | 100.00       |
| Elenquo Foliar                             | Promedio   | 20.66                      | 24.90        | 26.80        | 35.96        |
|  | % del máx. | 57.44                      | 69.26        | 74.53        | 100.00       |
| (Legasus + Elenquo) Foliar                 | Promedio   | 21.16                      | 25.66        | 27.06        | 33.75        |
|  | % del máx. | 62.69                      | 76.02        | 80.19        | 100.00       |
| Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | Promedio   | 20.88                      | 24.06        | 27.35        | 35.25        |
|  | % del máx. | 59.22                      | 68.26        | 77.60        | 100.00       |
| Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | Promedio   | 21.38                      | 26.31        | 27.69        | 37.17        |
|  | % del máx. | 57.51                      | 70.80        | 74.50        | 100.00       |
| Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | Promedio   | 20.13                      | 24.59        | 27.84        | 38.38        |
|  | % del máx. | 52.44                      | 64.09        | 72.56        | 100.00       |
| <b>Promedio general</b>                    |            | <b>20.77</b>               | <b>25.33</b> | <b>27.30</b> | <b>35.17</b> |
| <b>Incremento (cm/día)</b>                 |            |                            | <b>0.30</b>  | <b>0.13</b>  | <b>0.60</b>  |



**Figura 3: Ritmo de crecimiento de las plantas de papa de la variedad Amarilla Tumbay, en los diferentes tratamientos**

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de altura de planta por efecto de los tratamientos en la variedad Amarilla Tumbay (Anexo 4). El coeficiente de variabilidad a los 123 días desde la siembra fue de 8.33%, lo cual indica confiabilidad en los datos obtenidos en campo (Calzada, 1982). Sin embargo, a los 123 días, en el que se alcanzó el máximo porte, las plantas tratadas con Acronis suelo + Elenquo foliar (38.38 cm) estuvieron por encima del promedio general (35.17 cm) y del testigo (34.79 cm). Además, los tratamientos con Elenquo solo o en mezcla (Legasus + Elenquo), también mostraron mayor porte de planta en comparación con las plantas testigo

#### 4.2.3 Altura de plantas en el experimento de Chinchao

En el experimento instalado en Chinchao, las plantas estuvieron continuamente afectadas por *P. infestans*, debido a las condiciones de clima favorables al patógeno. En estas condiciones se requirió de aspersiones continuas lo que limitó el desarrollo del cultivo.

Bajo estas condiciones la primera aplicación de los tratamientos se realizó a los 82 días después de la siembra cuando las plantas tenían en promedio 43.09 cm de altura, a los 99 días el porte de planta se incrementó a 44.43 cm, a los 112 días las plantas promediaron 46.0 cm y finalmente a los 124 días se registró 46.93 cm para la altura máxima de plantas (tabla 9).

**Tabla 9: Variación de la altura promedio de plantas (cm) de la variedad Yungay por efecto de los tratamientos en cuatro fechas de evaluación**

| Tratamientos                               | Índice     | Días después de la siembra |              |              |              |
|--|------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
|  |            | 82                         | 99           | 112*         | 124*         |
| Testigo                                    | Promedio   | 42.94                      | 43.00        | 44.44        | 44.63        |
|  | % del máx. | 96.22                      | 96.36        | 99.58        | 100.00       |
| Legasus Foliar                             | Promedio   | 44.09                      | 46.41        | 49.38        | 49.63        |
|  | % del máx. | 88.85                      | 93.52        | 99.50        | 100.00       |
| Elenquo Foliar                             | Promedio   | 43.09                      | 44.43        | 44.63        | 46.88        |
|  | % del máx. | 91.93                      | 94.77        | 95.20        | 100.00       |
| (Legasus + Elenquo) Foliar                 | Promedio   | 46.84                      | 47.70        | 50.25        | 51.63        |
|  | % del máx. | 90.74                      | 92.40        | 97.34        | 100.00       |
| Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | Promedio   | 41.72                      | 42.69        | 44.72        | 45.38        |
|  | % del máx. | 91.94                      | 94.09        | 98.55        | 100.00       |
| Acronis Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | Promedio   | 43.34                      | 43.65        | 45.16        | 45.50        |
|  | % del máx. | 95.26                      | 95.93        | 99.24        | 100.00       |
| Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | Promedio   | 39.59                      | 43.17        | 43.44        | 44.88        |
|  | % del máx. | 88.23                      | 96.19        | 96.80        | 100.00       |
| <b>Promedio general</b>                    |            | <b>43.09</b>               | <b>44.43</b> | <b>46.00</b> | <b>46.93</b> |
| <b>Incremento (cm/día)</b>                 |            |                            | <b>0.08</b>  | <b>0.12</b>  | <b>0.06</b>  |

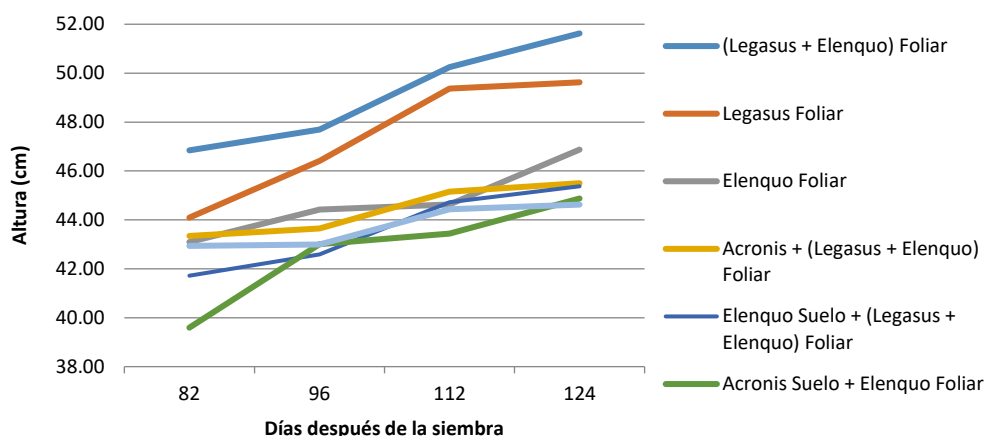
\* Existe diferencia significativa entre los tratamientos

En la figura 4 se refleja el ritmo de crecimiento de las plantas por efecto de los tratamientos. Entre los 82 y 92 días, el ritmo de crecimiento fue de 0.08 cm por día, incrementándose a 0.12 entre los 92 y 112 días, posterior a este período, la tasa de crecimiento se redujo a 0.06 cm por día durante los 112 y 124 días, hasta alcanzar el porte máximo.

Estadísticamente se encontraron diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) en la altura promedio de plantas de la variedad Yungay a los 112 y 124 días después de la siembra, en las que el coeficiente de variabilidad fue de 5.51% y 5.50% respectivamente (Anexo 4).

En la tabla 10 se muestra la altura de planta y las diferencias estadísticas de las pruebas de comparación de medias Duncan a los 124 días, fecha en el que se reporta el porte máximo de las plantas, la mayor altura de planta se dio en el tratamiento (Legasus + Elenquo) foliar (51.63cm) frente al testigo (44.63 cm), las Giberelinas presentes en el producto Elenquo actúan como promotor de crecimiento (BASF 2017, Bautista 2018), mientras que Legasus mejora la eficiencia de asimilación de nitrógeno, reflejándose en plantas de mayor porte y mayor capacidad fotosintética, tal como lo reporta Ccoicca (2012) quien encontró que las plantas de papa de la variedad Única, asperjadas con Legasus, a los 78 días después de la siembra, obtuvieron mayor tamaño frente al testigo





**Figura 4: Ritmo de crecimiento de las plantas de papa de la variedad Yungay, en los diferentes tratamientos**

**Tabla 10: Promedio de alturas (cm) en los diferentes tratamientos, a los 124 días después de la siembra y prueba de comparación de medias Duncan al 5%**

| Tratamientos                               | Promedio     | Significación |   |
|--|--------------|---------------|---|
| (Legasus + Elenquo) Foliar                 | <b>51.63</b> | a             |   |
| Legasus Foliar                             | 49.63        | a             | b |
| Elenquo Foliar                             | 46.88        | b             | c |
| Acronis Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 45.50        |               | c |
| Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 45.38        |               | c |
| Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 44.88        |               | c |
| Testigo                                    | 44.63        |               | b |
| <b>Promedio general</b>                    | <b>46.93</b> |               |   |

Medias que no comparten la misma letra son significativamente diferentes  
 Coeficiente de variabilidad: 5.50%

### 4.3 COBERTURA FOLIAR

#### 4.3.1 Cobertura foliar en el experimento IRD Sierra:

Los resultados de variación de la cobertura foliar registrada en seis oportunidades se muestran en la tabla 11. Hasta los 63 días las parcelas alcanzaron rápidamente el 72.9 % de cobertura foliar, a los 90 días se incrementó hasta 97.3 % y a los 107 días alcanzó 100 %. Como es de esperar, después del pleno crecimiento la cobertura foliar declina; a los 122 días se redujo hasta 73.6 % y a los 136 días disminuyó hasta 50.45%.

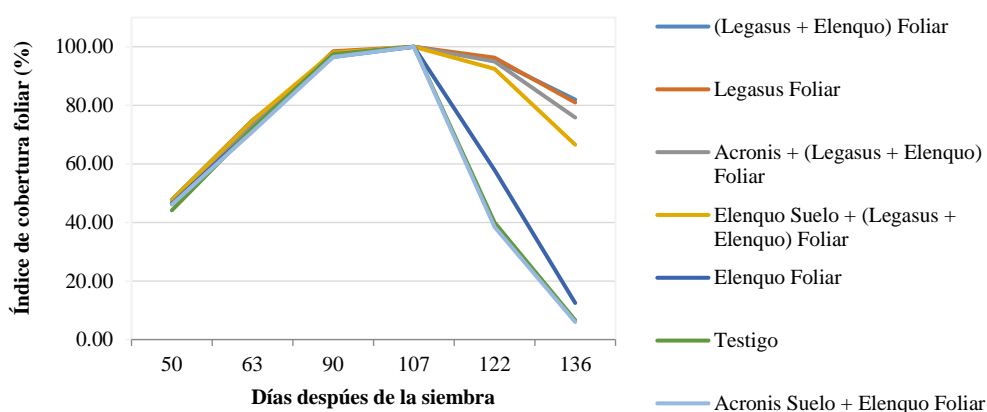
**Tabla 11: Variación de la cobertura foliar (%) de las plantas de la variedad Canchan, en seis fechas de evaluación**

| Tratamientos                               | Días después de la siembra |              |              |               |              |              |
|--|----------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
|  | 50                         | 63           | 90           | 107           | 122**        | 136**        |
| Testigo                                    | 44.05                      | 71.95        | 97.50        | 100.00        | 40.00        | 7.46         |
| Legasus Foliar                             | 46.35                      | 72.26        | 98.50        | 100.00        | 96.25        | 86.73        |
| Elenquo Foliar                             | 46.59                      | 71.85        | 97.25        | 100.00        | 57.92        | 13.25        |
| (Legasus + Elenquo) Foliar                 | 47.75                      | 74.95        | 96.50        | 100.00        | 95.50        | 87.58        |
| Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 47.70                      | 74.67        | 98.00        | 100.00        | 92.50        | 71.69        |
| Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | 47.15                      | 73.70        | 97.00        | 100.00        | 95.00        | 80.35        |
| Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 46.10                      | 71.00        | 96.50        | 100.00        | 38.42        | 6.06         |
| <b>Promedio general</b>                    | <b>46.53</b>               | <b>72.91</b> | <b>97.32</b> | <b>100.00</b> | <b>73.65</b> | <b>50.45</b> |
| <b>Incremento (%/ día)</b>                 |                            | <b>2.03</b>  | <b>0.90</b>  | <b>0.16</b>   | <b>-1.76</b> | <b>-1.66</b> |

\*\*Existe diferencias altamente significativas entre tratamientos

En la figura 5 se grafica la variación del porcentaje de cobertura foliar en los diferentes tratamientos. Al igual que el ritmo de crecimiento de las plantas, el incremento de la cobertura se dio a mayor tasa hasta los 63 días (2.03 % por día) y continuó expandiéndose en promedio a 0.53 % por día hasta alcanzar la máxima cobertura foliar. Después de esta fecha los tratamientos asperjados con Legasus (solo o en mezcla) mantuvieron por más tiempo la cobertura foliar, mientras que en las plantas sin Legasus a partir del día 122 disminuyeron rápidamente.

Existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) por efecto de los tratamientos a los 122 y 136 días (Anexo 5), en las que el coeficiente de variabilidad fue de 4.09% y 27.40% respectivamente. En la tabla 12 se presenta la prueba de comparación de medias Duncan a los 136 días. En esta fecha, cuatro semanas después de la máxima cobertura, las plantas testigo disminuyeron su cobertura foliar en 92.54%, las plantas con Elenquo foliar redujeron su cobertura hasta 86.75% y las plantas tratadas con Acronis suelo + Elenquo foliar disminuyeron el 93.94% de la cobertura. Mientras que las plantas asperjadas con Legasus solo o en mezcla redujeron en promedio el 15.11% de la cobertura.



**Figura 5: Variación del porcentaje de cobertura foliar (%) en plantas de la variedad Canchan en el IRD Sierra**

**Tabla 12. Porcentaje de cobertura foliar en los diferentes tratamientos a los 136 días después de la siembra y diferencias de medias Duncan (0.05)**

| Tratamientos                               | Medias | Significancia |
|--|--------|---------------|
| (Legasus + Elenquo) Foliar                 | 87.58  | a             |
| Legasus Foliar                             | 86.73  | a             |
| Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | 80.35  | a             |
| Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 71.69  | a             |
| Elenquo Foliar                             | 13.25  | b             |
| Testigo                                    | 7.46   | b             |
| Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 6.06   | b             |

**Medias que no comparten la misma letra son significativamente diferentes  
Coeficiente de variabilidad: 27.40%**

Durante este período se distingue el "efecto verde" que Legasus causa en el mantenimiento de la cobertura foliar, debido a que Pyraclostrobin inhibe la síntesis de etileno provocando el retraso de la senescencia (Venancio 2003), mientras que Metiram actúa como preventivo para el control de *P. infestans* y *A. solani*.

Al igual que el presente experimento, Ccoicca (2012), comprobó que Legasus prolonga el período vegetativo en el cultivo de papa al mantener por más tiempo las hojas verdes; a los 92 días después de la siembra encontró que las plantas de papa variedad Única, asperjadas con Legasus redujeron su cobertura solamente el 25.1% en comparación con las plantas testigo que disminuyeron en 34.6%. Similares resultados encontraron Salinas (2011) y Egúsquiza (2010) al aplicar en papa productos a base de Pyraclostrobin confirmando el "efecto verde".

### 4.3.2 Cobertura foliar en el experimento de Rayancancha

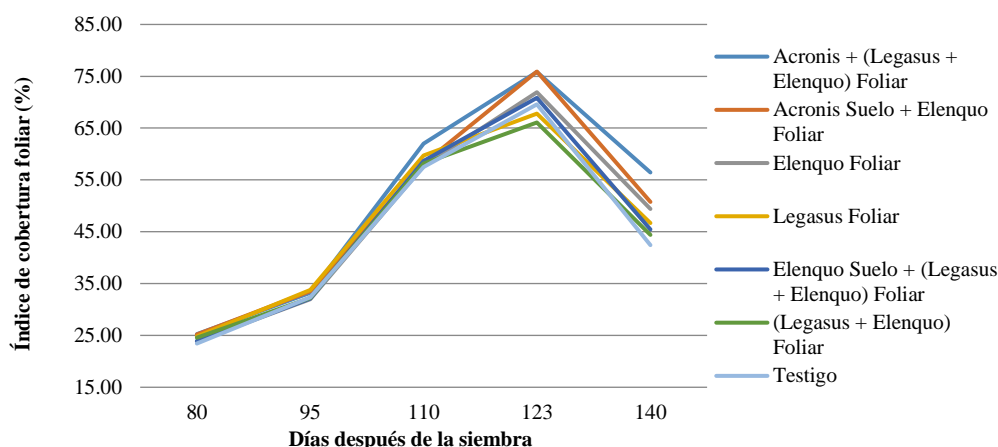
Los promedios de cobertura foliar y el porcentaje de cobertura foliar respecto al valor máximo en cinco fechas de evaluación, se presentan en la tabla 13.

A los 82 días la cobertura foliar promedio fue de 24.44%, a los 95 días fue de 32.76%, a los 110 días alcanzó a 58.84% y a los 123 días se dio el máximo porcentaje de cobertura foliar, alcanzando el 71.14% y a los 140 días decreció hasta 47.93%.

**Tabla 13: Variación de la Cobertura Foliar (%) de plantas de la variedad Amarilla Tumbay por efecto de tratamientos, en cinco fechas de evaluación**

| Tratamientos                               | Índice     | Días después de la siembra |              |              |              |              |
|--|------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|  |            | 80                         | 95           | 110          | 123          | 140          |
| Testigo                                    | Promedio   | 23.44                      | 32.38        | 57.50        | 69.58        | 42.44        |
|  | % del máx. | 33.68                      | 46.53        | 82.63        | 100.00       | 60.99        |
| Legasus Foliar                             | Promedio   | 24.81                      | 33.81        | 59.69        | 67.79        | 46.69        |
|  | % del máx. | 36.60                      | 49.87        | 88.05        | 100.00       | 68.87        |
| Elenquo Foliar                             | Promedio   | 23.88                      | 32.00        | 57.66        | 71.92        | 49.38        |
|  | % del máx. | 33.20                      | 44.50        | 80.17        | 100.00       | 68.66        |
| (Legasus + Elenquo) Foliar                 | Promedio   | 24.56                      | 32.25        | 58.19        | 66.08        | 44.38        |
|  | % del máx. | 37.17                      | 48.80        | 88.05        | 100.00       | 67.15        |
| Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | Promedio   | 23.94                      | 32.13        | 58.69        | 70.83        | 45.44        |
|  | % del máx. | 33.79                      | 45.35        | 82.85        | 100.00       | 64.15        |
| Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | Promedio   | 25.25                      | 33.25        | 62.00        | 75.83        | 56.44        |
|  | % del máx. | 33.30                      | 43.85        | 81.76        | 100.00       | 74.42        |
| Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | Promedio   | 25.19                      | 33.50        | 58.19        | 75.92        | 50.75        |
|  | % del máx. | 33.18                      | 44.13        | 76.65        | 100.00       | 66.85        |
| <b>Promedio general</b>                    |            | <b>24.44</b>               | <b>32.76</b> | <b>58.84</b> | <b>71.14</b> | <b>47.93</b> |
| <b>Incremento por día (cm/día)</b>         |            |                            | <b>0.55</b>  | <b>1.74</b>  | <b>0.95</b>  | <b>-1.29</b> |

En la figura 6 se grafica la variación del porcentaje de la cobertura foliar. En promedio el incremento de la cobertura se dio a mayor tasa hasta los 110 días (1.14% por día) y continuo expandiéndose lentamente a razón de 0.95% por día, hasta alcanzar la máxima cobertura a los 123 días. Después de esta fecha la cobertura decreció en todos los tratamientos.



**Figura 6: Variación del porcentaje de cobertura foliar (%) en plantas de la variedad Amarilla Tumbay, en el experimento de Raycancha**

No se encontraron diferencias estadísticas significativas por efecto de los tratamientos para ninguna fecha de evaluación (Anexo 6); a los 140 días las plantas tratadas con Acronis suelo + (Legasus + Elenquo) foliar presentaron mayor cobertura (56.4 %) en comparación al 42.4 % de las plantas testigo. Además, todos los tratamientos con los productos BASF mantuvieron la cobertura por encima del promedio general (47.93%) y fueron superiores a la cobertura de las plantas testigo.

Similares resultados encontraron Egúsqiza et al (2010), quienes después de aplicar Legasus al follaje en plantas papa variedad Amarilla Tumbay, comprobaron que Legasus mantiene por más tiempo la cobertura foliar frente a las plantas testigo, 68.5% y 54.2% respectivamente.

Cabe resaltar que en condiciones de estrés, ocasionado en este experimento por la presencia continua de heladas y nevadas, las plantas asperjadas con Elenquo y Legasus (solos o en mezcla) mostraron mejor respuesta reflejándose en plantas de mayor porte y cobertura. Estos resultados se pueden atribuir al efecto de Elenquo que actúa como coadyuvante mejorando la eficiencia de los fungicidas y fertilizantes foliares (BASF 2016), además contienen saponinas, que actúan como barrera protectora frente a patógenos (Espejo, 2014) y compuestos fenólicos (flavonoides), que actúan como antioxidantes mejorando el estrés abiótico (AEFA 2018). Por otro lado, Legasus reduce la síntesis de etileno lo que ocasiona más tiempo de hojas fotosintéticamente activas, mejora la asimilación de nitrógeno y actúa como preventivo contra patógenos como *P infestans* y *A. solani*, por su acción fungicida (Beconi 1981; Venancio 2003)

### 4.3.3 Cobertura foliar en el experimento de Chinchao

En la tabla 14 se presentan los promedios de cobertura foliar y porcentaje de cobertura respecto al valor máximo en cinco fechas de evaluación. A los 82 días la cobertura promedio general en las parcelas fue de 46.6 %, a los 96 días se redujo hasta 45.9 % debido a daños al follaje causados por *P. infestans*; a los 109 días se registró el máximo porcentaje de cobertura foliar (51.1 %). Después de esta fecha la cobertura comenzó a declinar, a los 124 días se redujo hasta 40.7 % y a los 141 días disminuyó hasta 13.22%.

En la figura 7 se presenta la variación del porcentaje de cobertura foliar en los diferentes tratamientos. Después de la primera aplicación de los tratamientos foliares (82 días) la cobertura se redujo ligeramente hasta los 96 días, luego se incrementó hasta alcanzar el máximo porcentaje de cobertura con una tasa de 0.4% por día.

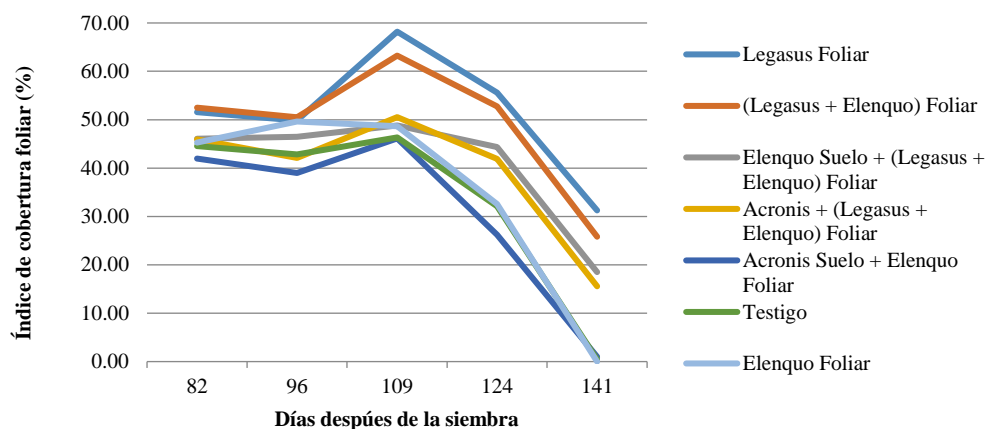
**Tabla 14: Variación de la cobertura foliar (%) de plantas de la variedad Yungay por efecto de tratamientos en cinco fechas de evaluación**

| Tratamiento                                | Índice     | Días después de la siembra |              |              |              |              |
|--|------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|  |            | 82                         | 96           | 109          | 124**        | 141**        |
| Testigo                                    | Promedio   | 44.55                      | 43.53        | 46.25        | 32.08        | 0.44         |
|  | % del máx. | 96.32                      | 94.13        | 100.00       | 69.37        | 0.95         |
| Legasus Foliar                             | Promedio   | 51.56                      | 49.88        | 62.00        | 55.58        | 31.25        |
|  | % del máx. | 83.17                      | 80.44        | 100.00       | 89.65        | 50.40        |
| Elenquo Foliar                             | Promedio   | 44.25                      | 49.63        | 52.19        | 32.58        | 0.00         |
|  | % del máx. | 84.79                      | 95.09        | 100.00       | 62.44        | 0.00         |
| (Legasus + Elenquo) Foliar                 | Promedio   | 52.50                      | 50.50        | 57.50        | 52.75        | 25.81        |
|  | % del máx. | 91.30                      | 87.83        | 100.00       | 91.74        | 44.89        |
| Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | Promedio   | 46.06                      | 45.23        | 46.50        | 44.33        | 18.50        |
|  | % del máx. | 99.06                      | 97.26        | 100.00       | 95.34        | 39.78        |
| Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | Promedio   | 45.94                      | 42.13        | 49.06        | 41.92        | 15.56        |
|  | % del máx. | 93.63                      | 85.86        | 100.00       | 85.44        | 31.72        |
| Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | Promedio   | 41.94                      | 40.71        | 44.50        | 26.25        | 1.00         |
|  | % del máx. | 94.24                      | 91.49        | 100.00       | 58.99        | 2.25         |
| <b>Promedio general</b>                    |            | <b>46.69</b>               | <b>45.94</b> | <b>51.14</b> | <b>40.79</b> | <b>13.22</b> |
| <b>Incremento (cm/día)</b>                 |            |                            | <b>-0.05</b> | <b>0.40</b>  | <b>-0.69</b> | <b>-1.72</b> |

\*\*Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza (Anexo 7) y las pruebas de comparación de medias Duncan encontraron diferencias altamente significativas a los 124 y 141 días en los que el coeficiente de variabilidad fue de 22.33 % y 57.26 % respectivamente. A los 141 días, cuatro semanas después de la máxima cobertura (tabla 15) las plantas con Legasus foliar presentaron un mayor porcentaje de cobertura (31.2 %); además, en los tratamientos con Legasus (solo o en

mezcla) se muestra el mismo efecto verde en las hojas, mientras que en las plantas tratadas con Acronis suelo + Elenquo foliar, testigo y Elenquo foliar la cobertura foliar fue menor a 1%.



**Figura 7: Variación del porcentaje de cobertura foliar (%) en plantas de la variedad Yungay, en el experimento de Chinchao.**

**Tabla 15. Porcentaje de cobertura foliar en los diferentes tratamientos a los 141 días después de la siembra y diferencias de medias Duncan (0.05)**

| Tratamientos                               | Medias | Significación |
|--|--------|---------------|
| Legasus Foliar                             | 31.25  | a             |
| (Legasus + Elenquo) Foliar                 | 25.81  | a b           |
| Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 18.50  | a b           |
| Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | 15.56  | b             |
| Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 1.00   | c             |
| Testigo                                    | 0.44   | c             |
| Elenquo Foliar                             | 0.00   | c             |

**Tratamientos que comparten las mismas letras no son estadísticamente diferentes.**

Al igual que en los dos experimentos del IRD Sierra y Rayancancha, las plantas de papa de la variedad Yungay mostraron resultados similares. Egúsquiza *et al* (2012), confirmaron el efecto anti senescente de pyraclostrobin, al probar el efecto de BELLIS (Pyraclostrobin + Boscalid) en aspersión al follaje; a los 133 días después de la siembra encontraron que la cobertura de las plantas de las variedades de papa Única y Yungay asperjadas con Bellis era de 15 por ciento y 70 por ciento, en comparación con las plantas testigo que en la misma fecha presentaban 0 y 50 por ciento de cobertura respectivamente.

## 4.4 DATOS BIOMÉTRICOS DEL CRECIMIENTO Y TUBERIZACIÓN

### 4.4.1 Número de tallos

En la Tabla 16 se presenta los resultados del número de tallos principales por planta. Se aprecia que las plantas de la variedad Canchan presentaron mayor número promedio y esta diferencia es debida fundamentalmente al estado fisiológico de los tubérculos semilla que mostraron mayor número de brotes en Canchan.

**Tabla 16: Promedio de tallos por planta en la variedad Canchan y Yungay**

| Tratamientos                               | Canchan     | Yungay      |
|--|-------------|-------------|
|  | 121 días    | 127 días    |
| Testigo                                    | 5.59        | 3.00        |
| Legasus Foliar                             | 4.67        | 4.75        |
| Elenquo Foliar                             | 5.00        | 4.00        |
| (Legasus + Elenquo) Foliar                 | 6.00        | 4.50        |
| Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 5.33        | 4.00        |
| Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | 5.67        | 3.50        |
| Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 6.00        | 3.75        |
| <b>Promedio general</b>                    | <b>5.60</b> | <b>3.93</b> |

El análisis de variancia indicó que no existen diferencias significativas entre tratamientos; los coeficientes de variabilidad fueron 17.9% y 27.8% por variedad respectivamente (Anexo 8).

### 4.4.2 Peso fresco y seco de hojas, tallos y tubérculos en el IRD sierra

En la tabla 17 se presenta el promedio del peso fresco y seco de hojas, tallos y tubérculos por planta, a los 121 días después de la siembra, en la variedad Canchan. Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas para estas variables por efecto de los tratamientos (Anexo 9). Sin embargo, se aprecia que en general las plantas asperjadas con Legasus (solo o en mezcla) acumularon mayor cantidad de materia seca y fresca frente a las que no recibieron dicho producto. Los mejores resultados de peso fresco se obtuvieron con Elenquo suelo+ (Legasus + Elenquo) foliar, además.



**Tabla 17: Peso Fresco (PF) y porcentaje de Peso Seco (PS) de hojas, tallos y tubérculos de papa de la variedad Canchan**

| Tratamientos                               | PF por planta (g) | Tubérculo      |              | Hojas         |               | Tallos        |              |
|--|-------------------|----------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
|  |                   | PF (g)         | PS           | PF (g)        | PS            | PF (g)        | PS           |
| Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 3189.3            | 1933.33        | 19.32        | 600.67        | 19.32         | 655.33        | 19.44        |
| Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | 2982.0            | 1827.67        | 18.60        | 570.33        | 18.48         | 584.00        | 19.64        |
| Legasus Foliar                             | 2880.6            | 1743.33        | 19.06        | 516.00        | 18.19         | 621.33        | 19.67        |
| (Legasus + Elenquo) Foliar                 | 2836.1            | 1702.50        | 19.63        | 538.33        | 18.33         | 595.33        | 18.33        |
| Elenquo Foliar                             | 2434.6            | 1565.67        | 18.18        | 287.00        | 16.72         | 582.00        | 18.46        |
| Testigo                                    | 2426.3            | 1584.67        | 18.59        | 277.67        | 16.70         | 564.00        | 16.54        |
| Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 2386.3            | 1564.00        | 17.94        | 261.67        | 17.37         | 560.67        | 17.78        |
| <b>Promedio</b>                            | <b>2733.6</b>     | <b>1703.02</b> | <b>18.76</b> | <b>435.95</b> | <b>17.87%</b> | <b>594.66</b> | <b>18.55</b> |

#### 4.4.3 Peso fresco y seco de hojas, tallos y tubérculos en Chinchao

En la variedad Yungay se encontró la misma respuesta que en la variedad Canchan en cuanto al peso fresco y seco por planta (tabla 18). Las plantas asperjadas con Legasus solo o en mezcla acumularon mayor cantidad de materia seca en hojas, tallos y tubérculos frente a aquellas que no recibieron dicho producto.

Se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $\alpha=0.05$ ) y altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) por efecto de tratamientos sobre los pesos fresco de hojas y tubérculos y no se encontró diferencias para el peso fresco de tallos (Anexo 10). Los coeficientes de variabilidad fueron 25.84% y 19.89% respectivamente; Calzada (1989) indica que si el coeficiente de variabilidad para experimentos en campo es menor al 30% se tiene la seguridad que los datos obtenidos en campo son confiables, por otro lado el coeficiente de variabilidad también mide el grado de homogeneidad o heterogeneidad de los datos.

Según los resultados de los dos experimentos, el mayor peso fresco y seco en las plantas asperjadas con Legasus se debe al efecto de Pyraclostrobin al mejorar la asimilación de nitrógeno por las plantas (Venancio *et al.* 2003) y a su acción fungicida para la prevención de *P. infestans* (BASF, 2018a) proporcionando hojas sanas con mayor capacidad fotosintética. Estos beneficios fueron comprobados por Patiño *et al.* (2014), quienes también encontraron en plantas de la variedad Diacol Capiro mayor acumulación de materia seca en

hojas, tallos y tubérculos después de tres aplicaciones con Pyraclostrobin. De igual forma Ccoicca (2012) encontró que las plantas de papa variedad Única asperjadas con Legasus presentaron mayor contenido de materia seca y fresca a los 78 días después de la siembra. Por otro lado, Elenquo actúa como un coadyuvante mejorando la eficiencia de los fungicidas al bajar el pH de la solución (BASF 2016) el cual contribuiría a la eficiencia de Legasus.

**Tabla 18: Peso Fresco (PF) y porcentaje de Peso Seco (PS) de hojas, tallos y tubérculos de papa de la variedad Canchan**

| Tratamientos                               | PF por planta | Tubérculo      |              | Hoja          |              | Tallos        |              |
|--|---------------|----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
|  |               | PF*            | PS (%)       | PF**          | PS (%)       | PF            | PS (%)       |
| Legasus Foliar                             | 1.70          | 1313.50 a      | 20.50        | 155.50 a      | 18.86        | 237.25        | 19.47        |
| (Legasus + Elenquo) Foliar                 | 1.67          | 1280.25 a      | 20.29        | 129.25 ab     | 19.46        | 230.75        | 19.61        |
| Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 1.33          | 1050.75ab      | 21.06        | 113.00 bc     | 19.13        | 176.00        | 19.51        |
| Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | 1.26          | 993.87 b       | 19.61        | 92.00 bc      | 18.59        | 182.00        | 20.09        |
| Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 1.18          | 933.25 b       | 20.06        | 97.25 bc      | 17.63        | 152.75        | 19.21        |
| Elenquo Foliar                             | 1.16          | 909.75 b       | 19.17        | 72.00 c       | 17.78        | 179.75        | 18.51        |
| Testigo                                    | 1.15          | 879.50 b       | 19.82        | 78.00 c       | 18.88        | 201.75        | 18.74        |
| <b>Promedio</b>                            | <b>1.35</b>   | <b>1051.55</b> | <b>20.07</b> | <b>105.28</b> | <b>18.62</b> | <b>194.32</b> | <b>19.31</b> |

\*Existen diferencias significativas

\*\* Existen diferencias altamente significativas

Tratamientos que comparten las mismas letras no son estadísticamente diferentes.

#### 4.4.4 Número de tubérculos

**Tabla 19. Número de tubérculos por planta y tallo en las variedades de papa Canchan y Amarilla Tumbay**

| TRATAMIENTOS   | Canchan      |             | Yungay       |             |
|--|--------------|-------------|--------------|-------------|
|  | Planta       | Tallo       | Planta       | Tallo       |
| <b>T1</b> Testigo                                    | 20.00        | 3.58        | 12.75        | 4.25        |
| <b>T2</b> Legasus Foliar                             | 22.00        | 4.71        | 14.25        | 3.00        |
| <b>T3</b> Elenquo Foliar                             | 20.67        | 4.13        | 13.75        | 3.44        |
| <b>T4</b> (Legasus + Elenquo) Foliar                 | 24.00        | 4.00        | 18.00        | 4.00        |
| <b>T5</b> Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 19.00        | 3.56        | 19.75        | 4.94        |
| <b>T6</b> Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | 22.67        | 4.00        | 15.50        | 4.43        |
| <b>T7</b> Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 22.33        | 3.72        | 13.00        | 3.47        |
| <b>Promedio</b>                                      | <b>21.52</b> | <b>3.96</b> | <b>15.28</b> | <b>3.93</b> |

La tabla 19 presenta el número promedio de tubérculos por planta y tallo de las variedades Canchan y Yungay. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas por efecto de los tratamientos (Anexo 11). El mejor resultado en la variedad Canchan se obtuvo con (Legasus + Elenquo) foliar que produjo 24 tubérculos promedio por planta, mientras que en la variedad Yungay Elenquo suelo + (Legasus + Elenquo) foliar produjo poco más de 19 tubérculos por planta. En conclusión, no se puede afirmar que algún tratamiento tuvo efecto sobre el número de tubérculos. Resultados similares encontró Ccoicca (2012) en plantas de la variedad Única

## 4.5 RENDIMIENTO TOTAL DE TUBÉRCULOS

### 4.5.1 Rendimiento total en el experimento del IRD Sierra

En la tabla 20 se observa que el rendimiento promedio total fue 47.59 tn.ha<sup>-1</sup>. Maldonado *et al.*, (2008) y el INIA (2012) indican que el rendimiento promedio de la variedad Canchan es de 30 tn.ha<sup>-1</sup>. El mejor rendimiento (59.29 tn.ha<sup>-1</sup>) se obtuvo con Legasus foliar que produjo 75.10% más que las plantas testigo; así mismo, las aplicaciones de Acronis y Elenquo a la línea de siembra más la mezcla Legasus + Elenquo al follaje aumentaron el rendimiento en 72.68 % y 65.62 % respecto al testigo.

**Tabla 20: Rendimiento promedio de tubérculos en la variedad Canchan con diferentes tratamientos y comparaciones múltiples Duncan (IRD Sierra)**

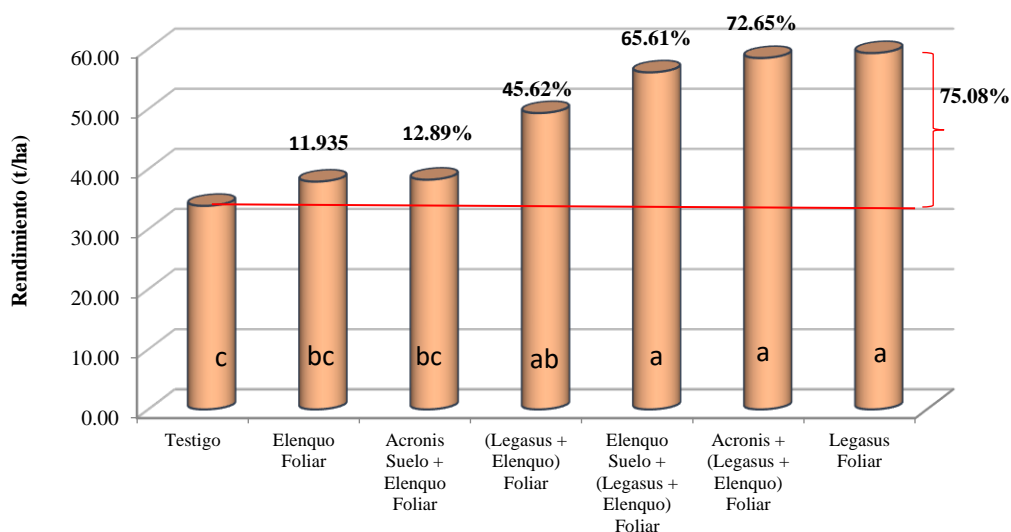
| Tratamiento  | Total **<br>(tn.ha <sup>-1</sup> ) | Planta**<br>(kg) | Tallo**<br>(kg) |
|--|------------------------------------|------------------|-----------------|
| <b>T2</b> Legasus Foliar                             | 59.29 a                            | 1.93 a           | 0.38 a          |
| <b>T6</b> Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | 58.47 a                            | 1.87 a           | 0.33 ab         |
| <b>T5</b> Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 56.08 a                            | 1.80 a           | 0.32 abc        |
| <b>T4</b> (Legasus + Elenquo) Foliar                 | 49.31 ab                           | 1.59 ab          | 0.29 bcd        |
| <b>T7</b> Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 38.23 bc                           | 1.21 bc          | 0.24 cd         |
| <b>T3</b> Elenquo Foliar                             | 37.91 bc                           | 1.26 bc          | 0.27 bcd        |
| <b>T1</b> Testigo                                    | 33.86 c                            | 1.06 c           | 0.22 d          |
| <b>Promedio</b>                                      | <b>47.59</b>                       | <b>1.53</b>      | <b>0.29</b>     |

\*\* Existen diferencias altamente significativas

Tratamientos con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas

Las diferencias entre los rendimientos totales, por planta y por tallo fueron altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) por efecto de los tratamientos (Anexo 12). En la figura 8 se grafica

los rendimientos totales (tn.ha<sup>-1</sup>) de tratamientos, la prueba de comparación de medias Duncan y el incremento del rendimiento respecto al testigo.



**Figura 8: Rendimiento total (tn.ha<sup>-1</sup>), incremento del rendimiento respecto al testigo (%) y prueba de significación según Duncan.**

#### 4.5.2 Rendimiento total en el experimento de Rayancancho

Como se ha mencionado, el experimento de Rayancancho fue afectado por condiciones climáticas adversas afectando crecimiento y desarrollo de las plantas. Los resultados obtenidos bajo estas condiciones se muestran en la tabla 21; se aprecia que el rendimiento promedio general fue de 11.45 tn.ha<sup>-1</sup> y 0.50 kg por planta, lo cual estuvo por debajo de lo esperado para la variedad Amarilla Tumbay que en promedio rinde 10 tn.ha<sup>-1</sup> (Zambrano, 2005) y entre 0.6 y 0.7 kg de tubérculo por planta (Sulca, 2016).

El mejor rendimiento se encontró con Acronis al suelo + (Legasus + Elenquo) foliar (14.03 tn.ha<sup>-1</sup>) que representó un incremento del 38.9% frente al testigo. En el tratamiento Legasus foliar se encontró un incremento del 34.16%, mientras que en los tratamientos con aspersiones foliares de Elenquo se obtuvo 16.04 % más tubérculos que el testigo.

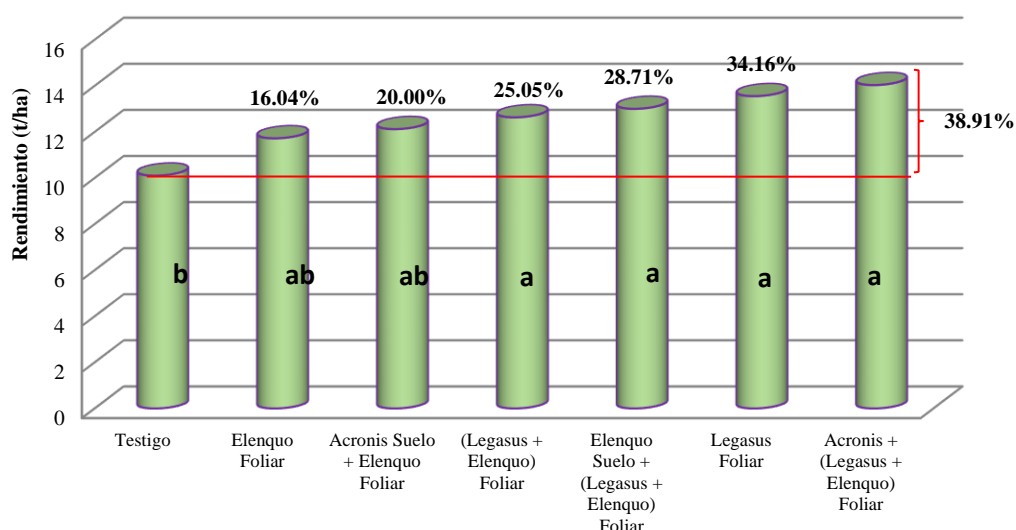
El análisis de variancia encontró diferencias estadísticas significativas ( $\alpha=0.05$ ) para el rendimiento total y por tallo y no así en el rendimiento promedio por planta (Anexo 12). En la figura 9 se presenta el rendimiento total promedio obtenido por cada tratamiento, las pruebas de comparación de medias según Duncan y el incremento del rendimiento en cada tratamiento.

**Tabla 21: Rendimiento promedio de tubérculos en la variedad Amarilla Tumbay en los diferentes tratamientos y comparaciones Duncan (Raycancha – Huánuco)**

|           | Tratamiento                                | Total*               | Planta | Tallo*   |
|-----------|--|----------------------|--------|----------|
|           |  | (t.h <sup>-1</sup> ) | (kg)   | (kg)     |
| <b>T6</b> | Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | 14.03 a              | 0.57   | 0.148 a  |
| <b>T2</b> | Legasus Foliar                             | 13.55 a              | 0.54   | 0.124 ab |
| <b>T5</b> | Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 13.00 a              | 0.52   | 0.119 ab |
| <b>T4</b> | (Legasus + Elenquo) Foliar                 | 12.63 a              | 0.52   | 0.117 b  |
| <b>T7</b> | Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 12.12 ab             | 0.49   | 0.118 ab |
| <b>T3</b> | Elenquo Foliar                             | 11.72 ab             | 0.45   | 0.107 b  |
| <b>T1</b> | Testigo                                    | 10.10 b              | 0.41   | 0.094 b  |
|           | Promedio                                   | 11.45                | 0.50   | 0.109    |

\* Existen diferencias significativas

Tratamientos con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas



**Figura 9: Rendimiento total (tn.ha-1), incremento del rendimiento (%) y prueba de significación Duncan de los tratamientos en Raycancha**

#### 4.5.3 Rendimiento total en el experimento Chinchao

En la tabla 22 se muestran los rendimientos de la variedad Yungay en la localidad de Chinchao. El rendimiento promedio general fue de 24.99 tn.ha<sup>-1</sup>; según Giraldo (2009), Yungay puede producir hasta 50 tn.ha<sup>-1</sup>; se ha mencionado que el rendimiento que se obtuvo fue menor a lo esperado en razón de que se vio severamente afectado por la “rancha” (*Phytophthora infestans*) durante el crecimiento y desarrollo del cultivo.

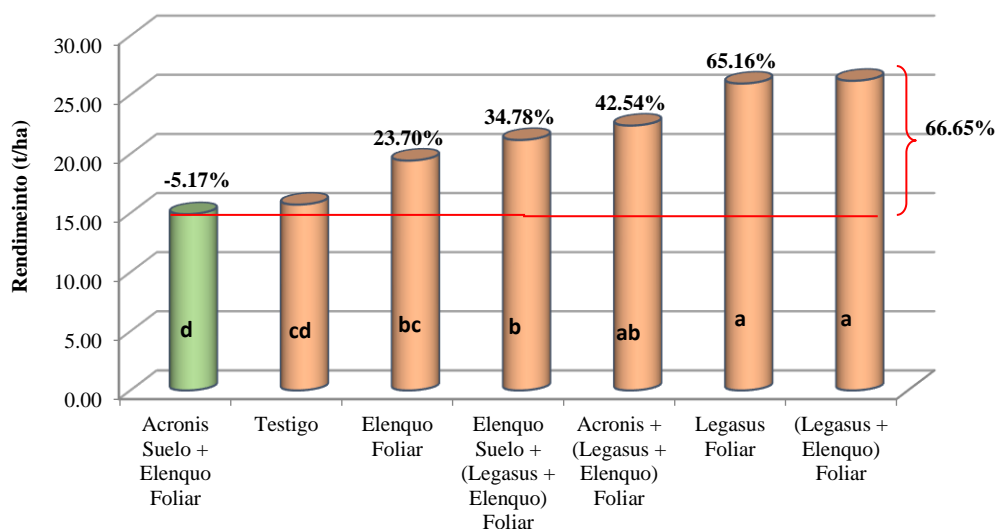
El mejor rendimiento se produjo con el tratamiento (Legasus + Elenquo) foliar el cual fue 66.6% mayor que en las plantas testigo, sin embargo, no todos los tratamiento alcanzaron mayor rendimiento que las plantas control. En las plantas tratadas con Acronis al suelo + Elenquo foliar el rendimiento fue menor que el testigo en 5.17%; por otro lado, las plantas que recibieron solo Elenquo en el follaje aumentaron en 23.7% la producción de tubérculos, y las que recibieron solo Legasus al follaje aumentaron en 65.16%.

**Tabla 22: Rendimiento promedio de tubérculos en la variedad Yungay en los diferentes tratamientos y comparaciones Duncan (Chinchao – Huánuco)**

| Tratamiento     |  | Total**<br>(tn.h <sup>-1</sup> ) | Planta**<br>(kg) | Tallo<br>(kg) |
|-----------------|--|----------------------------------|------------------|---------------|
| <b>T4</b>       | (Legasus + Elenquo) Foliar                 | 26.19 a                          | 1.02 a           | 0.348         |
| <b>T2</b>       | Legasus Foliar                             | 25.96 a                          | 0.99 a           | 0.411         |
| <b>T6</b>       | Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | 22.40 ab                         | 0.90 a           | 0.304         |
| <b>T5</b>       | Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 21.18 b                          | 0.88 ab          | 0.335         |
| <b>T3</b>       | Elenquo Foliar                             | 19.44 bc                         | 0.90 a           | 0.331         |
| <b>T1</b>       | Testigo                                    | 15.72 cd                         | 0.73 b           | 0.316         |
| <b>T7</b>       | Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 14.90 d                          | 0.73 b           | 0.275         |
| <b>Promedio</b> |  | <b>20.83</b>                     | <b>0.88</b>      | <b>0.331</b>  |

\*\* Existen diferencias altamente significativas

Tratamientos con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas



**Figura 10: Rendimiento total (tn.ha<sup>-1</sup>), incremento del rendimiento respecto al testigo (%) y prueba de significación Duncan**

Estadísticamente se encontraron diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) por efecto de los tratamientos sobre el rendimiento total y por planta y no así en el rendimiento por tallo

(Anexo 12). En la figura 10 se ilustra los rendimientos totales, las comparaciones de medias Duncan y el incremento de rendimiento en cada tratamiento.

## 4.6 RENDIMIENTO COMERCIAL DE TUBÉRCULOS

### 4.6.1 Rendimiento comercial en el experimento IRD Sierra

En la tabla 23 se muestran los resultados del rendimiento comercial de tubérculos (mayores a 6 cm ó de 100 gramos) obtenidos con la variedad Canchan y las pruebas de comparación de medias Duncan.

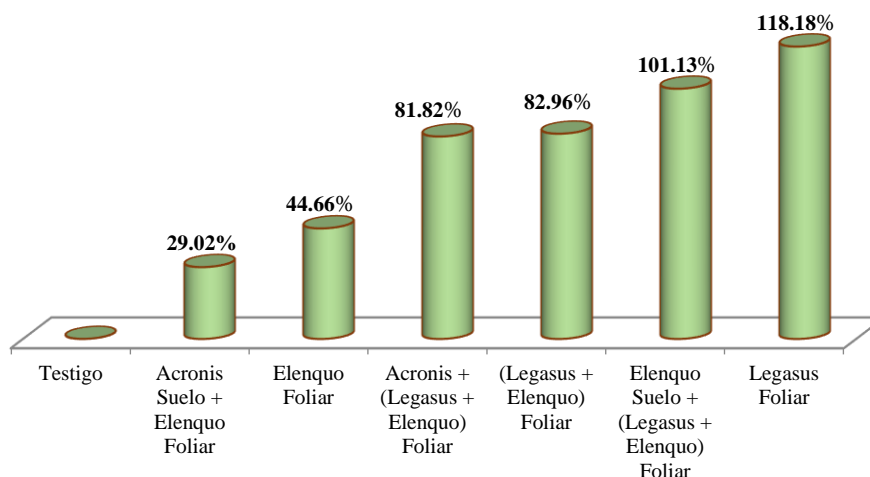
Estadísticamente se encontró diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) entre los tratamientos (Anexo 12). El rendimiento comercial promedio general fue 31.9 tn.ha<sup>-1</sup> y al igual que en rendimiento total, todos los tratamientos alcanzaron resultados por encima del testigo. Se registró mayor producción de tubérculos comerciales en las plantas tratadas solo con Legasus aplicado al follaje el cual duplicó al de las plantas testigo (118%) al igual que en las plantas tratadas con Elenquo al suelo + (Legasus+ Elenquo) al follaje (101%). En general, las plantas que recibieron la mezcla de Legasus + Elenquo al follaje incrementaron el rendimiento comercial por encima del 80.0 % (figura 11).

**Tabla 23: Rendimiento comercial (tn) de tubérculos en la variedad Canchan y prueba de comparación según Duncan**

| Tratamientos   | Comercial    |              |
|--|--------------|--------------|
|  | t.h-1 **     | %            |
| <b>T2</b> Legasus Foliar                             | 42.14 a      | 71.06        |
| <b>T5</b> Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 38.84 ab     | 69.26        |
| <b>T4</b> (Legasus + Elenquo) Foliar                 | 35.33 abc    | 71.65        |
| <b>T6</b> Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | 35.11 abc    | 60.06        |
| <b>T3</b> Elenquo Foliar                             | 27.94 bcd    | 73.70        |
| <b>T7</b> Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 24.92 cd     | 65.18        |
| <b>T1</b> Testigo                                    | 19.31 d      | 57.03        |
| <b>Promedio</b>                                      | <b>31.94</b> | <b>66.85</b> |

\*\* Existen diferencias altamente significativas

Tratamientos con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas



**Figura 11: Incremento del rendimiento comercial (%) en los diferentes tratamientos frente al testigo**

#### 4.6.2 Rendimiento comercial en el experimento Rayancaña:

El promedio general del rendimiento comercial en el experimento fue de 7.03 tn.ha<sup>-1</sup> (tabla 24). Se encontró diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) entre los tratamientos (Anexo 12).

**Tabla 24: Rendimiento comercial (tn) de tubérculos de la variedad Amarilla Tumbay y pruebas de comparación según Duncan.**

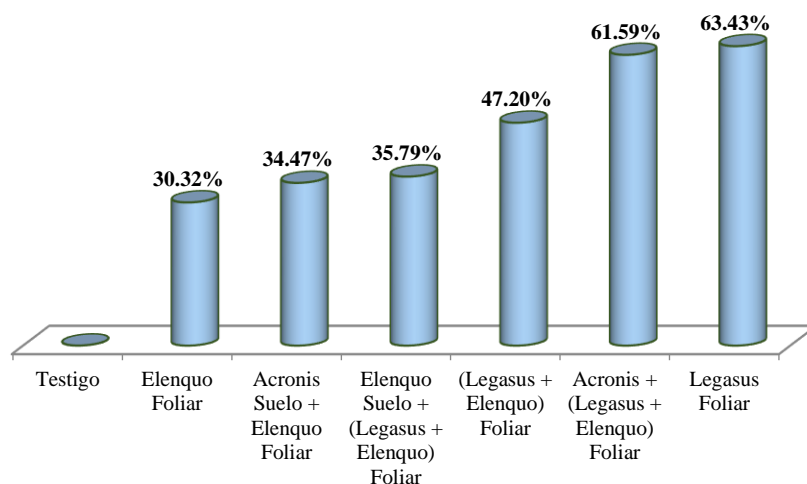
| Tratamientos   | Comercial            |        |
|--|----------------------|--------|
|  | tn.h <sup>-1</sup> * | %      |
| <b>T2</b> Legasus Foliar                             | 11.10 a              | 81.84% |
| <b>T6</b> Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | 10.97 a              | 78.18% |
| <b>T4</b> (Legasus + Elenquo) Foliar                 | 9.99 a               | 79.12% |
| <b>T5</b> Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 9.22 ab              | 76.04% |
| <b>T7</b> Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 9.13 ab              | 70.17% |
| <b>T3</b> Elenquo Foliar                             | 8.85 ab              | 75.44% |
| <b>T1</b> Testigo                                    | 6.79 b               | 67.22% |
| Promedio   | 7.03                 | 60.69% |

\* Existen diferencias significativas

Tratamientos con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas

El mayor rendimiento se alcanzó con Legasus al follaje (11.10 tn.ha<sup>-1</sup>) el cual representó un 63.43% más tubérculos comerciales que las plantas no tratadas. Mientras que, en las plantas asperjadas con la mezcla, (Legasus + Elenquo) foliar, incrementaron el rendimiento comercial por encima del 35.0 % y con Elenquo foliar en 30.3% (figura 12).





**Figura 12: Incremento del rendimiento comercial (%) en los diferentes tratamientos**

#### 4.6.3 Rendimiento comercial en el experimento de Chinchao

En general en el experimento el rendimiento comercial de Yungay fue 14.8 tn.ha<sup>-1</sup> (Tabla 25) y los promedios de tratamientos mostraron diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ , Anexo 12).

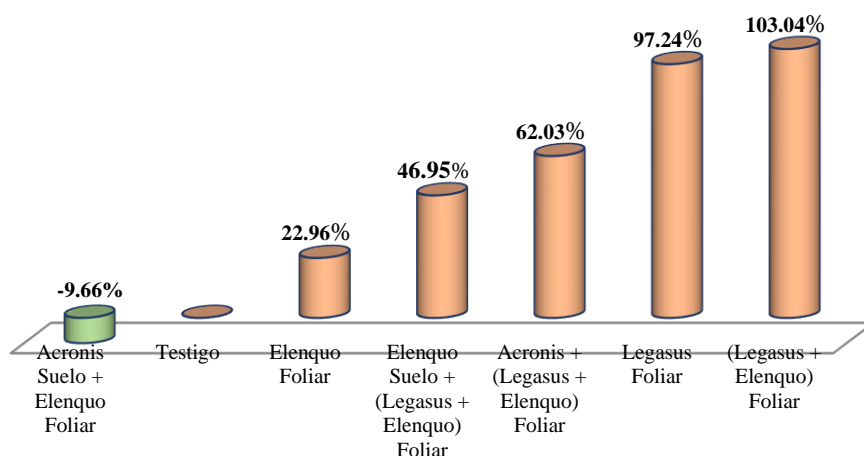
**Tabla 25: Rendimiento total y comercial (kg) de papa de la variedad Yungay en los diferentes tratamientos**

| Tratamientos   | Comercial            |       |
|--|----------------------|-------|
|  | t.h. <sup>-1</sup> * | %     |
| <b>T4</b> (Legasus + Elenquo) Foliar                 | 20.67 a              | 78.91 |
| <b>T2</b> Legasus Foliar                             | 20.08 ab             | 77.34 |
| <b>aT6</b> Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar      | 16.49 abc            | 73.63 |
| <b>T5</b> Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 14.96 bcd            | 70.61 |
| <b>T3</b> Elenquo Foliar                             | 12.52 cde            | 64.38 |
| <b>T1</b> Testigo                                    | 10.18 de             | 64.77 |
| <b>T7</b> Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 9.20 e               | 61.70 |
| promedio   | 14.87                | 69.19 |

\* Existen diferencias significativas

Tratamientos con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas

El mejor tratamiento fue Legasus + Elenquo foliar, el cual produjo 103.04% más tubérculos comerciales que las plantas testigo. Contrariamente, el menor rendimiento se halló con el tratamiento Acronis suelo + Elenquo foliar que presentaron 9.6% menos tubérculos que el testigo. Por otro lado, las plantas que recibieron solo Legasus al follaje incrementaron en 97.24% y todos los tratamientos asperjados con la mezcla, Legasus + Elenquo foliar, incrementaron el rendimiento comercial por encima del 40% (figura 13).



**Figura 13: Incremento del rendimiento comercial (%) en los diferentes tratamientos**

En general, en los tres experimentos, el rendimiento de tubérculos de las plantas que recibieron Legasus solo o en mezcla fueron los más altos. Estos resultados se atribuyen al efecto Pyraclostrobin que actúa mejorando la asimilación de nitrógeno y proporciona mayor tiempo de hojas fotosintéticamente activas lo cual contribuye a mejorar el rendimiento final (Venancio, 2003). Mientras que Elenquo actúa protegiendo a la planta y mejorando la resistencia al estrés biótico y abiótico (Espejo 2014).

Estos resultados fueron similares a los encontrados por Egúsqiza *et al.* (2012) quienes comprobaron el efecto de Bellis (Pyraclostrobin + Boscalid) en las variedades Única y Yungay que incrementaron sus rendimientos totales en 12.8% y 42.0% respectivamente, así como también aumentaron la proporción de tubérculos comerciales. En otro estudio realizado por López, citado por Ccoicca (2012), se encontró que Legasus (Pyraclostrobin + metiram) duplicó el rendimiento en las variedades Capiro y Ccejorani. Posteriormente, en la costa central, Egúsqiza *et al.* (2010) con este mismo producto ratifica el incremento del rendimiento en la variedad Única (7.4%) frente al testigo, mientras que en otro experimento realizado en la sierra central encontraron los mismos efectos en la variedad Amarilla Tumbay.

El efecto positivo de Elenquo sobre las plantas si bien fue menor al de Legasus, contribuyó a mejores rendimientos frente al testigo. Estos efectos positivos fueron comprobados por Fernández (2018), quien evaluó el efecto de Elenquo sobre el rendimiento de diversos cultivos como tomate, cebolla y papa, encontrado en papa, incrementos del 12% en el

rendimiento total, así mismo, encontró 4370 kg más de tubérculos comerciales frente a las plantas testigo.

Por otro lado, el efecto de la mezcla de los productos, Legasus + Elenquo, no se tradujo en mejores rendimientos que cuando se usan individualmente, lo cual nos indicaría que alguno de ellos interfiere con el efecto del otro.

#### 4.7 NÚMERO DE TALLOS PRINCIPALES

El número de tallos principales determinados a los 169, 189 y 156 días después de la siembra en las variedades Canchan, Amarilla Tumbay y Yungay se presenta en la tabla 26; según estos resultados generales, las plantas tratadas con Acronis a la línea de siembra mostraron un muy ligero incremento en el número de tallos principales aunque sin una mejor consistencia respecto a las plantas testigo.

**Tabla 26: Promedio de Tallos por planta en las diferentes localidades experimentales y pruebas de comparación de medias de Duncan**

| Tratamientos                               | IRD         | Rayancancho     | Chinchao    |
|--|-------------|-----------------|-------------|
|  | Sierra      | Amarilla Tumbay | Yungay*     |
|  | Canchan     |                 |             |
| Testigo                                    | 5.00        | 4.34            | 2.31 d      |
| Legasus Foliar                             | 4.80        | 4.37            | 2.44 cd     |
| Elenquo Foliar                             | 4.90        | 4.12            | 2.60 abc    |
| (Legasus + Elenquo) Foliar                 | 5.54        | 4.42            | 2.56 bcd    |
| Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 5.30        | 4.13            | 2.79 ab     |
| Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | 5.24        | 3.83            | 2.87 a      |
| Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 5.13        | 4.47            | 2.76 abc    |
| <b>Promedio general</b>                    | <b>5.13</b> | <b>4.24</b>     | <b>2.62</b> |

\* Existen diferencias significativas

Tratamientos que comparten las mismas letras no son estadísticamente diferentes.

Existen diferencias estadísticas significativas ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable número de tallos en la variedad Yungay, mientras que en la variedad Canchan y Amarilla Tumbay no se encontraron diferencias por efecto de los tratamientos (Anexo 13).

El número de tallos principales depende de la variedad, estado de brotación y el número de brotes en el tubérculo semilla, así como también el tamaño de la semilla (Egúsquiza, 2014). En la variedad Canchan se puede encontrar de 4 a 6 tallos (INIA, 2012), en la variedad

Amarilla Tumbay de 3 a 6 tallos (INIA, 2008), al igual que la variedad Yungay (Sulca, 2012).

En general, en los tres experimentos se encontraron respuestas similares en los tratamientos edáficos (aplicación de Acronis o Elenquo a la línea de siembra), debido a la acción preventiva y/o curativa del fungicida Acronis (Metil tiofanato + Pyraclostrobin) sobre *Rhizoctonia solani*, que es un patógeno del suelo que reduce el número de tallos que emergen, al generar daños a los brotes, tallos y estolones (INIA, 2017b) y el efecto positivo de Elenquo, el cual contiene auxinas que promueven la formación de raíces (Bautista *et al.* 2010) que contribuyeron a una mejor respuesta frente a las plantas testigo.

En evaluaciones realizadas por Ccoicca (2012) en papa variedad Única, se encontró un ligero incremento en el número de tallos por planta que fueron asperjadas con Acronis a la línea de siembra, frente a las plantas no tratadas con este producto; similar respuesta se encontró en un estudio realizado por Egúsqüiza *et al.* (2012) en plantas de papa variedad Única y Yungay, en el que las semillas tratadas con Acronis mostraron mayor número de tallos que las plantas control, aunque estadísticamente estas diferencias no fueron significativas en ambos casos.

Según Wiersema, citado por Ccoicca (2012), la densidad del cultivo de papa está conformado por dos componentes: número de planta por unidad de área y número de tallos por planta; este último componente se debe a que cada tallo principal se comporta como una planta individual, porque forma raíces, estolones y tubérculos. Por lo tanto, el número de tallos por unidad de área determinara directamente el rendimiento final en número y tamaño de los tubérculos.

#### **4.8 NÚMERO DE TUBÉRCULOS**

En la tabla 27 se presenta el número de tubérculos por planta y tallo para las variedades Canchan, Amarilla Tumbay y Yungay. El análisis de variancia detectó diferencias estadísticas significativas ( $\alpha=0.05$ ) para número de tubérculos por planta para las variedades Canchan y Yungay, mientras que existen diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) en el número de tubérculos por tallo en la Amarilla Tumbay (Anexo 14).

**Tabla 27: Número promedio de tubérculos en los diferentes tratamientos y prueba de comparación según Duncan.**

| Tratamiento                                | Canchan      |             | Amarilla Tumbay |             | Yungay       |             |
|--|--------------|-------------|-----------------|-------------|--------------|-------------|
|  | Planta*      | Tallo       | Planta          | Tallo **    | Planta *     | Tallo       |
| Testigo                                    | 13.72 bc     | 2.80        | 17.88           | 4.11 b      | 10.69 c      | 4.62        |
| Legasus Foliar                             | 14.31 abc    | 2.78        | 16.74           | 3.85 b      | 12.16 ab     | 4.98        |
| Elenquo Foliar                             | 12.34 c      | 2.66        | 17.96           | 4.34 b      | 12.12 ab     | 4.66        |
| (Legasus + Elenquo) Foliar                 | 16.12 abc    | 2.90        | 17.60           | 3.97 b      | 11.23 bc     | 4.38        |
| Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 22.07 a      | 3.90        | 18.04           | 4.38 ab     | 12.50 ab     | 4.48        |
| Acronis suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 21.99 a      | 3.85        | 21.00           | 5.45 a      | 12.60 a      | 4.39        |
| Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 21.54 ab     | 4.23        | 19.78           | 4.45 ab     | 12.57 a      | 4.57        |
| <b>Promedio</b>                            | <b>17.44</b> | <b>3.30</b> | <b>18.43</b>    | <b>4.36</b> | <b>11.98</b> | <b>4.58</b> |

\*\* Existen diferencias altamente significativas

\* Existen diferencias significativas

Tratamientos con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas

Se observa que los tratamientos edáficos resultaron en mayor número de tubérculos por planta y tallo frente a los tratamientos foliares y testigo, resultados que estarían directamente relacionado con el mayor número de tallos que se presentó en las plantas tratadas con Acronis o Elenquo asperjados a la línea de siembra. Investigaciones realizadas por Egúsquiza *et al.* (2012) confirman lo dicho al encontrar un ligero aumento del número de tallos en semillas protegidas con Acronis (Metil tiofanato) a la línea de siembra por contribuir a la protección sanitaria de la semilla contra patógenos del suelo. Mientras que el efecto de Elenquo sobre el desarrollo de la semilla se debe al efecto de sus auxinas (Bautista *et al.*, 2010).

#### 4.9 MATERIA SECA DE TUBÉRCULOS

En la tabla 28 se muestra el porcentaje de materia seca por efecto de los tratamientos; se puede observar que el contenido de materia seca en los tubérculos fueron semejantes y no se encontró diferencias estadísticas significativas por efecto de los tratamientos (Anexo 15), sin embargo, se observó un ligero aumento en el contenido de materia seca de los tubérculos con Legasus foliar. Esto se debe posiblemente porque permaneció por más tiempo el follaje verde o por la protección sanitaria contra las manchas foliares.

**Tabla 28: Materia seca (%) de tubérculos cosechados en los experimentos**

| Tratamientos                               | Materia seca (%) |             |             |
|--|------------------|-------------|-------------|
|  | IRD Sierra       | Rayancacha  | Chincho     |
| Testigo                                    | 24.3             | 23.6        | 24.3        |
| Legasus Foliar                             | 26.6             | 24.3        | 25.9        |
| Elenquo Foliar                             | 24.5             | 23.4        | 24.5        |
| (Legasus + Elenquo) Foliar                 | 26.1             | 23.5        | 25.4        |
| Elenquo Suelo + (Legasus + Elenquo) Foliar | 26.0             | 24.2        | 25.6        |
| Acronis + (Legasus + Elenquo) Foliar       | 25.9             | 23.4        | 26.0        |
| Acronis Suelo + Elenquo Foliar             | 24.5             | 23.6        | 24.6        |
| <b>Promedio general</b>                    | <b>25.4</b>      | <b>23.7</b> | <b>25.2</b> |

\*\* Existen diferencias altamente significativas

\* Existen diferencias significativas

Tratamientos con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas

En las variedades Canchan y Yungay el contenido de materia seca estuvo dentro de lo característico, lo mismo no se puede afirmar en la variedad Amarilla Tumbay, donde los resultados indican que estaría por debajo de lo característico para la variedad; esto porque se interrumpió el período vegetativo por efectos climáticos adversos como las heladas que causaron pérdida total del follaje y reducción del período vegetativo.

## V. CONCLUSIONES

Acronis (Pyraclostrobin + Metil tiofanato) no evidenció efectos marcados en el rendimiento total y comercial, pero mostró un aumento ligero en el número de tallos, influyendo en el número y tamaño de tubérculos por planta.

El efecto del extracto natural de *Quillaja saponaria* (Elenquo) asperjado a la línea de siembra aumentó ligeramente el número de tallos, frente a las plantas que no recibieron tratamientos edáficos, sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

El extracto de Quillay (Elenquo) asperjado al follaje produjo plantas de mayor tamaño y también un aumento significativo del rendimiento total y comercial.

El efecto de Pyraclostrobin + metiram (Legasus) aplicado al follaje se evidenció en una significativa prolongación del período vegetativo y en un mayor rendimiento total y comercial de tubérculos.

El efecto combinado de los productos aplicados en mezclas no fue superior al efecto individual de cada uno de ellos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Realizar una mayor difusión de los resultados sobre los beneficios que se han reportado por efecto del uso de Pyraclostrobin en el cultivo de papa.

Realizar nuevas pruebas para validar los efectos del extracto de Quillay en otros cultivos, con otras oportunidades de aplicación, dosis y condiciones ambientales.

Los ensayos de eficiencia y efectividad del metil tiofanato deben realizarse en condiciones uniformes de incidencia de patógenos del suelo.



## VII. BIBLIOGRAFÍA

AEFA (Asociación española de fabricantes de agro nutrientes). (12 septiembre 2018). Recuperado de <https://aefa-agronutrientes.org/compuestos-fenolicos-para-superar-situaciones-de-estres-abiotico>

Almándoiz, J.; Antigua, G.; Día, J.; Acosta, E.; Valdés, E.; Pérez, S.; Avilés, E. y Lorenzo, Raúl. (2010). Efectividad del fungicida pyraclostrobin + boscalid (6,8%+13,6%) sobre *Alternaria solani* Sorauer en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Fitosanidad*, 14(4), 253-255. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1562-30092010000400009&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1562-30092010000400009&lng=es&tlng=es).

Apablaza, G. Diaz, M. San Martin, R. Moya, E. (2002). Control de oídio de las cucurbitáceas con saponinas presentes en el extracto de quillay (*Quillaja saponaria*). *Cien. Inv. Agr.* 29(2): 83-90p.

Apaza, R; Smeltekop I, H; Flores, Y.; Almanza I, G; Salcedo I, L. (2016). Efecto de saponinas de *Chenopodium quinoa* Willd contra el fitopatógeno *Cercospora beticola* Sacc. *Rev. Protección Vegetal.* 31(1): 63- 69p.

Azcón-Bieto, J y Talón, M. (2000). *Fundamentos de la Fisiología Vegetal*. 3ra Ed. Edición Universidad de Barcelona. España. 423p.

BASF. (2015). Efectividad de QL Agri en el control de nematodos asociados al viñedo. Miano, J. Lannoy, M. Rodrigues M. Rodrigues, D. Top ciencia Basf Argentina.

BASF. (2016). BASF lanza nuevo Bio-fertilizante natural. Recuperado de <https://www.basf.com/pe/es/company/news-and-media/news-releases/2016/05/Elenquo.html>

BASF. (2017). QL Agri®35, solución eficiente y sustentable para el control de nemátodos en tomates. Recuperado de <http://www.redagricola.com/cl/ql-agri35-solucion-eficiente-sustentable-control-nematodos-tomates/>

BASF. (2018a). Acronis fungicida premium para tratamiento de semillas. Recuperado de <https://agriculture.basf.com/ar/es/Proteccion%CC%81n-de-los-cultivos/Acronis.html>

BASF. (2018b). Acronis ficha técnica.

BASF. (2018c). Elenquo ficha técnica.

BASF. (2018d). Legasus ficha técnica

Bautista, G; León, W y Rojas, A. (2010). Evaluación del rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Cahauca con el manejo fisionutricional (MFN) frente al manejo tradicional en la hacienda "San Patricio" ubicada en la parroquia Tomebamba del Cantón Paute provincia del Azuay. Tesis Ing. Agropecuario. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca. Recuperado de <http://repositorio.untrm.edu.pe>

Beconi, M. (1981). Actividad de oxidasa alternativa y respiración mitocondrial en las plantas superiores. Tesis Dr. Ciencias Químicas. Buenos Aires, Argentina. UBA. 141 p.

Bidwell, R. (1993). Fisiología vegetal. 1er. Ed. AGT editor, S.A. Mexico. 804 p.

BVL (Undesamt Fur Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit). (2001). Monograph. Pyraclostrobin. 651 pp.

Cámara, M.; Mangas, J.; Garmendia, I.; Llopis, A.; Martínez, J. (2000). La nutrición mineral de la papa. Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante. España. 8p.

Cartagena, C. (2010). SAPOGENINAS DE UN EXTRACTO DE CORTEZA DE *Quillaja saponaria* Mol. Aislamiento, identificación y evaluación de potencial actividad hipoglicemiante in-vitro. Tesis Qco. Farmacéutico. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 84p

Ccoicca, E. (2012). Efectos de dos formulaciones comerciales de pyraclostrobin y dos distanciamientos de siembra en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L., Var. Única). Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima. Perú. 62 pp.

CIP (Centro internacional de la Papa, Perú). (2014). Impacto económico de la variedad Canchan INIA, de alto rendimiento y resistencia al tizón tardío, en el Perú. Lima, Perú. 33p.

Egúsquiza, R. (2010). Efecto de Legasus (Pyraclostrobin 50r/kr +metiram 550g/kg) en el crecimiento y producción de la papa Amarilla Tumbay (*S. goniocalyx* juz. et Buck.) Proyecto Incagro. 3° TOP CIENCIA BASF LAN PERU, 2010.

Egúsquiza, R; Ccoicca, E; Gamboa, P. y La Rosa, R. (2012). Efectos Agcelence en el crecimiento y producción de dos variedades de papa en Pillao – Huánuco. Lima, Perú. 43p.

Egúsquiza, R. (2014). La Papa en el Perú.. Lima, Perú. Minerva

Espejo, R. (2014). Evaluación experimental de las saponinas quillay (*Quillaja saponaria*) como inhibidoras del desarrollo de cóccidas intestinales en los pollos de engorde. Tesis Médico veterinario. Universidad de Chile. Santiago-Chile. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). (2012). Efecto del fungicida de Piraclostrobina aplicado con cantidades variables de fertilizantes inorgánicos en el crecimiento y rendimiento del maíz verde y la incidencia de enfermedades. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PH2014000423>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). (2018). Capítulo IV. Agronomía de los cultivos. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s00.HTM>

Fernández, J. (2018). Mayores rendimientos y calidad con Elenquo y Legasus en papa. *In* solución productiva BASF papa (2018, Junín, Perú).

Fischer, M; Pensec, F; Demangeat, G; Farine, S; Chong, J.; Ramirez-Suero, M; Mazet, F.; Bertsch, C. (2011). Impact of *Quillaja saponaria* saponins on grapevine ecosystem organisms. *Antonie van Leeuwenhoek*. 100 (2): 197-206.

Flores, G. (2017). Efecto de tres dosis de extracto de saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Will) en su forma sobrenadante para el control del hongo *Botritis* sp. Bajo condiciones de laboratorio en el cultivo de haba. Tesis Mg.Sc. Producción vegetal. Universidad mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

García, B. (2010). Beneficios de la tecnología AGcelence en la optimización de procesos fisiológicos para mejorar la eficiencia energética y nutricional de las plantas de papa Dacil Capiro. 3° TOP CIENCIA LAN PERÚ. 2010. Perú.

Giráldez, L.(2009) Influencia de la temperatura, precipitación y fotoperíodo en el cultivo de papa (S.T) variedad Canchan y Yungay los distritos de Tambo y Mantaro. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima. Perú.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Honduras) / DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología agropecuaria, Honduras). (2016). Cultivo de papa en Honduras. 103p.

INIA (Instituto Nacional De Investigación Agropecuaria, Chile)- INDAP (Instituto de Desarrollo Agropecuario, Chile). (2017a). Manual del cultivo de papa en Chile. Boletín INIA n° 10.

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria - Uruguay). (2017b). ¿Cuándo se justifica el tratamiento del lote de semilla con fungicida? Presentación ppt. En línea. Recuperado de [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/control\\_y\\_calidad\\_de\\_inoculantes.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/control_y_calidad_de_inoculantes.pdf)

INIA (Instituto nacional de Innovaciones Agraria – Perú) (2008). Caracterización morfológica y agronómica de 61 variedades nativas de papa. Perú. 343 pp.

INIA (Instituto nacional de innovación agraria, Perú). (2012). Papa INIA 303- Canchan. Consultado Recuperado de [http://semillasdealtura.com/web/fichas-tecnicas/02-PAPA-INIA-303\\_CANCHAN.pdf](http://semillasdealtura.com/web/fichas-tecnicas/02-PAPA-INIA-303_CANCHAN.pdf)

Inostrosoza, J; Méndez, P; Espinoza, N; Acuña, I; Navarro, P; Cisternas, E y Larraín P. (2017). Manual del cultivo de papa en Chile. Boletín INIA n° 10. Santiago, Chile.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-). (2012). Semillas de arveja: tratamientos eficaces para el control de patógenos. 17p. Recuperado de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-semillas-arvejas-control-patogenos.pdf>

Kanungo, M; Joshi, J. (2014). Impact of pyraclostrobin (F- 500) on crop plant. *Plant Science Today*. 1(3): 174-178.

Lira, R., (1994). *Fisiología vegetal*. México. Editorial Trillas.

Macedo-Márquez, A. (2012). The reactive oxygen species (ROS) production in the mitochondria of *Saccharomyces cerevisiae*. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 15(2), 97-103. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405888X2012000200003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405888X2012000200003)

Magunacelaya. J. (2005). Control biológico integrado de enfermedades y nematodos en frutales y hortalizas. Uso de extracto de Quillay para el control de nematodos fitoparasitos. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. Pág.: 100 – 104. Recuperado de <http://www.libros.uchile.cl/files/presses/1/monographs/221/submission/proof/files/assets/basic-html/page100.html>

Mahoney, k; Vyn, R and Gillard, C. (2015). The effect of pyraclostrobin on soybean plant health, yield, and profitability in Ontario. *Canadian Journal of Plant Science* 95 (2): 285-292.

Maldonado, L.; Suárez, V.; Thiele G. (2008). Estudio de la adopción de variedades de papa en zonas podres del Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP) Lima, Perú documento de trabajo 20018-2.37p.

Martínez, C. (1987). Aspectos fisiológicos en el cultivo de papa con énfasis en producción de semilla. Programa de investigaciones y proyección en papa. UNALM. Lima, Perú.

Moreira, A; Schumacher, P; Pérez Martínez, A; Paulino da Costa Netto, A; Chalfun-Junior, A. (2018). Insights into the Positive Effect of Pyraclostrobin on Sugarcane Productivity. *Agronomy* 8(7): 122-133.

Pajuelo, R. (2016). Posibilidades de la saponina de quinua en la industria cosmética. EUROECOTRADE. (En línea). Recuperado de [https://issuu.com/euroecotraderperu/docs/posibilidades\\_de\\_la\\_saponina\\_de\\_qui/49](https://issuu.com/euroecotraderperu/docs/posibilidades_de_la_saponina_de_qui/49)

Patiño, J; Cotes, J; Ramírez, J. (2014). Efecto de pyraclostrobin en la producción de papa cultivar Diacol Capiro. Revista facultad de ciencias básicas 10(1): 8-21p.

Quijandria, P. (2018). Efecto de la aplicación de cinco tipos de compost en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* cv. Canchan en suelos de Quilcas (Valle del Mantaro). Ing. Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.

Salisbury, F; Ross, C. (1994). Fisiología vegetal. México - Editorial Iberoamérica S.A.

Sulca, F. (2016). El aporque en cultivares nativos de papa (*Solanum tuberosum* spp. Andígena) en Andahuaylas. Ing. Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.

SEIMPA (semilla e investigación de papa). (1994). Catálogo de semilla básica de papa en el Perú. Ed. E. Franco. Lima, Peru. 49p.

Taiz, L; Zeiger, E. (2004). Plant physiology. Volume I. 3rd. Ed. The Angels, United States. Universitat Jaume I. IV serie.

TERRALIA. (2 enero 2019). Metil tiofanato. En línea. . Recuperado de [https://www.terralia.com/vademecum\\_de\\_productos\\_fitosanitarios\\_y\\_nutricionales/view\\_composition?book\\_id=1&composition\\_id=543](https://www.terralia.com/vademecum_de_productos_fitosanitarios_y_nutricionales/view_composition?book_id=1&composition_id=543)

TERRALIA. (5 enero 2019). BAN, HELM (Tiofanato metilico70% PH). En línea. Recuperado de [https://www.terralia.com/agroquimicos\\_de\\_mexico/view\\_trademark?trademark\\_id=9446](https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_trademark?trademark_id=9446)

TERRALIA. (10 enero 2019). METIRAM. En línea. Recuperado de [https://www.terralia.com/agroquimicos\\_de\\_mexico/view\\_composition?composition\\_id=13129](https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composition?composition_id=13129)

UNA (Universidad Nacional Costa Rica). (8 febrero 2019). Manual de plaguicidas de Centroamérica. En línea. Recuperado de <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/384-metil-tiofanato>

Venancio, W.; Tavares, M.; Beogliomini, E.; Luis de Soza, N. (2003). Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. *Ci. Agr. Ponta Grossa*. 9(3): 59 – 69p.

Zambrano, C. (2005). Efecto de la densidad y tamaño de brote sobre la producción de papa amarilla en camas de tuberización. *Ing. Agrónomo. UNALM. Lima, Perú*. 56p.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Análisis de suelo del experimento IRD-Sierra

|  |               |
|--|---------------|
| <b>Clase textural</b>                  | Fr. Arcilloso |
| <b>pH (1:1)</b>                        | 7.6           |
| <b>C.E (1:1)</b>                       | 0.47 dS/m     |
| <b>CIC</b>                             | 21.2          |
| <b>CaCO<sub>3</sub></b>                | 5.3%          |
| <b>M O</b>                             | 2.62 %        |
| <b>P</b>                               | 21.1 ppm      |
| <b>K</b>                               | 389 ppm       |
| <b>Ca<sup>+2</sup></b>                 | 20.39         |
| <b>Mg<sup>+2</sup></b>                 | 4.35          |
| <b>K<sup>+</sup></b>                   | 1.66          |
| <b>Na<sup>+</sup></b>                  | 0.30          |
| <b>Al <sup>+3</sup> +H<sup>+</sup></b> | 0.00          |

### Anexo 2: Análisis de suelo de los experimentos en la localidad de Huánuco

| <b>Chinchao</b>                        |           | <b>Rayancacha</b>                      |           |
|--|-----------|--|-----------|
| <b>Clase textural</b>                  | Fr. Ar.   | <b>Clase textural</b>                  | Fr.       |
| <b>pH (1:1)</b>                        | 5.90      | <b>pH (1:1)</b>                        | 4.66      |
| <b>C.E (1:1)</b>                       | 0.24 dS/m | <b>C.E (1:1)</b>                       | 0.05 dS/m |
| <b>CIC</b>                             | 16.32     | <b>CIC</b>                             | 20.40     |
| <b>CaCO<sub>3</sub></b>                | 0.0 %     | <b>CaCO<sub>3</sub></b>                | 0.0 %     |
| <b>M O</b>                             | 3.79 %    | <b>M O</b>                             | 4.60 %    |
| <b>P</b>                               | 15.6 ppm  | <b>P</b>                               | 2.7 ppm   |
| <b>K</b>                               | 128 ppm   | <b>K</b>                               | 70 ppm    |
| <b>Ca<sup>+2</sup></b>                 | 7.48      | <b>Ca<sup>+2</sup></b>                 | 0.75      |
| <b>Mg<sup>+2</sup></b>                 | 2.87      | <b>Mg<sup>+2</sup></b>                 | 0.35      |
| <b>K<sup>+</sup></b>                   | 0.31      | <b>K<sup>+</sup></b>                   | 0.19      |
| <b>Na<sup>+</sup></b>                  | 0.15      | <b>Na<sup>+</sup></b>                  | 0.11      |
| <b>Al <sup>+3</sup> +H<sup>+</sup></b> | 0.10      | <b>Al <sup>+3</sup> +H<sup>+</sup></b> | 2.35      |





**Anexo 3: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre la emergencia de plantas de papa de las variedades Canchan, Amarilla Tumbay y Yungay**

| <b>Fuente de variación</b> | <b>GL</b> | <b>Canchan</b> | <b>Amarilla Tumbay</b> | <b>Yungay</b> |
|----------------------------|-----------|----------------|------------------------|---------------|
| Bloque                     | 3         | 7.56 ns        | 1.25 ns                | 5.94 ns       |
| Tratamiento                | 6         | 6.39 ns        | 2.54 ns                | 8.54 ns       |
| Error                      | 18        | 9.39           | 4.23                   | 6.44          |
| TOTAL                      | 27        |                |                        |               |
| Media                      |           | 98.3           | 91.5                   | 90.0          |
| CV (%)                     |           | 3.12           | 2.22                   | 2.82          |

**Anexo 4: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre la altura de plantas de papa de las variedades Canchan, Amarilla Tumbay y Yungay**

**\*Existe diferencia significativa**

|                     |    | Canchan |         |         | Amarilla Tumbay |         |         |          | Yungay   |          |           |          |
|---------------------|----|---------|---------|---------|-----------------|---------|---------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| Fuente de variación | GL | 50dds   | 63dds   | 90dds   | 80dds           | 95dds   | 110dds  | 123dds   | 82dds    | 99dds    | 112dds**  | 127dds** |
| Bloque              | 3  | 4.97ns  | 32.80ns | 27.16ns | 14.12 ns        | 7.45 ns | 2.49 ns | 21.03 ns | 24.76 ns | 59.68 ns | 109.57 ns | 64.45 ns |
| Tratamiento         | 6  | 3.32ns  | 2.59ns  | 9.78ns  | 0.68 ns         | 5.46 ns | 1.59 ns | 21.33 ns | 19.53 ns | 15.09 ns | 28.49**   | 28.87**  |
| Error               | 18 | 6.34    | 9.40    | 11.03   | 4.06            | 4.11    | 2.41    | 11.69    | 9.59     | 8.56     | 6.42      | 4.46     |
| TOTAL               | 27 |         |         |         |                 |         |         |          |          |          |           |          |
| Media               |    | 30.24   | 60.85   | 74.10   | 20.77           | 25.33   | 27.30   | 35.17    | 43.09    | 44.43    | 46.00     | 46.93    |
| CV (%)              |    | 8.35    | 5.04    | 4.48    | 9.71            | 8.00    | 5.69    | 9.72     | 7.19     | 6.59     | 5.51      | 5.50     |

**DDS: días después de la siembra**

**Anexo 5: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el índice de cobertura de papa de la variedad Canchan, en el IRD Sierra.**

| Fuente de variación | GL | 50dds   | 63dds    | 90dds    | 122dds**  | 136dds**  |
|---------------------|----|---------|----------|----------|-----------|-----------|
| Bloque              | 3  | 23.14sn | 48.98 sn | 10.60 sn | 84.98**   | 356.79ns  |
| Tratamiento         | 6  | 5.72 sn | 10.53 sn | 2.22 sn  | 2958.40** | 5389.07** |
| Error               | 18 | 11.72   | 22.26    | 9.71     | 9.07      | 168.65    |
| TOTAL               | 27 |         |          |          |           |           |
| Media               |    | 46.53   | 72.91    | 97.32    | 73.65     | 50.45     |
| CV (%)              |    | 7.37    | 6.46     | 3.20     | 4.09      | 27.40     |

\*Existe diferencia significativa

\*\*Existe diferencia altamente significativa

DDS: días después de la siembra

**Anexo 6: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el índice de cobertura de papa de la variedad Amarilla Tumbay, en Raycancha.**

| Fuente de variación | GL | 80dds   | 95dds   | 110dds   | 123dds   | 141dds    |
|---------------------|----|---------|---------|----------|----------|-----------|
| Bloque              | 3  | 22.03*  | 3.75 ns | 1.75 ns  | 57.15 ns | 150.41 ns |
| Tratamiento         | 6  | 2.45 ns | 4.47 ns | 17.23 ns | 56.60 ns | 93.30 ns  |
| Error               | 18 | 4.78    | 8.66    | 26.44    | 44.18    | 68.72     |
| TOTAL               | 27 |         |         |          |          |           |
| Media               |    | 24.44   | 32.76   | 58.84    | 71.14    | 47.93     |
| CV (%)              |    | 8.91    | 8.96    | 8.73     | 9.34     | 17.33     |

\*Existe diferencia significativa

DDS: días después de la siembra

**Anexo 7: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el índice de cobertura de papa Yungay, en Chinchao.**

| Fuente de variación | GL | 82dds    | 96dds    | 109dds    | 124dds** | 143dds**  |
|---------------------|----|----------|----------|-----------|----------|-----------|
| Bloque              | 3  | 324.70** | 690.22** | 600.66**  | 988.32** | 370.95 ns |
| Tratamiento         | 6  | 41.86 ns | 82.23 ns | 249.73 ns | 478.91** | 688.47**  |
| Error               | 18 | 56.75    | 44.25    | 93.38     | 82.82    | 60.39     |
| TOTAL               | 27 |          |          |           |          |           |
| Media               |    | 49.03    | 45.89    | 48.85     | 40.75    | 13.57     |
| CV (%)              |    | 15.36    | 14.49    | 19.77     | 22.33    | 57.26     |

\*Existe diferencia significativa

\*\*Existe diferencia altamente significativa

DDS: días después de la siembra

**Anexo 8: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el número de tallos por planta de las variedades Canchan y Yungay a los 121 días y 127 días después de la siembra respectivamente.**

| Fuente de variación              | GL        | Canchan | GL        | Yungay  |
|----------------------------------|-----------|---------|-----------|---------|
| Bloque                           | 2         | 0.04 ns | 3         | 1.08 ns |
| Tratamiento                      | 6         | 1.77 ns | 6         | 2.08 ns |
| Error                            | 12        | 0.82    | 18        | 1.03    |
| <b>TOTAL</b>                     | <b>20</b> |         | <b>27</b> |         |
| Media                            |           | 5.6     |           | 4.06    |
| Coefficiente de Variabilidad (%) |           | 17.9    |           | 27.8    |

**Anexo 9: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre peso fresco (g) por planta en la variedad Canchan a los 121 días.**

| Fuente de variación              | GL        | Hojas      | Tallos       | Tubérculos   |
|----------------------------------|-----------|------------|--------------|--------------|
| Bloque                           | 2         | 896.33 ns  | 228950.33 ns | 162679.19 ns |
| Tratamiento                      | 6         | 9847.60 ns | 3381.33 ns   | 61203.16 ns  |
| Error                            | 12        | 27260.72   | 28435.17     | 91833.30     |
| <b>TOTAL</b>                     | <b>21</b> |            |              |              |
| Media                            |           | 17.87%     | 18.55%       | 1703.02      |
| Coefficiente de Variabilidad (%) |           | 37.87      | 28.36        | 17.79        |

**Anexo 10: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre peso fresco (g) por planta en la variedad Yungay a los 127 días.**

| Fuente de variación              | GL        | Hojas    | Tallos     | Tubérculos  | Planta |
|----------------------------------|-----------|----------|------------|-------------|--------|
| Bloque                           | 3         | 2219.1ns | 11132.0 ns | 153429.7 ns | 289.9* |
| Tratamiento                      | 6         | 3499.2** | 3768.7 ns  | 137888.0 *  | 227.5* |
| Error                            | 18        | 740.0    | 6860.0     | 39873.3     | 70.5   |
| <b>TOTAL</b>                     | <b>27</b> |          |            |             |        |
| Media                            |           | 105.28   | 201.07     | 1051.55     | 1.35   |
| Coefficiente de Variabilidad (%) |           | 25.84    | 42.62      | 18.89       | 19.58  |

\* Existe diferencia significativa

\*\* Existe diferencias altamente significativas

**Anexo 11: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el número de tubérculos en la variedad Canchan y Yungay, a los 121 y 127 días después de la siembra.**

| Fuente de variación              | Canchan |          |         | Yungay |          |         |
|----------------------------------|---------|----------|---------|--------|----------|---------|
|                                  | GL      | Planta   | Tallo   | GL     | Planta   | Tallo   |
| Bloque                           | 2       | 51.62 ns | 1.71 ns | 3      | 12.99 ns | 0.68 ns |
| Tratamiento                      | 6       | 8.87 ns  | 0.27 ns | 6      | 24.95 ns | 1.50 ns |
| Error                            | 12      | 17.23    | 0.68    | 18     | 10.57    | 1.23    |
| TOTAL                            | 21      |          |         | 27     |          |         |
| Media                            |         |          |         |        |          |         |
| Coefficiente de Variabilidad (%) |         | 19.29    | 20.59   |        | 20.93    | 27.32   |

**Anexo 12: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el rendimiento total, comercial, por planta y tallo de papa variedad Canchan, Amarilla Tumbay y Yungay.**

| Fuente de variación          | GL | Canchan  |           |        |         | Amarilla Tumbay |           |        |         | Yungay  |           |         |         |
|------------------------------|----|----------|-----------|--------|---------|-----------------|-----------|--------|---------|---------|-----------|---------|---------|
|                              |    | Total    | Comercial | Planta | Tallo   | Total           | Comercial | Planta | Tallo   | Total   | Comercial | Planta  | Tallo   |
| Bloque                       | 3  | 127.46ns | 31.21 ns  | 0.12ns | 0.002ns | 6.96ns          | 0.50ns    | 0.02ns | 0.040ns | 223.7** | 168.85**  | 0.18**  | 35.88** |
| Tratamiento                  | 6  | 466.83** | 265.33**  | 0.50** | 0.0122* | 8.23*           | 8.61*     | 0.01ns | 1.081*  | 80.54** | 82.09**   | 0.05**  | 7.19ns  |
| Error                        | 18 | 84.87    | 54.22     | 0.09   | 0.0039  | 2.49            | 2.82      | 0.01   | 0.035   | 6.44    | 12.17     | 0.01    | 3.21    |
| Total                        | 27 |          |           |        |         |                 |           |        |         |         |           |         |         |
| Media                        |    | 47.59    | 31.94     | 1.53   | 0.29    | 11.45           | 7.03      | 0.50   | 0.10    | 20.83   | 14.87     | 0.88    | 0.33    |
| Coefficiente de Variabilidad |    | 19.36 %  | 23.05%    | 19.61% | 21.10%  | 12.73%          | 17.78%    | 16.29% | 16.04 % | 12.18%  | 19.61%    | 11.46 % | 23.46%  |

\* Existe diferencia significativa

\*\* Existe diferencias altamente significativas

**Anexo 13: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el número de tallos por planta a los 169, 189 y 156 días después de la siembra, en las variedades Canchan, Amarilla Tumbay y Yungay respectivamente**

| Fuente de variación              | GL | Canchan | Amarilla Tumbay | Yungay |
|----------------------------------|----|---------|-----------------|--------|
| Bloque                           | 3  | 0.12 ns | 0.34 ns         | 0.11ns |
| Tratamiento                      | 6  | 0.26ns  | 0.18 ns         | 0.18** |
| Error                            | 18 | 0.13    | 0.12            | 0.04   |
| TOTAL                            | 27 |         |                 |        |
| Media                            |    | 5.13    | 4.24            | 2.68   |
| Coefficiente de Variabilidad (%) |    | 6.98    | 8.25            | 6.93   |

\* Existe diferencia significativa

\*\* Existe diferencias altamente significativas

**Anexo 14: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el número de tubérculos en la cosecha en las variedades Canchan, Amarilla Tumbay y Yungay.**

| FACTOR DE VARIACION              | GL | Canchan  |         | Amarilla Tumbay |         | Yungay  |        |
|----------------------------------|----|----------|---------|-----------------|---------|---------|--------|
|                                  |    | Planta*  | Tallo   | Planta          | Tallo** | Planta* | Tallo  |
| Bloque                           | 3  | 30.73 ns | 0.91 ns | 22.98*          | 0.52ns  | 6.07 ** | 0.51ns |
| Tratamiento                      | 6  | 73.62 *  | 1.74 ns | 8.44ns          | 1.11**  | 2.17*   | 0.41ns |
| Error                            | 18 | 25.01    | 0.89    | 5.61            | 0.23    | 0.64    | 0.20   |
| TOTAL                            | 27 |          |         |                 |         |         |        |
| Media                            |    | 17.44    | 3.30    | 18.43           | 4.36    | 11.98   | 4.49   |
| Coefficiente de Variabilidad (%) |    | 28.67    | 28.56   | 12.85           | 10.88   | 6.68    | 10.03  |

\* Existe diferencia significativa

\*\* Existe diferencias altamente significativas

**Anexo 15: Análisis de variancia del efecto de los tratamientos sobre el contenido de materia seca de los tubérculos de las variedades Canchan, Amarilla Tumbay y Yungay, en la cosecha.**

|                                  | GL | IRD Sierra | Rayancacha | Chinchao |
|----------------------------------|----|------------|------------|----------|
| Bloque                           | 3  | 2.04 ns    | 4.08ns     | 9.68 **  |
| Tratamiento                      | 6  | 3.21 ns    | 0.59ns     | 1.84 ns  |
| Error                            | 18 | 2.71       | 2.29       | 1.88     |
| TOTAL                            | 27 |            |            |          |
| Media                            |    | 25.4       | 23.7       | 25.2     |
| Coefficiente de Variabilidad (%) |    | 6.48       | 6.38       | 5.54     |

\*\* Existe diferencias altamente significativas