

**Universidad Católica de Santa María**

**Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas**

**Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y Agrícola**



**EFEECTO DE LA DENSIDAD Y EL NIVEL NITROGENADO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*), VARIEDAD INIA SALCEDO EN EL DISTRITO DE LA JOYA, AREQUIPA.**

**Tesis presentada por el Bachiller:  
Valdivia Tinoco, Poull Joseph**

**Para optar el Título Profesional de:  
Ingeniero Agrónomo**

**Asesor: Ing. Díaz Vento, Ingrid**

**Arequipa – Perú**

**2018**

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
URB. SAN JOSE S/N - UMACOLLO

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS  
(Jurado)

Señor  
**Ing. FROY COLOMA DONGO**  
Director del P.P. de Ingeniería Agronómica  
Presente.-

Mediante el presente, comunicamos a usted., que se ha procedido a revisar el BORRADOR de Tesis titulado:

“EFECTO DE LA DENSIDAD Y EL NIVEL NITROGENADO SOBRE LA PRODUCCION DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*), VARIEDAD INIA SALCEDO EN EL DISTRITO DE LA JOYA – AREQUIPA 2016”

Alumno: **POULL JOSEPH VALDIVIA TINOCO**  
Asesor: **Ing. Ingrid Diaz Vento**

El jurado Dictaminador presidido por, **Ing. Jorge Zegarra Flores, Ing. Humberto Stretz Chavez, Ing. Guillermo Linares Quiroz**

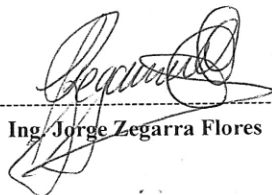
DICTAMINAN

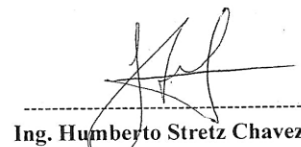
*Procede a la Sustantación del trabajo de investigación*

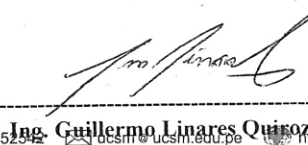
OBSERVACIONES

-----  
-----  
-----  
-----  
-----

Arequipa, 15 de Mayo de 2018

  
Ing. Jorge Zegarra Flores

  
Ing. Humberto Stretz Chavez

  
Ing. Guillermo Linares Quiroz

## **AGRADECIMIENTO**

**A mi familia por el apoyo durante la realización de la tesis, además de todas las personas que se involucraron en que se haga posible y de manera correcta.**

**De manera especial a la Ing. Ingrid Díaz Vento, asesora del presente trabajo de tesis, por sus contribuciones, dedicación, y apoyo puesta en mí persona, no sólo en la etapa de la tesis sino a lo largo de los años académicos en la Universidad.**

**A la Universidad Católica de Santa María y docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y Agrícola, por las invalorable enseñanzas culturales, sociales y científicas.**

## DEDICATORIA

**A Dios por ser parte fundamental en los logros de uno como persona.**

**A mis padres Leni y Persi por su sacrificio y apoyo durante todo el tiempo desde mi niñez; orientándome hacia mis ideales.**

**A toda mi familia y amigos que creyeron en mí e hicieron alrededor mío un entorno que favoreció para poder realizar mis objetivos.**

## INDICE

|                                       |             |
|---------------------------------------|-------------|
| <b>RESUMEN</b> .....                  | <b>XXII</b> |
| <b>ABSTRACT</b> .....                 | <b>XXIV</b> |
| <b>CAPÍTULO I</b>                     |             |
| <b>GENERALIDADES</b> .....            | <b>1</b>    |
| <b>JUSTIFICACION</b> .....            | <b>2</b>    |
| <b>HIPOTESIS</b> .....                | <b>3</b>    |
| <b>OBJETIVOS</b> .....                | <b>3</b>    |
| General: .....                        | <b>3</b>    |
| Específicos: .....                    | <b>3</b>    |
| <b>CAPÍTULO II</b>                    |             |
| <b>REVISION DE LITERATURA</b> .....   | <b>4</b>    |
| <b>2.1. CULTIVO DE QUINUA</b> .....   | <b>4</b>    |
| 2.1.1 Clasificación taxonómica.....   | <b>4</b>    |
| 2.1.2 Historia y origen.....          | <b>5</b>    |
| 2.1.3 Distribución de la quinua ..... | <b>7</b>    |

|  |    |
|--|----|
| 2.1.4 Diversidad genética y variedades de quinua .....   | 9  |
| 2.1.5 Características botánicas de la quinua .....   | 16 |
| 2.1.6 Fenología del cultivo .....  | 18 |
| 2.1.7 Requerimientos agro climáticos del cultivo de quinua.....  | 22 |
| 2.1.8 Manejo del cultivo de quinua.....  | 25 |
| 2.1.9 Nutrición y fertilización de la quinua .....   | 30 |
| 2.1.9.1 Ritmo de absorción de macronutrientes .....  | 31 |
| Fuente: CARE (2012) .....  | 32 |
| 2.1.9.2 Equilibrio fisiológico del cultivo de quinua .....   | 32 |
| 2.1.10 Labores culturales .....  | 33 |
| 2.1.11 Plagas .....  | 35 |
| 2.1.12 Cosecha .....   | 37 |
| 2.1.13 Post cosecha .....  | 39 |
| 2.1.14 Variedad INIA Salcedo.....  | 41 |
| FAO-INIA, (2013) nos muestra en su catálogo la siguiente información sobre esta<br>variedad de quinua: ..... | 41 |
| 2.2 EL NITROGENO EN LA PLANTA.....   | 46 |
| 2.2.1 Asimilación del nitrógeno en plantas .....   | 46 |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.2.2 Función del nitrógeno (N) en las plantas .....    | 47        |
| 2.2.2 El nitrógeno en el cultivo de quinua.....         | 47        |
| 2.3 TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS .....          | 48        |
| <b>CAPÍTULO III</b>                                     |           |
| <b>MATERIALES Y METODOS .....</b>                       | <b>52</b> |
| 3.1 UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL .....               | 52        |
| 3.2 FECHA DE INICIO Y TÉRMINO DE LA INVESTIGACION ..... | 53        |
| 3.3 HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....               | 53        |
| 3.4 CLIMATOLOGIA DE LA ZONA .....                       | 54        |
| 3.4.1 Clima .....                                       | 54        |
| 3.4.2 Humedad relativa.....                             | 54        |
| 3.4.3 Temperaturas .....                                | 54        |
| 3.4.4 Horas de sol .....                                | 56        |
| 3.5 RECURSO AGUA .....                                  | 56        |
| 3.6 RECURSO SUELO .....                                 | 56        |
| 3.7 MATERIALES Y METODOS .....                          | 57        |
| 3.7.1 Materiales empleados .....                        | 57        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.7.2 Metodología seguida .....                                  | 58        |
| 3.9 DISEÑO EXPERIMENTAL.....                                     | 67        |
| 3.10 CROQUIS EXPERIMENTAL .....                                  | 68        |
| CARACTERISTICAS DEL CAMPO.....                                   | 69        |
| 3.11 EVALUACIONES REALIZADAS .....                               | 69        |
| 3.11.1 Porcentaje de emergencia.....                             | 69        |
| 3.11.2 Altura de planta .....                                    | 70        |
| 3.11.3 Longitud de panoja.....                                   | 70        |
| 3.11.4 Peso de cada panoja.....                                  | 71        |
| 3.11.5 Peso de granos por panoja .....                           | 72        |
| 3.11.6 Rendimiento de grano seco por hectárea.....               | 72        |
| 3.11.7 Diámetro de grano cosechado.....                          | 73        |
| 3.11.8 Análisis económico.....                                   | 74        |
| 3.12 PROCESAMIENTO DE DATOS .....                                | 75        |
| <b>CAPITULO IV</b>   |           |
| <b>RESULTADOS .....</b>  | <b>76</b> |
| <b>4.1 PORCENTAJE DE EMERGENCIA EN EL CULTIVO DE QUINUA.....</b> | <b>76</b> |

|   |     |
|---|-----|
| 4.1.1 Porcentaje de emergencia en el cultivo de quinua a 7 dds .....  | 76  |
| 4.1.2 Porcentaje de emergencia en el cultivo de quinua a 15 dds ..... | 77  |
| 4.2 ALTURA DE PLANTA.....   | 78  |
| 4.2.1 Altura de planta en el cultivo de quinua a los 20 dds .....     | 78  |
| 4.2.2 Altura de planta en el cultivo de quinua a los 45 dds .....     | 79  |
| 4.2.3 Altura de planta en el cultivo de quinua a los 75 dds .....     | 81  |
| 4.2.4 Altura de planta en el cultivo de quinua a los 120 dds .....    | 83  |
| 4.3 LONGITUD DE PANOJA EN EL CULTIVO DE QUINUA.....                   | 85  |
| 4.4 PESO DE PANOJA EN EL CULTIVO DE QUINUA .....                      | 87  |
| 4.5 COMPONENTES DE RENDIMIENTO .....                                  | 89  |
| 4.5.1 Peso de granos por panoja en el cultivo de quinua.....          | 89  |
| 4.5.2 Rendimiento de grano seco por Ha. en el cultivo de quinua.....  | 92  |
| 4.6 CARACTERISTICA DE CALIDAD COMERCIAL.....                          | 95  |
| 4.6.1 Diámetro de grano cosechado.....                                | 95  |
| 4.8 ANALISIS DE RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE QUINUA .....              | 100 |
| Costo de producción del cultivo de quinua.....                        | 100 |
| a. Cálculo del Ingreso o Beneficio Bruto.....                         | 101 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| b. Beneficio Neto .....           | 101 |
| c. Tasa de Retorno Marginal.....  | 102 |
| d. Ingreso neto del cultivo ..... | 102 |
| e. Relación beneficio/costo.....  | 103 |

## CAPITULO V

|   |     |
|---|-----|
| DISCUSION .....   | 104 |
| 5.1 PORCENTAJE DE EMERGENCIA EN EL CULTIVO DE QUINUA.....             | 104 |
| 5.1.1 Porcentaje de emergencia en el cultivo de quinua a 7 dds .....  | 104 |
| 5.1.2 Porcentaje de emergencia en el cultivo de quinua a 15 dds ..... | 104 |
| 5.2 ALTURA DE PLANTA.....   | 105 |
| 5.2.1 Altura de planta en el cultivo de quinua a los 20 dds .....     | 105 |
| 5.2.2 Altura de planta en el cultivo de quinua a los 45 dds .....     | 105 |
| 5.2.3 Altura de planta en el cultivo de quinua a los 75 dds .....     | 106 |
| 5.2.4 Altura de planta en el cultivo de quinua a los 120 dds .....    | 107 |
| 5.3 LONGITUD DE PANOJA .....  | 107 |
| 5.4 PESO DE PANOJA .....  | 108 |
| 5.5 COMPONENTES DE RENDIMIENTO .....                                  | 109 |

|                |  |     |
|----------------|--|-----|
| 5.5.1          | Peso de granos por panoja .....                      | 109 |
| 5.5.2          | Rendimiento de grano seco por hectárea.....          | 110 |
| 5.6            | CARACTERISTICA DE CALIDAD COMERCIAL.....             | 111 |
| 5.6.1          | Diámetro de grano cosechado .....                    | 111 |
| 5.8            | ANALISIS DE RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE QUINUA ..... | 112 |
| CAPITULO VI.   |  |     |
|                | CONCLUSIONES.....                                    | 114 |
| CAPITULO VII.  |  |     |
|                | RECOMENDACIONES .....                                | 115 |
| CAPITULO VIII. |  |     |
|                | BIBLIOGRAFIA.....                                    | 116 |
|                | ANEXOS.....  | 119 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Cuadro 1. Variedades comerciales de quinua peruana y características principales de calidad y región de adaptación. ....</b>  | <b>12</b> |
| <b>Cuadro 2. Plagas en el cultivo de quinua. ....</b>  | <b>35</b> |
| <b>Cuadro 3. Enfermedades en el cultivo de quinua. ....</b>  | <b>36</b> |
| <b>Cuadro 4. Malezas en el cultivo de quinua. ....</b>   | <b>36</b> |
| <b>Cuadro 5. Aves en el cultivo de quinua. ....</b>  | <b>37</b> |
| <b>Cuadro 6. Temperatura máxima, mínima y promedio de los meses en los que se desarrolló el cultivo. ....</b>  | <b>55</b> |
| <b>Cuadro 7. Plan de fertilización en el cultivo de quinua. ....</b>   | <b>62</b> |
| <b>Cuadro 8. Formulación en la fertilización en el cultivo de quinua para 1 Ha. ....</b>   | <b>63</b> |
| <b>Cuadro 9. Costo por plan de formulación en la fertilización de los tratamientos. ....</b>   | <b>64</b> |
| <b>Cuadro 10. Tratamientos. ....</b>   | <b>68</b> |
| <b>Cuadro 11. Análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de emergencia a los 7 días después de la siembra (dds.) en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (Chenopodium quinoa Willd), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa. ....</b>  | <b>76</b> |
| <b>Cuadro 12. Análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de emergencia a los 15 días después de la siembra (dds.) en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (Chenopodium quinoa Willd), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa. ....</b> | <b>77</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Cuadro 13. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta a los 20 días después de la siembra (dds.) en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (Chenopodium quinoa Willd), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa. ....</b>  | <b>78</b> |
| <b>Cuadro 14. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta a los días 45 después de la siembra (dds.) en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (Chenopodium quinoa Willd), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa. ....</b>  | <b>79</b> |
| <b>Cuadro 15. Prueba de Duncan para efectos principales en altura de planta (m) a los 45 dds: Niveles de fertilización nitrogenada. ....</b>  | <b>80</b> |
| <b>Cuadro 16. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta a los días 75 después de la siembra (dds.) en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (Chenopodium quinoa Willd), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa. ....</b>  | <b>81</b> |
| <b>Cuadro 17. Prueba de Duncan para efectos principales en altura de planta (m) a los 75 dds: Niveles de fertilización nitrogenada. ....</b>  | <b>82</b> |
| <b>Cuadro 18. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta a los días 120 después de la siembra (dds.) en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (Chenopodium quinoa Willd), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa. ....</b> | <b>83</b> |
| <b>Cuadro 19. Prueba de Duncan para efectos principales en altura de planta (m) a los 120 dds: Niveles de fertilización nitrogenada. ....</b>   | <b>84</b> |
| <b>Cuadro 20. Análisis de varianza (ANVA) para la Longitud de panoja en el cultivo de quinua en el momento de la cosecha en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la</b>  |           |

|   |    |
|---|----|
| <b>producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”</b> .....  | 85 |
| <b>Cuadro 21. Prueba de Duncan para efectos principales en longitud de panoja (m): Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.</b> .....  | 86 |
| <b>Cuadro 22. Análisis de varianza (ANVA) para el Peso de panoja en el cultivo de quinua en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.</b> .....                         | 87 |
| <b>Cuadro 23. Prueba de Duncan para efectos principales en peso de panoja (gr): Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.</b> .....   | 88 |
| <b>Cuadro 24. Análisis de varianza (ANVA) para el Peso de granos por panoja en el cultivo de quinua en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.</b> .....              | 89 |
| <b>Cuadro 25. Prueba de Duncan para efectos principales en peso de granos por panoja (gr): Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.</b> .....  | 90 |
| <b>Cuadro 26. ANVA para los efectos simples en peso de granos por panoja: Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.</b> .....   | 91 |
| <b>Cuadro 27. Análisis de varianza (ANVA) para el Rendimiento de grano seco por hectárea en el cultivo de quinua en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.</b> ..... | 92 |
| <b>Cuadro 28. Prueba de Duncan para efectos principales en rendimiento de grano seco por Ha. (kg): Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.</b> .....  | 93 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Cuadro 29. ANVA para los efectos simples en rendimiento de grano seco por Ha.: Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada. ....</b>   | <b>94</b>  |
| <b>Cuadro 30. Análisis de varianza (ANVA) para el Porcentaje del Rendimiento de grano seco por hectárea con diámetro de 2 mm en el cultivo de quinua en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (Chenopodium quinoa Willd), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa. ....</b>      | <b>95</b>  |
| <b>Cuadro 31. Prueba de Duncan para efectos principales en porcentaje de rendimiento del grano seco por Ha. (%) con diámetro de 2 mm: Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada. ....</b>   | <b>96</b>  |
| <b>Cuadro 32. ANVA para los efectos simples en porcentaje del rendimiento de grano seco por hectárea con diámetro de 2 mm: Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada. ....</b>  | <b>97</b>  |
| <b>Cuadro 33. Análisis de varianza (ANVA) para el Porcentaje del Rendimiento de grano seco por hectárea con diámetro menor a 2 mm en el cultivo de quinua en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (Chenopodium quinoa Willd), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa. ....</b> | <b>98</b>  |
| <b>Cuadro 34. Prueba de Duncan para efectos principales en porcentaje del grano seco por Ha. (%) con diámetro menor a 2 mm: Niveles de fertilización nitrogenada. ....</b>   | <b>99</b>  |
| <b>Cuadro 35. Costo de producción en el cultivo de quinua. ....</b>  | <b>100</b> |
| <b>Cuadro 36. Beneficio bruto en la producción del cultivo de quinua. ....</b>   | <b>101</b> |
| <b>Cuadro 37. Beneficio neto en la producción del cultivo de quinua. ....</b>  | <b>101</b> |
| <b>Cuadro 38. Tasa del retorno marginal en la producción del cultivo de quinua. ....</b>   | <b>102</b> |

**Cuadro 39. Ingreso neto del cultivo en la producción de quinua. .... 102**

**Cuadro 40. Relación beneficio/costo en la producción del cultivo de quinua. .... 103**



## INDICE DE GRÁFICOS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Grafico 1. Temperatura máxima, mínima y promedio de los meses en los que se desarrolló el cultivo. ....</b>   | <b>55</b> |
| <b>Grafico 2. Efectos principales en altura de planta (m) a los 45 dds: Niveles de fertilización nitrogenada. ....</b>   | <b>80</b> |
| <b>Grafico 3. Efectos principales en altura de planta (m) a los 75 dds: Niveles de fertilización nitrogenada. ....</b>   | <b>82</b> |
| <b>Grafico 4. Efectos principales en altura de planta (m) a los 120 dds: Niveles de fertilización nitrogenada. ....</b>  | <b>84</b> |
| <b>Grafico 5. Efectos principales en longitud de panoja (m): Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada. ....</b>  | <b>86</b> |
| <b>Grafico 6. Efectos principales en peso de panoja (gr): Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada. ....</b>   | <b>88</b> |
| <b>Grafico 7. Efectos principales en peso de granos por panoja (gr): Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada. ....</b>  | <b>90</b> |
| <b>Grafico 8. Efectos principales en rendimiento de grano seco por Ha. (kg): Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada. ....</b>                                    | <b>93</b> |
| <b>Grafico 9. Efectos principales en porcentaje de rendimiento del grano seco por Ha. (%) con diámetro de 2 mm: Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada. ....</b> | <b>96</b> |
| <b>Grafico 10. Efectos principales en porcentaje del grano seco por Ha. (%) con diámetro menor a 2 mm: Niveles de fertilización nitrogenada. ....</b>                                | <b>99</b> |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1. Distribución geográfica de la producción mundial de quinua.</b> ..... | 9  |
| <b>Figura 2. Fenología del cultivo de quinua.</b> .....                            | 22 |
| <b>Figura 3. Absorción de nutrientes por la planta de quinua.</b> .....            | 32 |
| <b>Figura 4. Equilibrio fisiológico para el cultivo de quinua.</b> .....           | 33 |
| <b>Figura 5. Fenología de quinua, variedad INIA Salcedo.</b> .....                 | 43 |
| <b>Figura 6. Ubicación de la Irrigación San Isidro, Distrito de La Joya.</b> ..... | 52 |
| <b>Figura 7. Ubicación del campo experimental.</b> .....                           | 53 |
| <b>Figura 8. Croquis de la investigación en el campo experimental.</b> .....       | 68 |

## INDICE DE ANEXOS

|  |     |
|--|-----|
| <b>Anexo 1. Porcentaje de emergencia en el bloque I a los 7 y 15 dds.</b> .....                            | 119 |
| <b>Anexo 2. Porcentaje de emergencia en el bloque II a los 7 y 15 dds.</b> .....                           | 119 |
| <b>Anexo 3. Porcentaje de emergencia en el bloque III a los 7 y 15 dds.</b> .....                          | 120 |
| <b>Anexo 4. Altura de planta en el bloque I a los 20, 45, 75 y 120 días después de la siembra.</b> .....   | 120 |
| <b>Anexo 5. Altura de planta en el bloque II a los 20, 45, 75 y 120 días después de la siembra.</b> .....  | 121 |
| <b>Anexo 6. Altura de planta en el bloque III a los 20, 45, 75 y 120 días después de la siembra.</b> ..... | 121 |
| <b>Anexo 7. Longitud de panoja (m) en el bloque I en el cultivo de quinua.</b> .....                       | 122 |
| <b>Anexo 8. Longitud de panoja (m) en el bloque II en el cultivo de quinua.</b> .....                      | 122 |
| <b>Anexo 9. Longitud de panoja (m) en el bloque III en el cultivo de quinua.</b> .....                     | 123 |
| <b>Anexo 10. Peso de panoja (gr) en el bloque I en el cultivo de quinua.</b> .....                         | 123 |
| <b>Anexo 11. Peso de panoja (gr) en el bloque II en el cultivo de quinua.</b> .....                        | 124 |
| <b>Anexo 12. Peso de panoja (gr) en el bloque III en el cultivo de quinua.</b> .....                       | 124 |
| <b>Anexo 13. Peso de granos por panoja (gr) en el bloque I en el cultivo de quinua.</b> .....              | 125 |
| <b>Anexo 14. Peso de granos por panoja (gr) en el bloque II en el cultivo de quinua.</b> .....             | 125 |
| <b>Anexo 15. Peso de granos por panoja (gr) en el bloque III en el cultivo de quinua.</b> .....            | 126 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Anexo 16. Rendimiento de grano seco por hectárea (kg) en el bloque I en el cultivo de quinua.....</b>   | <b>126</b> |
| <b>Anexo 17. Rendimiento de grano seco por hectárea (kg) en el bloque II en el cultivo de quinua.....</b>  | <b>127</b> |
| <b>Anexo 18. Rendimiento de grano seco por hectárea (kg) en el bloque III en el cultivo de quinua.....</b> | <b>127</b> |
| <b>Anexo 19. Diámetro de grano con granulometría de 2 a más mm en el cultivo de quinua.....</b>            | <b>128</b> |
| <b>Anexo 20. Diámetro de grano con granulometría menor a 2 mm en el cultivo de quinua.....</b>             | <b>128</b> |
| <b>Anexo 21. Análisis de suelo del campo experimental.....</b>   | <b>129</b> |
| <b>Anexo 22. Análisis de agua del campo experimental.....</b>  | <b>130</b> |
| <b>Anexo 23. Climatología de la zona durante los meses que duró la investigación. ....</b>                 | <b>131</b> |

## INDICE DE FOTOGRAFÍAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Fotografía 1. Preparación del terreno para la investigación en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”</b> ..... | 58 |
| <b>Fotografía 2. Marcado del campo para la investigación en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”</b> .....       | 59 |
| <b>Fotografía 3. Siembra de la semilla para la investigación en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”</b> .....   | 60 |
| <b>Fotografía 4. Desahije en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”</b> .....                                      | 60 |
| <b>Fotografía 5. Aporque de plantas en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”</b> .....                            | 61 |
| <b>Fotografía 6. Control de malezas en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”</b> .....                            | 62 |
| <b>Fotografía 7. Fertilización de fondo en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”</b> .....                        | 63 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Fotografía 8. Riego del campo de cultivo en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”</b> .....                      | 64 |
| <b>Fotografía 9. Siega de las plantas de quinua en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”</b> .....                  | 65 |
| <b>Fotografía 10. Trilla de las panojas de las plantas de quinua en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”</b> ..... | 66 |
| <b>Fotografía 11. Venteado de granos en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”</b> .....                             | 66 |
| <b>Fotografía 12. Evaluación del porcentaje de emergencia en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”</b> .....        | 69 |
| <b>Fotografía 13. Evaluación de la altura de planta en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”</b> .....              | 70 |
| <b>Fotografía 14. Evaluación de la longitud de panoja en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”</b> .....            | 71 |
| <b>Fotografía 15. Evaluación del peso de panoja en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”</b> .....                  | 71 |

**Fotografía 16. Desgranado de la panoja para la evaluación del peso de granos por panoja en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.” .....72**

**Fotografía 17. Rendimiento de grano seco por unidad experimental en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.” .....73**

**Fotografía 18. Evaluación de granulometría de grano por tamices en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.” .....73**



## RESUMEN

Ésta investigación se realizó en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), variedad INIA Salcedo, en la Irrigación San Isidro, Distrito de La Joya, Arequipa; con el objetivo de determinar el efecto de la densidad de siembra y el nivel nitrogenado sobre la producción de este grano andino. Se evaluó dos factores: 1) la densidad de plantas por golpe el cual comprendía 3 tratamientos, siendo éstos 1, 2 y 3 plantas por golpe (D1, D2 y D3) y 2) las unidades de nitrógeno por Ha. donde se propuso 250 (F1), 200 (F2) y 150 (F3) ud de N. Se realizó la interacción entre ambos factores, obteniendo 9 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento para un Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial. Para analizar los datos obtenidos, se usó el programa SAS cuyas muestras fueron procesadas por la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5 %. Dentro de las variables evaluadas para % de emergencia a los 7 y 15 días después de la siembra (dds), no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. En altura de planta a los 20 dds, no se registra diferencia significativa entre los tratamientos; pero si para una altura a los 45 dds para el factor de fertilización, siendo F1 (250 ud de N) el que obtiene mayor altura con 0.43 m seguido de F2 Y F3 (200 y 150 ud de N respectivamente) los cuales no son significativamente diferentes entre ellos. En la evaluación de altura a los 75 dds y 120 dds, ocurre lo mismo que a los 45 (dds), colocándose F1 con diferencia significativa sobre F2 y F3 con alturas de 2.07 m, 1.96 m y 1.93 m respectivamente. En longitud de panoja se obtiene diferencias en ambos factores; para densidad D1 y D2, con valores de 0.52 m y 0.51 m, son las de mayor longitud sin tener diferencia significativa entre ambas, pero si con D3 midiendo 0.49 m. En fertilización, F1 es mayor con 0.52 m y además significativamente diferente a F2 y F3, las cuales no presentan diferencia significativa. En peso de panoja, tenemos relación con la evaluación anterior; D1 y D2 en densidad tienen los dos valores más altos con 128.93 gr y 126.18 gr respectivamente; y F1 en fertilización una cifra de 129.16 gr. En peso de granos por panoja hubo diferencia estadística entre los dos factores y su interacción, para densidad D1 tiene un valor de 36.29 gr, estando delante de D2 y D3 con valores de 31.73 gr y 29.11 gr. Para la fertilización de N. existe diferencia significativa entre los 3 tratamientos, F1 seguido de F2 y F3 resultan valores de 34.04 gr, 32.47 gr y 30.62 gr respectivamente. La interacción entre ambos factores demuestra que tanto la densidad como la

fertilización influyen significativamente en los valores obtenidos para cada tratamiento. En el rendimiento de grano seco por Ha. se obtiene diferencia significativa entre los dos factores y su interacción; para densidad de plantas existe diferencia significativa entre los tres tratamientos, siendo de mayor a menor en valores D3, D2, D1 con valores de 4,996.9 kg/Ha, 4,050.9 kg/Ha, y 2,285.8 kg/Ha respectivamente; para la fertilización el mayor rendimiento es para F2 con 3942.9 kg/Ha, siendo estadísticamente diferente a F1 y F3. Para la interacción, no tenemos influencia significativa de F en D1 y F en D2, como si ocurre en todas las demás interacciones. En la evaluación de % del rendimiento de grano con diámetro de 2 mm existe diferencia significativa entre los dos factores, y su interacción. Para la densidad, D1 (56.9 %) es igual a D2 (56.4 %), y éste a su vez igual a D3 (55.8 %), teniendo diferencia significativa entre D1 y D3. En la fertilización F1 es el de mayor % con un valor de 56.9 %, significativamente diferente a F2 y F3 los cuales también presenta diferencia entre ellos. Dentro de la interacción, todos los tratamientos manifiestan influencia tanto F por D, y D por F, a excepción de D sobre F2. En la evaluación de % del rendimiento de grano con diámetro menor a 2 mm solo existe diferencia significativa en el factor de fertilización donde el orden de mayor a menor porcentaje fue F3, F2, y F1 con valores de 42.4 %, 40.9 %, y 37.0 % respectivamente. Para analizar rentabilidad, el tratamiento con mayor ingreso bruto fue D3F2, con un total de s/. 19704.93 soles, y para un beneficio neto de s/. 8775.94 soles donde sigue siendo el tratamiento de mayor rentabilidad; le siguen D3F3, y D3F1 con un beneficio neto de s/. 5761.23 soles y s/. 5595.84 soles respectivamente.

**PALABRAS CLAVE:** densidad, nitrógeno, quinua.

## ABSTRACT

This research was carried out in the cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), variety INIA Salcedo, in the Irrigation San Isidro, District of La Joya, Arequipa; with the objective of determining the effect of the sowing density and the nitrogenous level on the production of this Andean grain. Two factors were evaluated: 1) the density of plants per stroke which included 3 treatments, these being 1, 2 and 3 plants per stroke (D1, D2 and D3) and 2) nitrogen units per Ha. Where 250 was proposed (F1), 200 (F2) and 150 (F3) ud of N. The interaction between both factors was performed, obtaining 9 treatments and 3 repetitions per treatment for a Design of Complete Blocks at random with factorial arrangement. To analyze the data obtained, we used the SAS program whose samples were processed by the Duncan test at a level of 5% significance. Among the variables evaluated for% of emergence at 7 and 15 days after sowing (dds), there was no significant difference between the treatments. In plant height at 20 dds, there is no significant difference between treatments; but if for a height at 45 dds for the fertilization factor, F1 (250 ud of N) gets the highest height with 0.43 m followed by F2 and F3 (200 and 150 ud of N respectively) which are not significantly different among them. In the evaluation of height at 75 dds and 120 dds, the same happens as at 45 (dds), placing F1 with significant difference on F2 and F3 with heights of 2.07 m, 1.96 m and 1.93 m respectively. In panicle length, differences in both factors are obtained; for density D1 and D2, with values of 0.52 m and 0.51 m, they are the longest without significant difference between the two, but with D3 measuring 0.49 m. In fertilization, F1 is greater with 0.52 m and also significantly different from F2 and F3, which do not present significant difference. In panicle weight, we have relation with the previous evaluation; D1 and D2 in density have the two highest values with 128.93 gr and 126.18 gr respectively; and F1 in fertilization a figure of 129.16 gr. In grain weight per panicle there was statistical difference between the two factors and their interaction, for density D1 has a value of 36.29 gr, being ahead of D2 and D3 with values of 31.73 gr and 29.11 gr. For the fertilization of N. there is a significant difference between the 3 treatments, F1 followed by F2 and F3 result in values of 34.04 gr, 32.47 gr and 30.62 gr respectively. The interaction between both factors shows that both density and fertilization significantly influence the values obtained for each treatment.

In the yield of dry grain per hectare, a significant difference is obtained between the two factors and their interaction; for plant density there is a significant difference between the three treatments, being from highest to lowest in values D3, D2, D1 with values of 4,996.9 kg / Ha, 4,050.9 kg / Ha, and 2,285.8 kg / Ha respectively; For fertilization the highest yield is for F2 with 3942.9 kg / Ha, being statistically different to F1 and F3. For the interaction, we have no significant influence of F on D1 and F on D2, as if it occurs in all other interactions. In the evaluation of% of grain yield with diameter of 2 mm there is a significant difference between the two factors, and their interaction. For the density, D1 (56.9%) is equal to D2 (56.4%), and this in turn equal to D3 (55.8%), having significant difference between D1 and D3. In fertilization F1 is the highest% with a value of 56.9%, significantly different from F2 and F3 which also presents difference between them. Within the interaction, all treatments manifest influence both F for D, and D for F, with the exception of D over F2. In the evaluation of% of grain yield with diameter less than 2 mm, there is only significant difference in the fertilization factor where the order of the highest to lowest percentage was F3, F2, and F1 with values of 42.4%, 40.9%, and 37.0 % respectively. To analyze profitability, the treatment with the highest gross income was D3F2, with a total of s /. 19704.93 soles, and for a net benefit of s /. 8775.94 soles where it continues to be the most profitable treatment; followed by D3F3, and D3F1 with a net profit of s /. 5761.23 soles and s /. 5595.84 soles respectively.

**KEY WORDS:** density, nitrogen, quinoa.

## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES

La quinua, es un grano andino de la familia Quenopodiáceas, es una especie cultivada y domesticada en el Perú desde tiempos prehispánicos, en la cuenca del Lago Titicaca donde existe la mayor diversidad biológica de este cultivo. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), así como la Organización Mundial de la Salud (OMS), han calificado a la quinua como un alimento único, por su altísimo valor nutricional que permite sustituir las proteínas de origen animal, además por su contenido balanceado en proteínas y nutrientes más cercano al ideal para el ser humano que cualquier otro alimento. (Rabines et al, 2013)

En el Perú a partir de 2013 (Año Internacional de la Quinua), la producción de quinua en la Costa se fue incrementando, representando un importante volumen de la producción nacional en el año 2014. Para este mismo año los principales departamentos productores fueron Puno con 31.6% y Arequipa con el 28.9% del total nacional. En el Perú la quinua se cultiva en 19 de los 24 departamentos, principalmente en la Sierra y en la Costa, existiendo en la zona andina por lo menos cinco centros de concentración: el Callejón de Huaylas, Junín, Ayacucho, Cusco y el Altiplano de Puno. En la Costa el cultivo ha sido introducido durante los últimos diez años iniciándose en Arequipa y difundiéndose hacia el centro y norte del país. (IICA 2015)

En rendimiento o productividad del cultivo por departamentos, se observó una tendencia creciente con una tasa anual de 5.2%, pasando de 870 kg/ha en 2001 a 1680 kg/ha en 2014 (MINAGRI, 2014 citado por IICA, 2015).

Igualmente, se refleja el aumento en el promedio nacional que fue impulsado principalmente por la producción en Arequipa. Cabe mencionar que los mayores rendimientos registrados se localizaron en departamentos de la Costa (región natural yunga entre 500-2300 msnm), que, a su vez, localizan la menor superficie de la producción como es el caso de Arequipa, que obtuvo un

rendimiento de 4086 kg/ha y representa el 11% de la superficie de producción, superando por más del doble al promedio nacional, seguido de Lima (2 702 kg/ha) y Lambayeque (2576 kg/ha). La producción de quinua ha experimentado un franco crecimiento, pasando de las 22,269 toneladas (t) producidas en 2001 a 114,530 t producidas en 2014, con tasa de crecimiento nacional de 13.4% anual, y de 119.79% entre 2013-2014. (MINAGRI, 2014 citado por IICA, 2015).

En la actualidad, ante la alta demanda mundial de este alimento, las prácticas tradicionales han disminuido en la búsqueda de mayores rendimientos, ampliando la frontera agrícola a lo largo de todo el país con una mayor mecanización del cultivo, con una mejor nutrición de la planta para elevar los rendimientos, además de evaluar diversas variedades y sus características para cada zona productora.

## **JUSTIFICACION**

Frente a la necesidad global de identificar cultivos que tengan el potencial de producir alimentos de calidad, la quinua se presenta como una alternativa por sus bondades nutritivas así como su versatilidad agronómica para contribuir a la seguridad alimentaria de diversas regiones del planeta. Los requerimientos nacionales y mundiales de la quinua se han incrementado notablemente estimulando su cultivo en toda la región andina y en otros países del mundo. Su productividad y la producción pueden aumentarse a través de muchos factores y entre ellos un manejo agronómico apropiado del cultivo. Entonces notando la importancia de este cultivo en nuestro país y en la región, es que se realizó un trabajo de investigación basado en evaluar la densidad de plantas y el nivel de nitrógeno adecuados para las condiciones del Distrito de La Joya, pretendiendo generar una fuente de información para los productores de la zona elevando de esta forma su producción y la calidad del producto.

## HIPOTESIS

Dado que Arequipa se registra como la segunda región productora de quinua en el país, y con el mejor rendimiento a nivel nacional, es probable que con los niveles de nitrógeno y densidades de siembra evaluados se logre elevar aún más la producción con una alta calidad del producto.

## OBJETIVOS

### General:

- Determinar el efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.

### Específicos:

1. Evaluar la mejor densidad de siembra sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo,
2. Determinar la influencia del nivel de fertilización nitrogenada en la producción de quinua, variedad INIA Salcedo.
3. Determinar si existe interacción entre la densidad de plantas y el nivel de fertilización nitrogenada en la producción y rendimiento de quinua en las condiciones de La Joya, Arequipa.

## CAPÍTULO II

### REVISION DE LITERATURA

#### 2.1. CULTIVO DE QUINUA

##### 2.1.1 Clasificación taxonómica

Uribe (1952), clasifica a la quinua de la siguiente manera:

|                |                       |
|----------------|-----------------------|
| <b>Reino</b>   | <b>Vegetal</b>        |
| <b>Phyllum</b> | <b>Spermathophyta</b> |
| <b>Clase</b>   | <b>Dicotiledónea</b>  |
| <b>Orden</b>   | <b>Centrosperma</b>   |
| <b>Familia</b> | <b>Chonopodiacea</b>  |
| <b>Genero</b>  | <b>Chenopodium</b>    |
| <b>Especie</b> | <b>Quinoa Will</b>    |

La quinua es una planta de la familia Chenopodiacea, género Chenopodium, sección Chenopodia y subsección Cellulata. El género Chenopodium es el principal dentro de la familia Chenopodiacea y tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies (Giusti, 1970 citado por PROINPA, 2011)

Dentro del género Chenopodium existen cuatro especies cultivadas como plantas alimenticias: como productoras de grano, *Ch. quinoa Willd.* y *Ch. pallidicaule Aellen*, en Sudamérica; como verdura *Ch. nuttalliae Safford* y *Ch. ambrosioides L.* en México; *Ch. carnosololum* y *Ch. ambrosioides* en Sudamérica. (PROINPA, 2011)

El número cromosómico básico del género es nueve, siendo una planta alotetraploide con 36 cromosomas somáticos. Este género también incluye especies silvestres de amplia distribución mundial: *Ch. album*, *Ch. hircinum*, *Ch. murale*, *Ch. graveolens*, *Ch. petiolare* entre otros.

Las plantas silvestres de quinua tienen una distribución mundial, son aquellas que se han desarrollado sin intervención del hombre, y poseen valiosos genes que se constituyen en un potencial genético que puede ser aprovechado en el futuro y diversas partes del planeta. Algunos taxones y poblaciones se caracterizan por tolerar y resistir el ataque de insectos y enfermedades, de heladas y sequías; además poseen características favorables en cuanto al valor nutritivo y duración del ciclo de producción (Rojas et al., 2008; Del Castillo et al., 2007, citados por PROINPA, 2011).

### 2.1.2 Historia y origen

Mujica (s.f.) menciona que la zona andina comprende uno de los ocho mayores centros de domesticación de plantas cultivadas del mundo, dando origen a uno de los sistemas agrícolas más sostenibles y con mayor diversidad genética del planeta. La quínoa (*Chenopodium quínoa* Willd) es una planta andina que muestra la mayor distribución de formas, diversidad de genotipos y de progenitores silvestres en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia, encontrándose la mayor diversidad entre Potosí, Bolivia y Sicuani (Cusco), Perú.

Según Mujica existen pocas evidencias arqueológicas, lingüísticas, etnográficas e históricas sobre la quínoa. Sin embargo, hay evidencias claras de la distribución de sus parientes silvestres, botánicos y citogenéticos, lo que demostraría que su domesticación tomó mucho tiempo, hasta conseguir la planta domesticada y cultivada a partir de la silvestre. Es probable que este proceso se haya iniciado con la planta usada principalmente por sus hojas en la alimentación y, luego, por las semillas. Hoy, las especies y parientes silvestres se usan localmente como Chiwa, Jataco o Llipcha (verdura de hoja) en muchas comunidades del área andina. Su origen aún es complejo, especialmente porque están involucradas muchas posibilidades. Se sugiere la participación de dos especies diploides en el origen de *C. quínoa*, por lo que sería un anfidiplóide con herencia disómica, siendo el pariente silvestre más cercano de *C. quínoa*, *C. hircinum* y de *C. nuttalliae* el silvestre *C. berlandieri* respectivamente.

IICA, (2015) afirma que si bien en la antigüedad la quinua se cultivó ampliamente desde Colombia hasta el sur de Chile (incluyendo los Andes argentinos), su historia tiene pocas evidencias arqueológicas, lingüísticas y etnográficas, pues no se conocen muchos ritos religiosos asociados al uso del grano. Las evidencias encontradas en departamento de Ayacucho, en el Perú, indicarían que su domesticación ocurrió 5000 años antes de Cristo, comprobándose durante este proceso la variación de semillas de color oscuro a blanco (Ugent y Ochoa, 2006; citado por Tapia, 2014); asimismo, existen hallazgos arqueológicos encontrados en sepulturas indígenas en diferentes regiones del Perú y Chile con abundante cantidad de semillas e inflorescencias y en la cerámica de la cultura Tiahuanaco (Perú), en la que se representa a la planta de quinua con varias panojas distribuidas a lo largo del tallo, lo que mostraría a una de las razas más primitivas (Mujica, 1993; citado por Estrada, Apaza y Delgado, 2014) .

Cárdenas, 1944, citado por PROINPA (2011), manifiesta que la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) ha sido descrita por primera vez en sus aspectos botánicos por Willdenow en 1778, como una especie nativa de Sudamérica, cuyo centro de origen, según Buskasov se encuentra en los Andes de Bolivia y Perú. Gandarillas, 1979, citado por PROINPA (2011), corrobora esto indicando que el área de dispersión geográfica de la quinua es bastante amplia, no sólo por su importancia social y económica, sino porque allí se encuentra la mayor diversidad de ecotipos tanto cultivados técnicamente como en estado silvestre.

Según Lescano, 1994, citado por PROINPA (2011), en el caso de la quinua se identifican cuatro grandes grupos según las condiciones agroecológicas donde se desarrolla: valles interandinos, altiplano, salares y nivel del mar, los que presentan características botánicas, agronómicas y de adaptación diferentes.

Para Mujica, 1992, citado por PROINPA (2011), la quinua puede considerarse como una especie oligocéntrica, con centro de origen de amplia distribución y diversificación múltiple, considerándose las orillas del Lago Titicaca como la zona de mayor diversidad y variación genética. La distribución geográfica de la producción mundial de quinua se puede observar que los países con mayor producción son Bolivia, Perú y Ecuador. Sin embargo, producto de más de

veinte años de trabajo que se viene desarrollando en países potenciales de Europa, Asia, África, Australia, Norte América y de la región, la producción de la quinua se encuentra en franco proceso de expansión hacia diferentes espacios geográficos del planeta por sus extraordinarias características de adaptación y adaptabilidad.

### 2.1.3 Distribución de la quinua

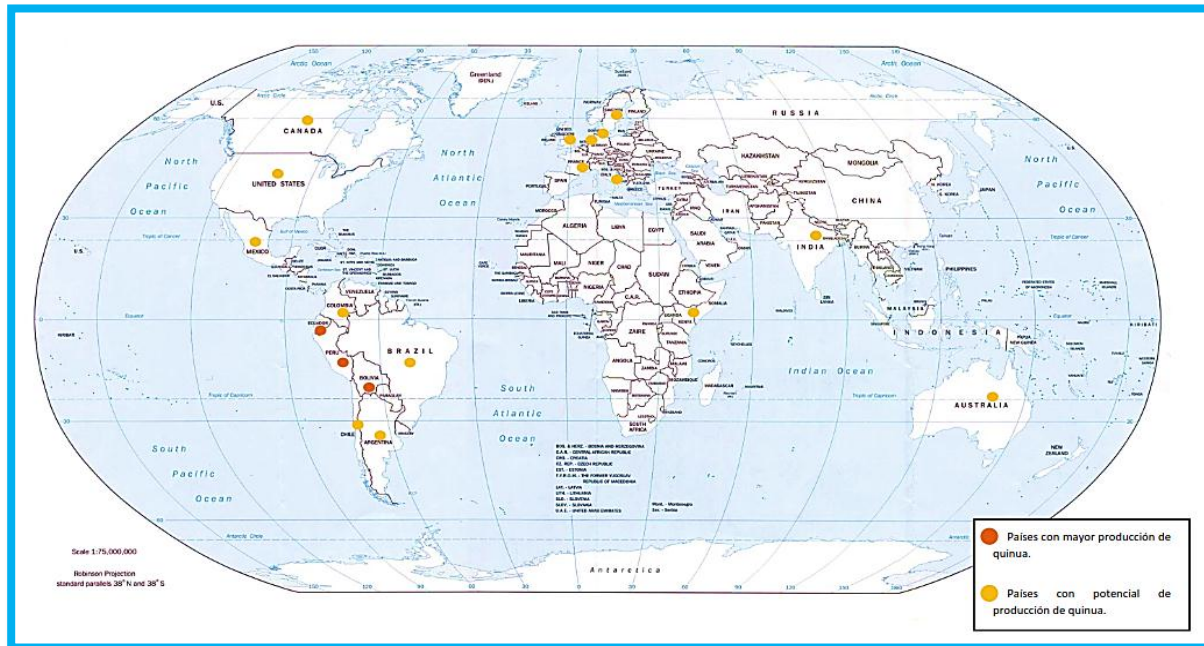
Para Mujica (s.f.) la quinua es originaria de las orillas del lago Titicaca, habiéndose extendido por todo el altiplano además de valles interandinos y otras zonas. Ha ido adquiriendo diferentes adaptaciones y modificaciones de acuerdo al clima, suelos, precipitación pluvial, altitud, intensidad de domesticación y mejoramiento por los diferentes grupos humanos y culturas que las utilizaron. Hoy se encuentran nueve grupos de quínoa: quínoas de altiplano, de valles interandinos, de salares, de zonas secas y áridas, de zonas frías y altas, de costa, de ceja de selva y zonas tropicales, quínoas de altas precipitaciones y parientes silvestres. El grupo de las reales está en los territorios del intersalar de Salinas de Garci Mendoza, Uyuni, Coipasa, Llica y Colcha Q, produciendo en condiciones extremas de déficit hídrico.

PROINPA, (2011) nos dice que la región de los Andes, cuna de grandes civilizaciones como la Incaica y Tiahuanaco, es considerada centro de origen de numerosas especies nativas como la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), la misma que durante miles de años fue el principal alimento de las culturas antiguas de los Andes y que está distribuida en diferentes zonas agroecológicas de la región. A la llegada de los españoles, la quinua tenía un desarrollo tecnológico apropiado y una amplia distribución tanto en el territorio inca como fuera de él. La mayor distribución geográfica de esta especie en el continente sucedió a partir del último tercio del siglo XX, difundiéndose desde la región andina hacia los demás países de América del Sur con apoyo de los programas de investigación y transferencia de tecnología cooperativa del IICA como así como también de la JUNAC y la FAO. Con posterioridad se distribuyó hacia Centroamérica (México y Guatemala), inicialmente con fines de investigación y luego para la producción.

PROINPA, (2011) afirma que en la actualidad la quinua se encuentra en franco proceso de expansión porque representa un gran potencial para mejorar las condiciones de vida de la población de los Andes y del mundo moderno. La quinua tiene una extraordinaria adaptabilidad a diferentes pisos agroecológicos. Se adapta a climas desde el desértico hasta climas calurosos y secos, puede crecer con humedades relativas desde 40% hasta 88%, y soporta temperaturas desde  $-4^{\circ}\text{C}$  hasta  $38^{\circ}\text{C}$ . Es una planta eficiente al uso de agua, es tolerante y resistente a la falta de humedad del suelo, y permite producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm. El cultivo de la quinua está en expansión, siendo sus principales productores Bolivia, Perú, Estados Unidos, Ecuador y Canadá. La quinua se cultiva también en Inglaterra, Suecia, Dinamarca, los Países Bajos, Italia y Francia. Recientemente Francia ha reportado superficies de 200 ha con rendimientos de 1.080 kg/ha y en Kenya se obtuvieron altos rendimientos en semilla (4 t/ha). En la región del Himalaya y en las planicies del Norte de la India el cultivo puede desarrollarse exitosamente y con altos niveles de rendimiento. En zonas tropicales como las sabanas de Brasil se ha experimentado con el cultivo de la quinua desde 1987 y se reporta la obtención de rendimientos más altos que los de la zona Andina. La quinua resulta altamente atractiva en distintas regiones del mundo, por la extraordinaria capacidad adaptativa que tiene a condiciones ecológicamente extremas.

La distribución geográfica de la producción mundial de quinua se presenta a continuación, donde se puede observar que los países con mayor producción son Bolivia, Perú y Ecuador. Sin embargo, producto de más de veinte años de trabajo que se viene desarrollando en países potenciales de Europa, Asia, África, Australia, Norte América y de la región, la producción de la quinua se encuentra en franco proceso de expansión hacia diferentes espacios geográficos del planeta por sus extraordinarias características de adaptación y adaptabilidad. (PROINPA, 2011)

**Figura 1. Distribución geográfica de la producción mundial de quinua.**



#### 2.1.4 Diversidad genética y variedades de quinua

En el Perú, son ocho los bancos de germoplasma donde se conservan 6302 accesiones de quinua, y se encuentran en las Estaciones Experimentales del INIA, en Illpa (Puno-Banco Nacional), Andenes (Cusco), Canaán (Ayacucho), Santa Ana (Huancayo), Baños del Inca (Cajamarca), y en la Universidad Agraria La Molina de Lima, la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, y la Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Las colecciones con el mayor número de accesiones son: la Universidad Nacional Agraria La Molina, la Universidad Nacional del Altiplano y el INIA Puno con 2089, 1910 y 1029 accesiones, respectivamente (FAO, 2013 citado por IICA 2015)

PROINPA (2011) menciona que la región Andina es considerada como uno de los ocho centros de origen y de diversidad de los cultivos. Es el lugar donde existe la mayor diversidad genética

de quinua tanto silvestre como cultivada que todavía se pueden encontrar en condiciones naturales y en campos de cultivo de los agricultores andinos.

Entre los cultivos andinos, la quinua recibió la mayor dedicación y apoyo principalmente en Ecuador, Perú y Bolivia. Las evaluaciones de la variabilidad genética disponible permitieron agrupar a las quinuas en 5 grupos mayores según sus características de adaptación y algunas morfológicas de alta heredabilidad, fácilmente detectables y capaces de mantenerse en toda el área de difusión.

A continuación se describen los cinco grupos de quinua de acuerdo a Lescano 1989 y a Tapia 1990 citados por PROINPA (2011):

### **1. Quinuas de nivel del mar:**

Se han encontrado en las zonas de Linares y Concepción (Chile) a 36° Latitud Sur. Son plantas más o menos robustas, de 1,0 a 1,4 m de altura, de crecimiento ramificado, y producen granos de color crema transparente (tipo Chullpi). Estas quinuas guardan gran similitud con la *Chenopodium nuttalliae* (Huahzontle) que se cultiva en forma aislada en México a 20° Latitud Norte.

### **2. Quinuas de valles interandinos:**

Son las que se adaptan entre los 2500 a 3500 msnm, se caracterizan por su alto desarrollo -hasta 2,5 m o más de altura y con muchas ramificaciones- con inflorescencia laxa y que normalmente presentan resistencia al mildiu (*Peronospora farinosa*).

### **3. Quinuas de altiplano:**

Se desarrollan en áreas mayores como cultivos puros o únicos y, entre los 3600 a 3800 msnm, corresponde a la zona del altiplano peruano-boliviano. En esta área se encuentra la mayor variabilidad de caracteres y se producen los granos más especializados en su uso. Las plantas crecen con alturas entre 0,5 a 1,5 m, con un tallo que termina en una panoja principal y por lo

general compacta. En este grupo es donde se encuentra el mayor número de variedades mejoradas y también los materiales más susceptibles al mildiu cuando son llevados a zonas más húmedas.

#### **4. Quinuas de salares:**

Son las que crecen en las zonas de los salares al sur del altiplano boliviano, la zona más seca con 300 mm de precipitación. Se cultiva como cultivos únicos a distancias de 1 m x 1 m y en hoyos para aprovechar mejor la escasa humedad. Son quinuas con el mayor tamaño de grano (> a 2,2 mm de diámetro), se las conoce como “Quinoa Real” y sus granos se caracterizan por presentar un pericarpio grueso y con alto contenido de saponina.

#### **5. Quinuas de los yungas:**

Es un grupo reducido de quinuas que se han adaptado a las condiciones de los Yungas de Bolivia a alturas entre los 1.500 y 2.000 msnm, y se caracterizan por ser de desarrollo algo ramificado. Alcanzan alturas de hasta 2,20 m, son plantas verdes, y cuando están en floración toda la planta íntegra, toman la coloración anaranjada.

### 2.1.4.1 Variedades de quinua comerciales en el Perú

**Cuadro 1. Variedades comerciales de quinua peruana y características principales de calidad y región de adaptación.**

| NOMBRE                          | CONTENIDO DE SAPONINA | COLOR DE GRANO          |                          | DIAMETRO DE GRANO | REGION RECOMENDADA                     |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|--|
|                                 |                       | PERICARPIO (CAPA-FRUTO) | EPISPERMA (CAPA-SEMILLA) |                   |  |
| <b>INIA 431-ALTIPLANO</b>       | Dulce                 | Crema                   | Blanca                   | 2.20 mm           | Altiplano y costa                      |
| <b>INIA 427-AMARILLA SACACA</b> | Amarga                | Amarilla                | Blanca                   | 2.10 mm           | Valles interandinos                    |
| <b>INIA 420-NEGRA CCOLLANA</b>  | Dulce                 | Gris                    | Negra                    | 1.60 mm           | Altiplano, valles interandinos y costa |
| <b>INIA 415 PASANKALLA</b>      | Dulce                 | Gris                    | Roja                     | 2.10 mm           | Altiplano, valles interandinos y costa |
| <b>ILLPA INIA</b>               | Dulce                 | Crema                   | Blanca                   | 2.20 mm           | Altiplano                              |
| <b>SALCEDO INIA</b>             | Dulce                 | Crema                   | Blanca                   | 2.00 mm           | Altiplano, valles interandinos y costa |
| <b>QILLAHUAMAN INIA</b>         | Semi dulce            | Crema                   | Blanca                   | 2.00 mm           | Valles interandinos                    |
| <b>AYACUCHANA INIA</b>          | Semi dulce            | Crema                   | Blanca                   | ---               | Valles interandinos                    |
| <b>AMARILLA MARANGANÍ</b>       | Amarga                | Naranja                 | Blanca                   | 2.00 mm           | Valles interandinos                    |
| <b>BLANCA DE JULI</b>           | Semi dulce            | Crema                   | Blanca                   | 1.60 mm           | Altiplano                              |

|                            |            |       |        |         |                             |
|----------------------------|------------|-------|--------|---------|-----------------------------|
| <b>BLANCA DE JUNÍN</b>     | Semi dulce | Crema | Blanca | 2.20 mm | Valles interandinos y costa |
| <b>CHEWECA</b>             | Semi dulce | Crema | Blanca | ---     | Altiplano                   |
| <b>HUACARIZ</b>            | Semi dulce | Crema | Blanca | ---     | Valles interandinos         |
| <b>HUALHUAS</b>            | Dulce      | Crema | Blanca | 2.10 mm | Valles interandinos         |
| <b>HUANCAYO</b>            | Semi dulce | Crema | Crema  | 2.00 mm | Valles interandinos         |
| <b>KANCOLLA</b>            | Semi dulce | Crema | Blanca | 1.80 mm | Altiplano                   |
| <b>MANTARO</b>             | Dulce      | Crema | Crema  | ---     | Valles interandinos         |
| <b>ROSADA DE JUNÍN</b>     | Semi dulce | Crema | Blanca | ---     | Valles interandinos         |
| <b>ROSADA TARACO</b>       | Amarga     | Crema | Blanca | ---     | Altiplano                   |
| <b>ROSADA DE YANAMANGO</b> | Semi dulce | Crema | Blanca | ---     | Valles interandinos         |

Fuente: (FAO y UNALM, 2016)

#### 2.1.4.2 Variedades de valles interandinos

FAO y UNALM (2016), nos menciona:

**Amarilla de Maranganí:** Planta erecta, poco ramificada, 1.80 m de altura, periodo vegetativo tardío (180- 210 días), grano grande color anaranjado (2.5 mm), alto contenido de saponina, potencial de rendimiento de 3500 kg/ha, resistente al mildiu, susceptible a heladas.

**Rosada de Junín:** Seleccionada en Junín, alcanza una altura promedio de 156 cm. El tallo de colores púrpura y verde y 1.2 m de altura. La panoja es de tipo glomerulada, laxa, de color rosado intenso. Las semillas son blancas, tienen menos de 2 mm de diámetro, de forma redonda, aplanada y bajo contenido de saponina. Esta variedad presenta un ciclo vegetativo de 160 a 200 días.

**INIA 427- Amarilla Sacaca:** Seleccionada en Cusco, con buena adaptación a la región Cusco y Apurímac, en los valles interandinos comprendidos entre los 2750 hasta los 3650 m de altitud. El rango de altura varía de 160 a 200 cm y su ciclo vegetativo de 160 a 180 días. Las semillas tienen el epispermo de color amarillo anaranjado con un diámetro de 1.6 a 2.2 mm y amargas. Su rendimiento es hasta 2,3 t /ha. Presenta tolerancia al mildiu y la plaga kona kona (*Eurisaca melanocampta*) por la forma de su panoja.

#### 2.1.4.3 Variedades del altiplano

FAO y UNALM (2016), nos menciona:

**Salcedo-INIA:** Seleccionada en la estación experimental de Patacamaya. Introducida en Puno en 1989, es de grano grande de 1.8 a 2 mm de diámetro de color blanco. Periodo vegetativo de 160 días (precoz), rendimiento 2500 Kg. /ha, tolerante al mildiu. Se recomienda su cultivo en la zona circunlacustre.

**Kancolla:** Grano mediano de 1.6 a 1.9 mm de diámetro, de color blanco o rosado, alto contenido en saponina, periodo vegetativo 160 a 180 días (tardía) rendimiento 3500 Kg./ ha, tolerancia intermedia al mildiu, recomendable para zonas alejadas del lago Titicaca, como Juliaca, Cabanillas, Azángaro.

**Chewecca:** Grano pequeño de 1.2 mm de diámetro, de color blanco, semidulce, periodo vegetativo 180 a 190 días (tardía). Rendimiento 3000 Kg. /ha, resistente al ataque del mildiu, recomendable para zona Melgar, Lampa, Azángaro, Mañazo y Vilque.

**Illpa-INIA:** Liberada en el año 1985. Presenta tamaño de grano grande de 1.8 a 2 mm de diámetro, de color blanco, periodo vegetativo de 150 días, rendimiento promedio de 3,083 kg/ha y tolerante al mildiu.

**Blanca de Juli:** Seleccionada en Juli-Puno, de grano mediano con 1.4 a 1.8 mm de diámetro, de color blanco, semi dulce, periodo vegetativo de 160 a 170 días (semitardía) rendimiento de 2500 kg/ha con tolerancia al mildiu, apta para la zona circunlacustre.

**Tahuaco.** Granos de 1.5 a 1.7 mm de diámetro, de color blanco, es semidulce, periodo vegetativo de 180 a 190 días (tardía), rendimiento promedio de 3000 Kg./ha, resistencia al ataque del mildiu, recomendada para las zonas de Lampa y Azángaro.

**Sajama:** Es de origen boliviano, es precoz, de grano blanco y grande, de 2 a 2.2 mm de diámetro, es una variedad dulce libre de saponina, de 170 días de periodo vegetativo, llega a una altura de 1.10 m, es susceptible al ataque ornitológico y mildiu por su carácter dulce, tiene un rendimiento de 3000 Kg/ha; se adapta bien en Azángaro, Ayaviri y Lampa.

**Witulla:** De grano mediano de 1.5 a 1.8 mm de diámetro, es de color morado a rosado, es amarga y se le cultiva por la zona de Ilave, con rendimientos de 1200 a 1800 Kg. / ha, periodo vegetativo de 180 días, resistente al ataque de mildiu.

**Pasankalla:** El Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA) presentó la variedad INIA 415-Pasankalla, el 2006. Posee alto valor nutricional, excelente calidad de grano para la transformación agroindustrial y con rendimientos superiores a las 3000 kg/ha. Es una variedad precoz, cuyo periodo vegetativo solo dura 140 días. El grano tiene el pericarpio color plomo y el epispermo de color castaño-rojo.

**INIA 420 Negra Collana:** Es un compuesto de 13 accesiones de 12 localidades, comúnmente conocidas como “Quyту jiwras”. Su mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica Suni del Altiplano, entre los 3815 y 3900 m,s,n,m,, con clima frío seco, precipitación de 400 a 550 mm y temperatura de 4° a 15°C. La altura de planta varía de 94 a 110 cm, el período vegetativo va de 136 a 140 días. Las semillas tienen el pericarpio de color plomo y el epispermo de color negro. Se informa de un rendimiento promedio de 3000 kg/ha.

#### 2.1.4.4 Otras variedades

Bolivia: Sajama, Samaranti, Huaranga, Kamiri, Chucapaca, Sayaña, Ratuqui, Robura, Jiskitu, Amilda, Santa Maria, Intinayra, Surumi, Jilata, Jumataqui, Patacamaya, Jacha Grano, Kosuña, Kurmi, Horizontes, Aynoq'a, Blanquita.

Ecuador: Tunkahuan, Ingapirca, Cochasqui, Imbaya, Chaucha, Tanlahua, Piartal, Porotoc, Chimborazo Bitter, Imbabura Bitter, Purple y Pata de Venado.

#### 2.1.5 Características botánicas de la quinua

##### 2.1.5.1 Morfología

**Planta.-** El tipo de crecimiento es herbácea, de un porte erecto, de 100 a 142 cm de altura, su inflorescencia forma una panoja de diversos colores (Púrpura, morado, verde, amarillo, rojo, blanco) y también se pueden tener mezclas de colores en una misma panoja. (Sánchez, 2013)

**Raíz.-** La raíz de quinua es del tipo pivotante, consta de una raíz principal de la cual salen un gran número de raíces laterales muy ramificadas. La longitud de las raíces es variable, de 0.8 a 1.5 m. Su desarrollo y crecimiento está determinado por el genotipo, tipo de suelos, nutrición y humedad entre otros factores. (FAO y UNALM 2016).

**Tallo.-** El tallo en la unión con el cuello de raíz es cilíndrico y a medida que se aleja del suelo se vuelve anguloso en las zonas de nacimiento de hojas y ramas. La corteza es firme y compacta formada por tejidos fuertes y lignificados. Cuando los tallos son jóvenes la médula es suave, cuando los tallos maduran la médula es esponjosa y seca y en la cosecha se cae y el tallo queda hueco o vacío.

El color básico del tallo en la época de floración, puede ser verde, verde-amarillo, naranja, rosado, rojo y púrpura. En algunas variedades se puede apreciar la presencia de estrías con colores variables como el verde, amarillo, rosado y púrpura y en otras la presencia de axilas de color

rosado, rojo y púrpura. Las combinaciones resultantes del color básico del tallo, el color de las estrías y el color de axilas puede ser empleado para identificar variedades. A la madurez el color del tallo, en general, se torna de un color crema o rosado con diferentes intensidades. (FAO y UNALM 2016).

**Flores.-** La inflorescencia es una panoja típica, constituida por un eje central, ejes secundarios y terciarios, que sostienen a los glomérulos (grupos de flores). La longitud de la panoja varía entre 29 a 55 cm y el diámetro entre 6.0 y 12.7 cm. La panoja puede llegar a un peso de 91.10 g a 114 g, incluyendo el grano. Cuando los glomérulos nacen del eje secundario, la panoja es glomerulada; si los glomérulos nacen de ejes terciarios, la panoja es amarantiforme y si los ejes son largos, la panoja es laxa.

Las flores carecen de pétalos, pueden ser hermafroditas (pistilo y estambres) ubicadas en la parte superior del glomérulo. Pistiladas (femeninas), ubicadas en la parte inferior del glomérulo y androestériles (pistilo y estambresestériles). Los tres tipos de flores pueden estar presentes en la misma planta. Por lo general las flores presentan un perigonio con cinco sépalos de color verde, un androceo con cinco estambres (pentámera) cortos de color amarillo y un gineceo con estigma central, plumoso con dos a tres ramificaciones estigmáticas. Existen aberraciones florales donde se pueden encontrar, flores tetraováricas, androceo con 3, 4, 6 y 7 estambres. (Sánchez, 2013).

**Fruto.-** El fruto es un aquenio, formado por el perigonio en forma de estrella que contiene la semilla, el fruto cuando está maduro su color puede ser gris, amarillo, rojizo, café o negro. Los frutos de la quinua cultivada tienen un borde afilado, mientras que las quinuas silvestres lo tienen redondeado. La madurez fisiológica del fruto se da entre los 16 y 18%, dependiendo de la variedad, lo cual es indicador de la cosecha. (Sánchez, 2013).

**Semilla.-** La semilla es el fruto maduro sin el perigonio, aproximadamente de 1.8 mm a 2 mm de diámetro, el color de la semilla puede ser amarillo, café, crema, plomo, blanco o translúcido. El pericarpio, contiene saponina en la mayoría de los granos. El epispermo, se encuentra bajo el pericarpio, que cubre al embrión, formado por dos cotiledones y la radícula, y envuelve al

polispermo en forma de anillo. El polispermo, de color blanco, presenta la sustancia de reserva constituido mayormente por granos de almidón. El embrión constituye la mayor proporción de la semilla (25 %), mientras que en los cereales corresponde solo el 1 %; de allí el alto valor nutritivo de la quinua. (Sánchez, 2013).

**Hojas.-** Las hojas son polimorfas, alternas, simples, de bordes dentados, aserradas, pronunciados o leves. Las hojas inferiores son de forma romboidal o triangular y las superiores lanceoladas. (Sánchez, 2013).

## **2.1.6 Fenología del cultivo**

### **2.1.6.1 Germinación**

Las semillas de quinua en condiciones adecuadas de humedad, oxígeno y temperatura pueden germinar muy rápidamente. El agua es esencial para la iniciación del proceso y el mantenimiento de un metabolismo apropiado. La primera estructura en emerger es la radícula la cual se alarga hacia abajo dentro del suelo y da inicio a la formación del sistema radicular. El hipocotilo sale de la semilla y crece hacia arriba y atraviesa el suelo o emerge llevando los cotiledones que se abren y se tornan verdes iniciando el proceso de fotosíntesis. En este estado puede haber daños de pájaros y podredumbre radicular. Se considera una fase crítica ya que es afectado por los estreses de agua y temperatura. (FAO y UNALM 2016).

### **2.1.6.2 Desarrollo vegetativo**

Se inicia con la aparición, entre las dos hojas cotiledonales, de la primera y segunda hoja verdadera; las cuales crecen y se expanden en direcciones opuestas, simétricas y perpendiculares a los cotiledones que aún permanecen verdes.

Se observan los primordios de la tercera y cuarta hojas en el ápice de crecimiento; antes de que las dos primeras hojas se hayan expandido totalmente, una vez formada la quinta hoja verdadera se observa la formación de yemas en las axilas de las primeras hojas. Alrededor de esta etapa se

observa el desprendimiento de las hojas cotiledonales. El crecimiento y desarrollo de hojas sigue este patrón simétrico descrito. En el estado de 10 pares de hojas verdaderas, las yemas axilares de las primeras hojas empiezan a formar las ramas y la planta pierde su simetría en la disposición de las hojas. (FAO y UNALM 2016).

### **2.1.6.3 Ramificación**

La ramificación se inicia con plantas con cinco pares de hojas verdaderas, por lo que se superpone con el desarrollo vegetativo y el desarrollo de botón floral. Las yemas formadas en las axilas de las primeras hojas se activan en forma secuencial; iniciándose con la yema axilar de la primera hoja y así sucesivamente. (FAO y UNALM 2016).

### **2.1.6.4 Desarrollo del Botón floral**

Esta fase fenológica se superpone con la fase de desarrollo vegetativo y con la fase de ramificación y es muy rápida. Es fácilmente reconocible por la aparición del primordio o botón floral en el ápice de la planta, se observa como una estructura compacta protegida por hojas y cubierta por la pubescencia granular rica en oxalato de calcio. Se hace evidente, alrededor del estado de 5 pares de hojas. Se describe considerando el tamaño del primordio floral desde su aparición hasta la formación de una estructura piramidal que señala el inicio de la formación de la inflorescencia. (FAO y UNALM 2016).

### **2.1.6.5 Desarrollo de la Inflorescencia o Panoja**

Esta fase comprende la formación y crecimiento de la inflorescencia; la estructura piramidal o cónica formada por los primordios de glomérulos empieza a elongarse, haciéndose evidente la formación del eje principal, eje secundario y terciario y el desarrollo de los primordios de glomérulos y la formación de hojas típicas de la inflorescencia, tomando la forma típica de cada tipo de inflorescencia. Se forman las flores y las estructuras reproductivas. La inflorescencia se encuentra cubierta por pubescencia vesicular granular rica en oxalato de calcio con tonos blancos, rosados y púrpuras que contribuyen a la coloración propia de la inflorescencia de cada variedad.

En forma similar se desarrollan las inflorescencias en las ramificaciones del tallo. La longitud de la inflorescencia depende del genotipo y del medio ambiente y varía de 15 a 70 cm. Es a partir de esta fase fenológica que se observa el inicio de defoliación en la base de la planta. (FAO y UNALM 2016).

#### **2.1.6.6 Floración**

Esta fase se inicia con la apertura de las flores. Las flores hermafroditas y las pistiladas se abren al mismo tiempo y pueden observarse a simple vista, especialmente las flores hermafroditas con anteras amarillas intensas y brillantes. La apertura de las flores, en algunas variedades, se inicia en la flor hermafrodita del ápice del glomérulo y las flores localizadas en diferentes partes del glomérulo, en cualquier parte de la inflorescencia. En otras variedades las flores se abren simultáneamente en diferentes glomérulos a lo largo de toda la panoja. La floración en las panojas de las ramas puede iniciarse durante el periodo de floración de la inflorescencia principal y puede durar más que en la principal.

Las flores permanecen abiertas durante 5 a 7 días en promedio y la máxima apertura ocurre entre las 10 a.m. y las 2:00 p.m. En general existe asincronía en la floración, que es un mecanismo importante para tolerar temperaturas extremas durante la floración y asegurar que parte de la inflorescencia pueda tener flores viables. En la misma panoja la floración puede durar de 12 a 15 días. La duración de la floración es variable, en algunas variedades es corta y en otras puede tomar más tiempo. En esta fase el color de las panojas se intensifica, la defoliación de hojas de la base continúa y el cultivo es bastante sensible a las temperaturas extremas y a las sequías. (FAO y UNALM 2016).

#### **2.1.6.7 Antesis**

Esta fase se superpone con la de la floración. Es la fase de liberación de polen por las flores hermafroditas. Las flores hermafroditas producen abundante polen y se ha observado mucha presencia de insectos, probablemente polinizadores. También el polen es distribuido por el viento.

Se calcula una polinización cruzada de alrededor del 17%. Este estado finaliza con la muerte de las anteras y el cierre del perigonio sepaloide y la eliminación de hojas en la base de la planta. (FAO y UNALM 2016).

#### **2.1.6.8 Fruto, Crecimiento y Estado acuoso**

Después de la fecundación los frutos formados empiezan a crecer y desarrollar. El crecimiento se evalúa considerando el tamaño y la proporción ocupada dentro del espacio formado por el perigonio sepaloide en 25%, 50%, 75% y 100%. Durante esta fase de crecimiento del grano, estos están llenos de una sustancia acuosa por lo que se denomina a esta fase, “estado acuoso”. (FAO y UNALM 2016).

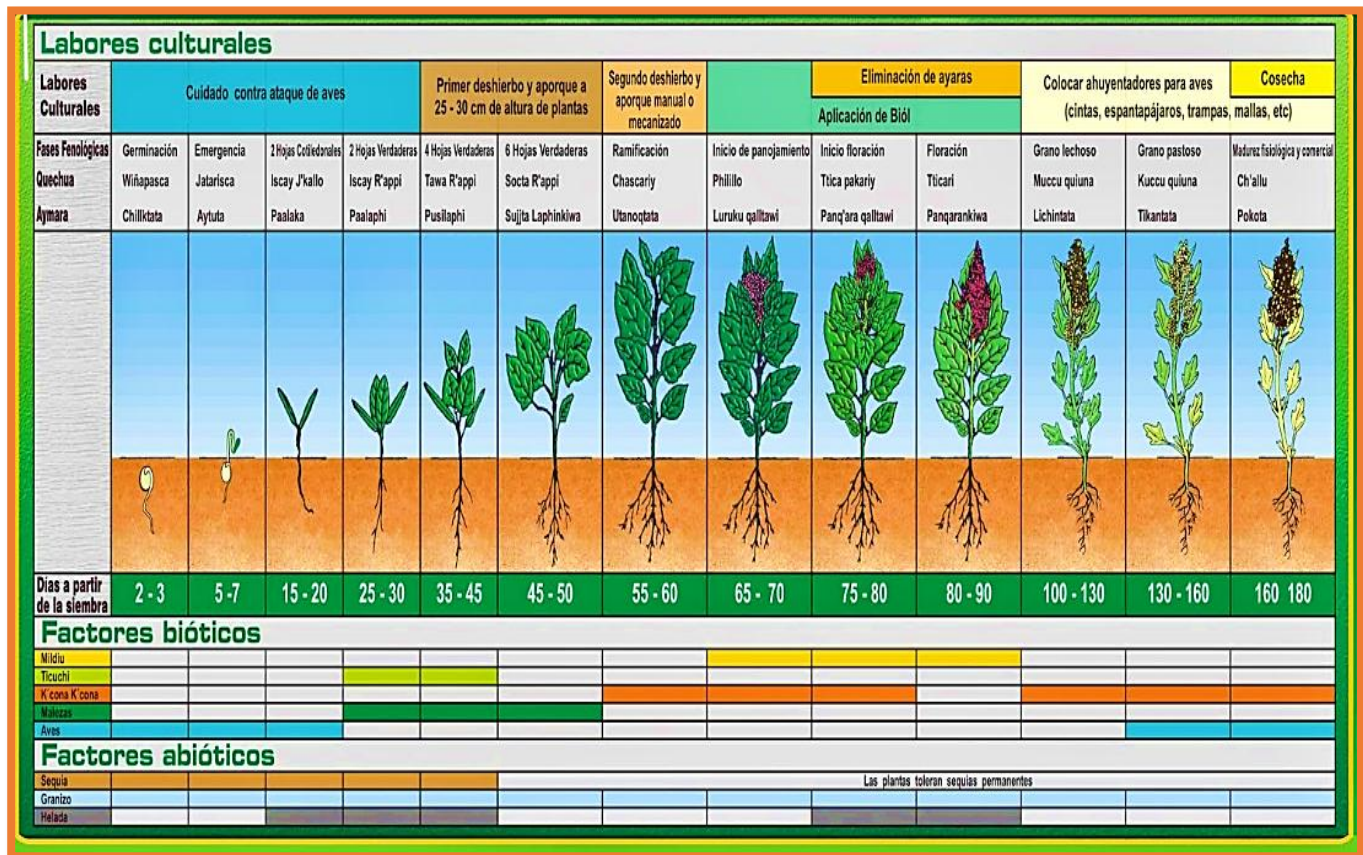
#### **2.1.6.9 Fruto en Estado lechoso**

Esta fase se superpone con la del estado acuoso. Los granos formados y con un 100% de su tamaño empiezan a recibir fotosintatos de las hojas, y las partes verdes de las inflorescencias y la sustancia acuosa es reemplazada con una sustancia lechosa. En este estado se aprecia que el tercio superior de hojas está verde, en plena actividad fotosintética y que los 2/3 inferiores están empezando a decolorarse o en proceso de senescencia. (FAO y UNALM 2016).

#### **2.1.6.10 Fruto en Estado masoso**

Los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco con apariencia de masa con una humedad aproximada de 45%. En esta fase la planta alcanza la madurez fisiológica. Se inicia un proceso de pérdida de humedad de los granos y la planta hasta alcanzar la madurez de cosecha. (FAO y UNALM 2016).

**Figura 2. Fenología del cultivo de quinua.**



Fuente: Organic Life Perú

## 2.1.7 Requerimientos agro climáticos del cultivo de quinua

### 2.1.7.1 Región

La quinua tiene una extraordinaria versatilidad para adaptarse a diferentes pisos agroecológicos. Se adapta a climas desde el desértico hasta climas calurosos y secos, puede crecer con humedades relativas desde 40% hasta 88%, y soporta temperaturas desde -8°C hasta 38°C. Es una planta eficiente al uso de agua, es tolerante y resistente a la falta de humedad del suelo y permite producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm. Por estas características en 1996 la quinua fue catalogada por la FAO como uno de los cultivos promisorios de la humanidad, no

sólo por sus grandes propiedades nutricionales y por sus múltiples usos, sino también por considerarla como una alternativa para solucionar los graves problemas de nutrición humana. La distribución geográfica de la quinua en América del Sur se extiende desde los 5° Latitud Norte, hasta los 43° Latitud Sur (Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile), y su distribución altitudinal varía desde el nivel del mar hasta los 4 000 msnm, con mayor diversidad genética en el altiplano de Perú y Bolivia (Cuenca del Lago Titicaca); en tal sentido, se tienen quinuas del altiplano, de puna, de valles interandinos, de valles y de costa. (FAO e INIA, 2013)

### **2.1.7.2 Temperatura**

La quinua, por su alta variabilidad genética, se adapta a diferentes climas, desde aquellos calurosos y secos como el clima de la costa desértica, a aquellos templados lluviosos o secos de los valles interandinos y aquellos fríos y lluviosos o secos de la sierra alta y el altiplano. Las temperaturas óptimas de crecimiento y desarrollo, dependiendo de las variedades, están en el rango de 15 a 25°C. Puede tolerar las heladas y temperaturas altas durante las fases de desarrollo vegetativo y la formación de la inflorescencia y no desde la floración hasta el estado de grano pastoso. Tanto las bajas como las altas temperaturas originan esterilidad de polen y afectan el desarrollo y crecimiento de la planta, dando lugar a esterilidad o granos inmaduros, arrugados o de bajo peso; dependiendo del momento en que se produce el estrés de temperatura. (FAO y UNALM, 2016)

### **2.1.7.3 Humedad-Precipitación**

El periodo de precipitación en la Región Andina va desde Setiembre – Octubre a Mayo – Junio. La precipitación anual total varía del siguiente modo: de 600 – 800 mm en los Andes Ecuatorianos, de 400 – 500 mm en los Andes Peruanos, de 500 – 800 mm en el altiplano alrededor del Lago Titicaca, de 200 a 300 mm en el Altiplano sur de Bolivia y de 800 – 1000 mm en la Zona Central de Chile. La quinua se cultiva dentro de un rango de precipitación de 300 mm a 1000 mm. Se considera que el rango de precipitación óptima es de 500 a 800 mm. Los periodos críticos en los que la falta de humedad afecta la productividad son: germinación-emergencia, que determina el establecimiento del cultivo, y el estado de crecimiento y llenado del fruto que determina la

productividad. Dependiendo del tipo de suelo y la humedad almacenada se considera adecuada una precipitación en el rango de 60 a 100 mm para un buen establecimiento del campo. Es importante señalar que la quinua presenta tolerancia a la sequía, a través de diversos mecanismos como su sistema radicular muy ramificado y profundo, a la reducción de su área foliar por eliminación de hojas en condiciones de estrés, presencia de vesículas conteniendo oxalato de calcio que es higroscópico y reduce transpiración a través de la regulación de las células guardas, a sus pequeñas células con paredes gruesas que le permiten preservar la turgencia aún en severas pérdidas de agua y otros. (FAO y UNALM, 2016)

#### **2.1.7.4 Fotoperíodo**

La quinua, muestra una amplia adaptación a diferentes fotoperíodos, desde días cortos para su florecimiento, que se da en zonas cercanas a la línea ecuatorial, hasta la insensibilidad a las condiciones de luz para su desarrollo en Chile (Mujica, 1993 citado por CARE, 2012).

La quinua ha sido domesticada y cultivada desde tiempos ancestrales en una región comprendida entre 5°N (Colombia) a 40°S (Chile y Argentina), y desde el nivel del mar hasta los 4000 m.s.n.m. aproximadamente. La respuesta al fotoperíodo y a la temperatura está relacionada con el lugar de origen, es muy compleja y puede afectar el rendimiento. Variedades que se originan en el trópico se caracterizan por una mayor sensibilidad al fotoperíodo y por una larga fase hasta antesis. Las variedades del Altiplano de Perú y Bolivia y las quinuas del nivel del mar son las de menor sensibilidad al fotoperíodo y son las que tienen menor longitud del ciclo a antesis. La duración del ciclo a antesis también está influenciada por la altitud sobre el nivel del mar de la zona de origen de la quinua. En el proceso de la introducción de las variedades de quinua a nuevas áreas, es importante considerar la zona de origen de las variedades, es decir la latitud y la altitud de donde proceden. Por ejemplo, las variedades ecuatorianas necesitan por lo menos 15 días con 10 horas de luz cada día para llegar a antesis. Se recomienda, en general, evitar épocas con alta temperatura y días largos por que afectan el proceso de formación de los granos y por consiguiente el rendimiento. (FAO y UNALM, 2016)

### 2.1.7.5 Suelos

La quinua puede crecer en un rango amplio de diferentes tipos de suelos, siendo los óptimos los de buen drenaje francos, semi profundo con un alto contenido de materia orgánica. Se debe evitar suelos con problemas de anegamiento o inundación porque dificultan el establecimiento inicial del cultivo y luego a lo largo del ciclo propician la podredumbre radicular. Se puede encontrar variedades de quinua cultivadas en suelos con pH desde 4.5 (en los valles interandinos del Norte del Perú) hasta 9.0 (altiplano peruano boliviano y los salares de Bolivia). (FAO y UNALM, 2016)

Mujica, 1993 citado por CARE, (2012) afirma que la quinua puede crecer en una amplia variedad de suelos cuyo pH varíe de 6 a 8,5. Prefiere los franco-arenosos con buen drenaje, ricos en nutrientes especialmente nitrógeno. Es susceptible al exceso de humedad en sus primeros estadios. Se ha observado producciones aceptables en suelos arenosos con déficit de humedad.

### 2.1.8 Manejo del cultivo de quinua

#### 2.1.8.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno comprende las labores de pre-labranza, aradura, desterronado y nivelado.

##### ✓ **Pre-labranza**

Un mes antes de la fecha de siembra realizar un surcado superficial en el campo. Esta labor permitirá: a) mayor penetración del agua de lluvia o del riego y mayor retención de humedad para la preparación del suelo, b) enterrar semillas de malezas del cultivo anterior y favorecer a la germinación y ligero crecimiento, mientras el terreno alcanza la humedad adecuada. Estas plantas serán eliminadas en las labores definitivas de preparación del suelo. Esta actividad ayuda a controlar el 30% de malezas desde el inicio. (Sánchez, 2013)

### ✓ **Aradura o barbecho**

Una vez que se obtenga la humedad adecuada y las semillas de malezas u otros cultivos hayan germinado se procede al arado. Se puede realizar con tractor o yunta y trabajar con una profundidad mayor a 30 cm, buscando voltear, desmenuzar, enterrar malezas y los residuos de cosecha y airear la capa arable del suelo. Un buen barbecho facilita la penetración de agua, aire y raíces al suelo. (Sánchez, 2013)

### ✓ **Desterronado o mullido**

La labor de aradura deja terrones muy grandes en campo. Los cuales deben ser desmenuzados. Esta labor se realiza con rastra de discos y se recomienda pasar dos veces en sentidos diferentes. (Sánchez, 2013)

### ✓ **Nivelado**

La nivelación del terreno puede ser realizada con un riel o un tablón atado detrás de la rastra. Es importante para los campos conducidos bajo riego porque empareja el suelo y corrige irregularidades superficiales. Permitiendo mejor distribución del agua y germinación uniforme. (Sánchez, 2013)

### ✓ **Incorporación de materia orgánica**

Flores et al, (2010) recomienda ejecutar la aplicación de la materia orgánica usando compost o algún guano de corral. Debe efectuarse junto con la preparación de suelos, de tal manera que pueda descomponerse y estar disponible para el cultivo. La incorporación de materia orgánica facilitará la retención de humedad, mejorará la estructura del suelo (formando estructuras esferoidales), facilitará la aireación del suelo y favorecerá el desarrollo de la flora microbiana que permitirá la pronta humificación.

### ✓ **Surcado**

La distancia se determina de acuerdo al equipo de campo o maquinaria empleada. Debe efectuarse el surcado del terreno, con una surcadora y con el distanciamiento adecuado a la variedad y tecnología de producción utilizada. (Sánchez, 2013)

### **2.1.8.2 La siembra**

La siembra es una de las actividades de mayor importancia porque de esta labor depende la emergencia de plántulas que tendrá incidencia en la densidad de plantas por superficie cultivada y sobre el rendimiento a obtener, (PROINPA, 2011).

Sánchez, (2013) manifiesta que la siembra debe realizarse inmediatamente después de la preparación del suelo, esto permitirá sembrar con humedad a punto y reducirá la competencia de malezas; ya que para obtener una máxima emergencia de plántulas es muy importante que haya una buena humedad en el suelo. En la siembra influye bastante la densidad, distribución, profundidad y el poder germinativo de la semilla. La emergencia de plántulas ocurre a los cuatro días con humedad adecuada, sí después de ocho días no ha iniciado la emergencia de plántulas, es preferible resembrar.

### ✓ **Época de siembra**

La siembra en el cultivo de la quinua se realiza en diferentes épocas, dependiendo del lugar a sembrarse, características de la variedad y humedad del suelo, factores importantes que determinan el tipo de siembra manual o mecánica. (PROINPA, 2011).

Flores et al (2010), señala que la siembra adelantada es muy importante para las variedades tardías o de periodo de vegetación larga, que son de alto rendimiento potencial. El requerimiento mínimo de precipitación pluvial para la germinación de la semilla de quinua es entre 30 a 45 mm durante dos a cinco días,

### ✓ **Profundidad de siembra**

Sánchez. (2013). recomienda una profundidad de 1 a 2 cm bajo la superficie del suelo para permitir una rápida emergencia de las plántulas luego de la germinación. Flores et al, 2010, afirma que por ser pequeño el tamaño de la semilla de quinua, la profundidad de su siembra no debe ser mayor de 3 cm. Debido a esta característica, se sugiere una profundidad de siembra que varíe de 1 a 3 cm, de acuerdo a la humedad del suelo. Así, a mayor humedad del suelo, menos profundidad de siembra. Cabe indicar que si la profundidad es mayor que la recomendada, las plantas no llegan a emerger por asfixia y poca fuerza para superar la tierra que las cubre. Si la siembra es superficial, los rayos solares las afectan, muriendo el embrión. Los surcos deben tener una profundidad de 15 a 20 cm.

### ✓ **Densidad de siembra**

La cantidad de semilla por hectárea en quinua es de 8 a 15 kg/ha; los mismos que se reajustan de acuerdo al tamaño de la semilla, modalidades de siembra y del tipo de agroecosistema. En densidades mayores, se emplean variedades de tamaño grande (diámetros de semilla mayores a 2 mm), así como en siembras al voleo y en agroecosistema pampa; mientras que en bajas densidades, agroecosistema waru waru (se descuenta el área que corresponde a los canales), para la modalidad de siembra en surcos y en hoyos, se usan variedades de semillas pequeñas.

En cualquiera de los casos, mayores densidades significan número de plantas por área muy tupida, dando como resultado plantas pequeñas, raquíticas y con rendimientos bajos; más aún, favorece el establecimiento rápido de las malezas en el campo. Mientras el menor número de plantas tiene como resultado plantas vigorosas y ramificadas. En todo caso, un distanciamiento entre plantas de 0.08 a 0.10 m, que significa 15 a 20 plantas por metro lineal, son de mayor tendencia a mayor producción de grano (Mujica, 1977 citado por Flores et al, 2010).

### 2.1.8.3 Sistema de siembra

#### Modalidades de siembra

Flores et al, (2010) menciona que la siembra se realiza generalmente en cuatro formas:

##### a) Al voleo

Es una práctica que se realiza cuando no se dispone de herramientas para realizar hileras o surcos. Así, también, cuando el suelo cuenta con suficiente humedad, no tiene problemas de inundación y está acondicionado en infraestructura de waru waru, con terraplenes muy angostos que no permiten laboreo con herramientas traccionadas.

##### b) En hilera

Es una labor generalizada en toda la cuenca. Se concreta cuando se cuenta con tracción animal o de un tractor agrícola para abrir hileras (surcos) a una distancia de 30 a 50 cm. La siembra consiste en derramar la semilla al voleo y a chorro continuo en las hileras, para luego fragmentarlos terrones y efectuar un ligero tapado. Esta siembra permite una mejor distribución de las plantas en el campo y realizar labores culturales con mayor facilidad, como el aporque, para garantizar la mejor sostenibilidad de las plantas.

##### c) En surco

Es la tercera forma de siembra de quinua, pero muy similar al anterior, con la diferencia de que los surcos son más anchos y oscilan alrededor de 80 cm. La ventaja de estos surcos es que se logra mejor la aireación del suelo en épocas de estiaje y en suelos con problemas de drenaje o anegamiento.

#### **d) En melgas**

Es una forma de siembra intermedia entre el voleo y los surcos. Se practica en terrenos con deficiencia en sistema de drenaje o de inundación. El procedimiento de la siembra en melgas es similar al de voleo. Cuando se tiene antecedentes del terreno, consiste en abrir surcos distanciados entre 4, 5 ó más metros en todo el terreno después de la siembra. La distancia entre los surcos depende de la deficiencia de drenaje y la no uniformidad de la nivelación del suelo. La apertura de los surcos se puede realizar incluso cuando las plántulas llegan al estado fenológico de 6 hojas verdaderas, después de ello no es recomendable, porque se daña a las plántulas. Finalmente, el campo aparece como cultivo en melgas separadas por los surcos, que serán muy importantes para drenar agua excedente, cuando se produzca abundante precipitación o sobrepase el punto crítico de tolerancia a la humedad.

#### **2.1.9 Nutrición y fertilización de la quinua**

La fertilización es muy importante en el cultivo de la quinua debido a su alta demanda de nutrientes. En el campo elegido para el cultivo se debe tomar una muestra de suelo, siguiendo el protocolo establecido, para determinar el nivel de nutrientes disponibles. Dependiendo de los suelos, algunos nutrientes requeridos por la quinua pueden estar disponibles en abundancia y otros en poca cantidad en el suelo; este conocimiento permitirá proporcionar la nutrición adecuada para lograr altos rendimientos y calidad. (FAO y UNALM, 2016)

SAGA SEEDS PERU, recomienda para la variedad INIA Salcedo trabajarla con un análisis de suelos previo. Se tienen diferentes recomendaciones de acuerdo también al nivel tecnológico a usar. Para un nivel tecnológico medio en Sierra Norte se puede recomendar una dosis de fertilizantes NPK de 200:135:80, Mg: 20 S: 30, Ca: 40 incorporando materia orgánica en mezcla con fertilizantes químicos, para que sirva de búfer y evitar lixiviación de abonos químicos. La aplicación de la mezcla fertilizante realizar como abono de fondo al momento del surcado en la proporción 35% N, 100% P, 100% K, 100 %Ca (en materia orgánica) 100% S, 100% Mg.

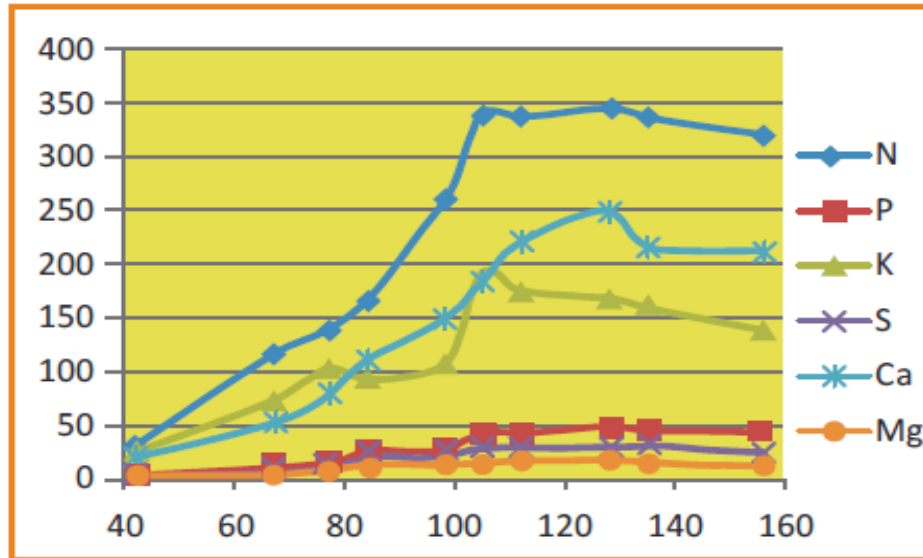
En condiciones de sierra, gran cantidad de suelos presentan baja fertilidad debido al tipo de suelo, al ambiente y a la continua siembra y cosecha por varios años sin devolver los minerales sustraídos campaña tras campaña; lo que se refleja en rendimientos bajos alrededor de los 1000 kg/ha. Otro factor que influye muy fuertemente en la disponibilidad de nutrientes en el suelo es el pH. La quinua prospera muy bien en un rango de pH de 5.5 a 7.8. Fuera de estos rangos la disponibilidad de nutrientes puede verse fuertemente afectada, originando una reducción en el crecimiento y desarrollo del cultivo. Si existen problemas de acidez, o suelos con pH menor a 5.5, se puede aplicar cal para lentamente incrementar el pH. La cal se puede aplicar unos meses antes de la siembra para dar tiempo a la cal a moverse en el perfil del suelo y cambiar el pH en la zona radicular. En los suelos ácidos la cal debe ser aplicada cada dos o tres campañas dependiendo del cambio del pH después de la aplicación y deben ser incorporados al suelo. Si el pH del suelo está por encima de 7, los suelos son alcalinos. Suelos ligeramente alcalinos pueden tener un bajo contenido de manganeso (Mn), hierro (Fe), zinc (Zn) y boro (B). (FAO y UNALM, 2016).

#### **2.1.9.1 Ritmo de absorción de macronutrientes**

CARE (2012), afirma que durante el periodo de crecimiento de la planta, hay épocas donde los nutrientes son absorbidos con mayor intensidad; esto ocurre hasta el segundo mes, y luego alrededor de los 100 días después de la siembra. Estas épocas coinciden con las etapas de mayor desarrollo y de máxima acumulación de materia seca del cultivo.

En la planta, el movimiento de nutrientes desde las hojas y del tallo hacia la panoja (órgano de reserva), se da con mayor intensidad a partir de alrededor de los 105 días después de la siembra. En el caso del N, el movimiento hacia la panoja es más intenso a partir de los 100 días desde las hojas, y a partir de los 112 días desde el tallo; estabilizándose este movimiento a partir de los 135 días.

**Figura 3. Absorción de nutrientes por la planta de quinua.**



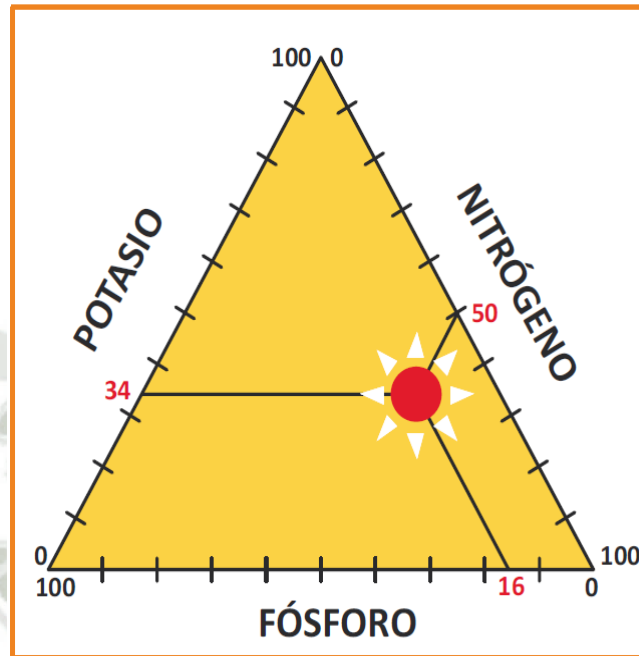
Fuente: CARE (2012)

### 2.1.9.2 Equilibrio fisiológico del cultivo de quinua

CARE, (2012), nos menciona que las comparaciones entre los estados nutricionales de las plantas sometidas a condiciones de fertilidad del suelo diferentes, se hacen en base a dos valores: la *alimentación global* que es la suma de los tenores porcentuales de N, P y K; las relaciones fisiológicas, que son la fracción del total de N-P -K, llevada a porcentaje. El equilibrio fisiológico es el promedio de las relaciones fisiológicas, correspondiente a muestreos en diferentes condiciones.

Mateu (2005), para condiciones de Canaán (2750 msnm), determinó un *equilibrio fisiológico* de 50-16-34 (NPK) para la quinua Blanca de Junín; en condiciones de Acocro (3500 msnm), Mejía (2010), reporta un *equilibrio fisiológico* en el rango de 43-44 de N, 12-13% de P y 44% de K, respectivamente, para la misma variedad, considerando sólo el análisis del grano.

Figura 4. Equilibrio fisiológico para el cultivo de quinua.



Fuente: CARE (2012)

### 2.1.10 Labores culturales

#### ❖ Raleo

El raleo o desahíje, sirve para conseguir una densidad uniforme y desarrollo óptimo de la quinua al eliminar plantas enfermas, débiles o fuera de tipo. Se realiza junto al deshierbo con plantas de quinua de 15 a 20 cm. Se recomienda dejar plantas vigorosas de la variedad separadas de 5 a 10 cm entre ellas; debido a que todavía tendrán pérdidas de plantas durante las fases posteriores de desarrollo del cultivo. Las altas densidades resultan con plantas pequeñas y débiles con mejor rendimiento por planta, por otra parte las bajas densidades da lugar a plantas ramificadas de prolongan su ciclo de vida y proveen el espacio para crecimiento de maleza. La finalidad es obtener una densidad final de 25 a 27 plantas por m<sup>2</sup> (250 a 270 mil plantas por ha), (Sánchez. 2013).

### ❖ Control de malezas

La germinación y la emergencia de plántulas, es el estado de desarrollo de la quinua donde se inicia la competencia con malezas que también comienzan a germinar, por lo que el control de malezas debe iniciarse desde el establecimiento del cultivo. Una vez que la quinua esté en la fase fenológica de 8 hojas verdaderas o alcanza a los 15-20 cm de altura, la población de malezas debe ser eliminada; ya sea manualmente (extrayendo las malezas de entre las plantas y entre los surcos) y en forma mecánica (las malezas entre los surcos se pueden eliminar empleando cultivadora y yunta, similar al deshierbado mecánico en el maíz), (Sánchez. 2013)

### ❖ Aporque

Flores et al, (2010), señala que el aporque es necesario porque permite evitar tumbado o vuelco de las plantas, sobre todo en valles interandinos, donde la quinua crece en forma exuberante y requiere acumulación de tierra para mantenerse en pie y sostener las enormes panojas que desarrollan. También, permite a las plantas resistir los fuertes embates de los vientos, sobre todo en las zonas ventosas o de fuertes corrientes de aire.

También, es importante porque posibilita:

- La aireación de las raíces del cultivo.
- La eliminación de malezas al extraer sus raíces.
- El reforzamiento de la planta contra el acame.
- La realización del segundo aporque.
- La liberación del cultivo cuando hay encharcamiento dentro del surco.
- El incremento del rendimiento de la planta.
- Cubrir el fertilizante de la segunda fertilización.

Cabe señalar que el aporque se constituye en una tarea fácil cuando la siembra se realiza dentro del surco. Juvenal León M., en su tesis “Cultivo de quinua en Puno Perú. 2003” citado por Flores et al, (2010) recomienda realizar esta labor al inicio de la panoja, después del deshierbo

y junto con la fertilización complementaria, para airear las raíces de la planta y evitar el tumbado de las plantas.

### 2.1.11 Plagas

**Cuadro 2. Plagas en el cultivo de quinua.**

| <b>NOMBRE COMUN</b>               | <b>NOMBRE CIENTIFICO</b>               |
|-----------------------------------|--|
| Gusano cortador, gusano de tierra | <i>Agrotis ípsilon</i>                 |
| Gusano ejercito                   | <i>Spodoptera eridania</i>             |
| Gusano ejercito                   | <i>Spodoptera ochrea</i>               |
| Falso medidor                     | <i>Chrysodeixis includens</i>          |
| Polilla                           | <i>Copitarsia spp.</i>                 |
| Escarabajo negro                  | <i>Epicauta spp.</i>                   |
| Pulguilla saltona                 | <i>Epitrix spp.</i>                    |
| Mosca minadora                    | <i>Liriomyza sp.</i>                   |
| Chinche de la quinua              | <i>Liorhyssus hyalinus</i>             |
| Chinche diminuta                  | <i>Nysius simulans</i>                 |
| Chinche de la quinua              | <i>Dagbertus spp.</i>                  |
| Gusano bellotero                  | <i>Chloridea = Heliothis virescens</i> |
| Polilla                           | <i>Helicoverpa quinoae</i>             |
| Gusano telarañero                 | <i>Spoladea recurvalis</i>             |
| Polilla de la quinua              | <i>Eurysacca melanocampta</i>          |
| Polilla de la quinua              | <i>Eurysacca quinoa</i>                |

**Fuente: (FAO, 2016)**

**Cuadro 3. Enfermedades en el cultivo de quinua.**

| <b>NOMBRE COMUN</b>          | <b>NOMBRE CIENTIFICO</b>                             |
|------------------------------|--|
| Mildiu de la quinua          | <i>Peronospora variabilis</i>                        |
| Chupadera fungosa            | <i>Pythium sp., Fusarium sp., Rhizoctonia solani</i> |
| Moho verde                   | <i>Cladosporium sp.</i>                              |
| Mancha ojival del tallo      | <i>Phoma sp.</i>                                     |
| Manchas foliares             | <i>Cercospora sp.</i>                                |
| Podredumbre marrón del tallo | <i>Phoma exigua var. Foveata</i>                     |
| Ojo de gallo                 | <i>Passalora dubia</i>                               |
| Bacteriosis                  | <i>Pseudomonas sp.</i>                               |

Fuente: (FAO, 2016)

**Cuadro 4. Malezas en el cultivo de quinua.**

| <b>Malezas de hoja ancha</b>         | <b>Malezas de hoja angosta</b> |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Amaranthus hybridus</i>           | <i>Sorghum halepense</i>       |
| <i>Amaranthus spinosus</i>           | <i>Cynodon dactylon</i>        |
| <i>Amaranthus spp.</i>               | <i>Rottboellia exaltata</i>    |
| <i>Chenopodium murale</i>            | <i>Avena fatua</i>             |
| <i>Chenopodium álbum</i>             | <i>Pennisetum clandestinum</i> |
| <i>Portulaca oleracea</i>            | <i>Cyperus rotundus</i>        |
| <i>Nicandra physalodes</i>           |                                |
| <i>Datura stramonium</i>             |                                |
| <i>Plantago major</i>                |                                |
| <i>Brassica rapa subsp. Oleífera</i> |                                |

Fuente: (FAO, 2016)

**Cuadro 5. Aves en el cultivo de quinua.**

|             |                                |
|-------------|--------------------------------|
| <b>Aves</b> | <i>Patagioenas maculosa</i>    |
|             | <i>Zenaida auriculata</i>      |
|             | <i>Metriopelia melanoptera</i> |
|             | <i>Metriopelia ceciliae</i>    |
|             | <i>Sporagra atrata</i>         |
|             | <i>Sicalis uropygialis</i>     |
|             | <i>Zonotrichia capensis</i>    |

**Fuente: (FAO, 2016)**

### 2.1.12 Cosecha

La quinua es uno de los cultivos considerados como delicados en cuanto al manejo y cuidados desde la cosecha. Ésta debe realizarse con la debida oportunidad para evitar no solo las pérdidas por efectos adversos como el clima y ataque de aves; sino, también, por el deterioro de la calidad del grano. Si, durante la madurez del cultivo existe un período de humedad ambiental alta (superior al 70%), se produce la germinación de los granos en la panoja, con la consiguiente pérdida de la cosecha o, por lo menos, se produce una oxidación o cambio de color de los granos; trayendo como consecuencia la pérdida de la calidad del grano. La quinua debe ser cosechada cuando las plantas se hayan defoliado y presenten un color amarillo pálido o los granos hayan adquirido una consistencia tal que resistan a la presión con las uñas, (Flores et al, 2010).

La cosecha se efectúa cuando el grano alcanza la madurez fisiológica, es decir cuando el grano se vuelve duro (debe ofrecer resistencia al partido de la uña). El follaje de las plantas debe presentar un color pajizo y en pleno proceso de defoliación. Sin embargo las panojas permanecen intactas y no hay caída de granos. Según Apaza, 2006 citado por Sánchez, (2013) la decisión de cuando iniciar la cosecha está determinado principalmente por la humedad del grano; cuando estos alcanzan una humedad de 18-22%, se produce la madurez fisiológica. En este estado de los granos

la planta empieza a secarse, produciéndose una rápida pérdida de humedad, cuando llega a 16-18% de humedad, la planta está completamente amarilla se considera como madurez de cosecha. No es posible especificar el tiempo en que se alcanza la humedad óptima de cosecha en las diferentes zonas productoras de quinua. Esto depende además del clima propio de la zona; de la fecha de siembra y la variedad, (Sánchez. 2013).

### **2.1.12.1 Proceso de cosecha de quinua**

La cosecha es una labor de mucha importancia en el proceso productivo, de ella depende el éxito para la obtención de la calidad comercial del grano. Esta labor tiene cinco etapas, cuando se efectúa en forma manual o utilizando trilladoras estacionarias: siega o corte; emparvado o formación de arcos; trilla, aventado y limpieza del grano; secado; selección, envasado y almacenamiento. Cuando se efectúa en forma mecanizada, utilizando cosechadoras autopropulsadas, se reduce a trilla, secado, selección, envasado y almacenamiento, (Flores et al, 2010).

#### **I. Siega**

Se efectúa la siega cuando las plantas hayan alcanzado la madurez fisiológica. Esta labor debe efectuarse en las mañanas, a primera hora, para evitar el desprendimiento de los granos por efectos mecánicos del corte y uso de las hoces o segaderas.

Existe mayor facilidad de caída del grano del perigonio que lo protege cuando las plantas están completamente secas por efectos del calentamiento de los rayos solares.

#### **II. Emparvado**

Consiste en formar pequeños montículos con las panojas, ordenándolas y colocando en forma de pilas alargadas o redondas, debiendo estar las panojas en un solo sentido, si son alargadas. Las plantas se mantienen en la parva por espacio de 7 a 15 días, hasta que tengan la humedad conveniente para la trilla. Cuando se usan trilladoras estacionarias, es conveniente que las panojas

estén completamente secas; pero, cuando se usan trilladoras combinadas, no es necesario este emparvado.

### **III. Trilla**

La trilla es llamada, también, golpeo o garroteo. Se efectúa sacando las panojas secas de la parva; la cual se extiende sobre mantas preparadas apropiadamente para este fin. En algunos lugares, se apisona un terreno plano, formando eras, con arcilla bien apisonada, a manera de una losa liza y consistente. Luego, se procede a efectuar el golpeo de las panojas colocadas en el suelo, en forma ordenada; generalmente, panoja con panoja, cuyos golpes rítmicos permitirán desprender el grano de la inflorescencia. En el caso de usar trilladoras estacionarias, se saca la planta seca de la parva y se coloca solo la panoja en el mecanismo de entrada de la trilladora; esto para evitar mayor esfuerzo de la máquina en triturar los tallos, que generalmente son duros y gruesos, por el alto contenido de lignina.

### **IV. Venteado**

Una vez que se produce la trilla, el grano y la broza fina quedan juntos. Esta labor consiste en separar el grano de la broza (fragmentos de hojas, pedicelos, perigonio, inflorescencias y pequeñas ramas), aprovechando las corrientes de aire que se producen en las tardes, de tal manera que el grano esté completamente limpio.

#### **2.1.13 Post cosecha**

##### **I. Secado de granos**

Flores et al, (2010), aunque en algunas zonas del altiplano peruano-boliviano, la quinua, al momento de la cosecha, se encuentra completamente seca; en otras áreas, el producto final (grano trillado) se obtiene con contenidos de 15 a 20% de humedad, dependiendo del estado de madurez de las plantas y del nivel de humedad ambiental al momento de la cosecha. Si el grano es almacenado con estos contenidos de humedad, rápidamente se produce un calentamiento, y se

inician o aceleran algunas actividades bioquímicas, como la fermentación, que afecta seriamente la calidad del grano.

Este proceso de deterioro se acelera si el contenido de impurezas del grano (pedazos de hojas, tallos, semillas de malezas o granos quebrados) es alto.

Cuando la cosecha se va a destinar para semilla, no es conveniente realizar el secado por exposición directa al sol, para evitar deterioro del poder germinativo. El embrión del grano de quinua casi no tiene protección como en otros granos y puede sufrir lesiones irreversibles, ya sea por exposición a los rayos solares, o por contacto con superficies calientes. Para evitar estos inconvenientes, se recomienda secar la semilla de quinua a la sombra. El contenido de humedad de grano en quinua es muy importante porque éste es un parámetro de calificación de calidad del grano, sirve para determinar los precios de venta del producto.

## **II. Limpieza y clasificación del grano**

La eliminación de impurezas de los granos cosechados es una práctica importante durante el manejo post cosecha, pues permite mejorar la calidad y presentación de los mismos, al tiempo de favorecer el almacenamiento. Por otro lado, la clasificación de granos debería ser una práctica habitual del agricultor, pues permite alcanzar mejores precios y oportunidades para los granos de primera calidad, o permite disponer semillas de calidad para garantizar el éxito de futuras plantaciones, (Flores et al, 2010).

## **III. Almacenamiento**

Flores et al, (2010), menciona que el almacenamiento es un paso importante dentro del proceso post cosecha de quinua y es de mayor interés si se trata de semillas. Tradicionalmente, se almacena en recipientes abiertos de metal, barro o plástico; aunque, también, es muy común el almacenamiento en envases de tela o polietileno. Los principales problemas con estos tipos de almacenamiento son el ataque de ratas, la contaminación con polvo y el ataque de insectos, conocidos como polillas de grano.

De un estudio realizado para conservar semillas y granos comerciales de quinua, se encontró que si la semilla se va a conservar a corto plazo, es suficiente almacenar en recipientes sellados con bolsas o tarros, a 10°C o menos y con baja humedad ambiental; pero, si la conservación es a mediano o largo plazo (más de dos años), se recomienda sellar las semillas herméticamente y guardarlas en cámaras refrigeradas (0°C o menos). Las semillas, para ser conservadas a largo plazo, deben ser secadas hasta un nivel de por lo menos 8%, para garantizar un mínimo de actividad fisiológica y asegurar su conservación. En el caso de material comercial, se debe almacenar en recipientes cerrados o a granel y conservarlos en ambientes ventilados, secos y protegidos de insectos y roedores.

#### **2.1.14 Variedad INIA Salcedo**

FAO-INIA, (2013) nos muestra en su catálogo la siguiente información sobre esta variedad de quinua:

**1. Lugar y año de liberación:** Región Puno, 1995

**2. Obtentor y mantenedor:**

Instituto Nacional de Innovación Agraria, EEA Illpa Puno (INIA)

**3. Método de mejoramiento**

Cruza de las variedades Real Boliviana x Sajama en Puno. El proceso de selección del material segregante se realizó por el método masal genealógico en la EEA Illpa Puno, en 1983.

**4. Descripción general**

|                       |                                     |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Tipo de Crecimiento   | : Herbáceo                          |
| Hábito de crecimiento | : Simple                            |
| Ciclo Vegetativo      | : 150 días para el altiplano        |
|                       | : 135 días para valles interandinos |

: 120 días para costa

Altura de planta : 1,48 a 1,70 m

Rendimiento promedio de grano : 2,50 t/ha en zona alto andina

: 6.50 t/ha en costa y valles interandinos

### 5. Características del tallo

Forma del tallo principal : Sin ángulos

Diámetro del tallo : 1,90 a 2,30 cm

Presencia de axilas pigmentadas : Ausentes

Presencia de estrías : Presentes

Color de las estrías : Verde claro

Color del tallo principal : Verde

Presencia de ramificación : Ausente

### 6. Características de la hoja

Borde de las hojas inferiores : Dentado

Dientes de las hojas : 12 a 30 dientes

Longitud máxima del peciolo : 5,10 a 6,30 cm

Longitud máxima de las hojas : 10,40 a 11,20 cm

Anchura máxima de las hojas : 8,60 a 10,50 cm

### 7. Características de la panoja

Color de la panoja en la floración : Verde

Intensidad del color de la panoja en la floración : Tenue

Color de la panoja en la madurez fisiológica : Blanca

Intensidad del color de la panoja en la madurez fisiológica : Tenue

Forma de la panoja : Glomerulada

Longitud de panoja : 34,00 a 40,00 cm

Densidad de la panoja : Compacta

Diámetro de panoja : 8,40 a 10,90 cm

Longitud de los glomérulos : 6,30 a 8,50 cm

Número de panojas por planta : 1

### 8. Características del grano

|                                    |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Aspecto del grano                  | : Opaco                           |
| Color del perigonio                | : Verde                           |
| Color del pericarpio               | : Crema                           |
| Color del episperma                | : Blanco                          |
| Color del perisperma               | : Blanco                          |
| Forma del borde del grano          | : Afilado                         |
| Forma del grano                    | : Cilíndrico                      |
| Uniformidad del color del grano    | : Bastante uniforme               |
| Latencia de la semilla             | : Ausente                         |
| Diámetro del grano                 | : 2,00 mm                         |
| Rendimiento de semillas por planta | : 40,00 a 48,73 g en el altiplano |
| Peso de 1 000 granos (g)           | : 3,10 a 3,70 g                   |

### 9. Fenología del cultivo

**Figura 5. Fenología de quinua, variedad INIA Salcedo.**



**Fuente: FAO-INIA, 2013**

## 10. Resistencia a factores bióticos y abióticos

- **Resistencia a Mildiú (*Peronospora Farinosa*)**

La planta cuando está vigorosa es de mediana resistencia, por lo que se requiere de una buena instalación del cultivo (preparación de terreno, abonado y sembrado) para contar con plantas fuertes y sanas. Bajo lluvias copiosas y frecuentes es sensible al Mildiú. No tolera encharcamientos, inmediatamente es afectada.

### **Resistencia a chupadera fungosa**

Necesita tratamiento al momento de la siembra en zonas donde se presenta ésta enfermedad.

- **Resistencia a sequía**

Necesita adecuada humedad en la parte superficial del suelo para germinación uniforme y crecimiento inicial, mínimo 20 días. Durante el periodo vegetativo restante presenta resistencia media a sequía, pero no rinde su potencial bajo falta de agua.

- **Resistencia a salinidad Alta.**

Se tienen experiencias de cultivos bajo riego presurizado con cintas en suelos libres de sales pero con agua de riego de CE 3.2 dS/m con productividad de 4,2 ton/ha.

- **Ph del Suelo**

Rango óptimo de 4.5 a 8.00. Sensible en suelos con Aluminio. Bajo suelos con mayor acidez y elevado contenido de Aluminio disminuye notablemente su productividad.

- **Heladas y Granizos**

Sensible a granizadas en etapa inicial de crecimiento. Soporta heladas.

- **Altas Temperaturas**

Durante el periodo de floración (2°-3° mes) no debería ser mayor a 32°C, por temor a abortar flores.

### **11. Densidad de siembra**

Se utiliza una cantidad promedio de 8-14 kg de semilla por ha.

**En secano:** distanciamiento entre surcos 50-80 cm, ó sistema 6 (x50 cm) x1 (100 cm), lo cual consiste en 01 cama de 6 surcos de 50 cm entre sí y un espacio entre camas de 01 metro, plantas por metro lineal: 15-20.

**Costa bajo riego:** En riego por gravedad surcos de 80 cm de ancho, plantas por metro lineal: 15-20. En riego presurizado se ensayan diferentes densidades, también en dependencia de la configuración del sistema de riego ya existente. Se tienen densidades en cama de 6 (25 cm entre líneas) x 1 (75 cm libre), 50 cm entre líneas, 1.20 m entre surcos con surcomellizo, 1.60 entre surcos con surco-mellizo. En todos los casos la cantidad de plantas por metro lineal es de 15- 20.

### **12. Fertilización**

Se recomienda trabajarla con un análisis de suelos previo. Se tienen diferentes recomendaciones de acuerdo también al nivel tecnológico a usar. Para un nivel tecnológico medio en Sierra Norte se puede recomendar una dosis de fertilizantes NPK de 200:135:80, Mg: 20 S: 30 Ca: 40 incorporando materia orgánica en mezcla con fertilizantes químicos, para que sirva de búfer y evitar lixiviación de abonos químicos.

La aplicación de la mezcla fertilizante realizar como abono de fondo al momento del surcado en la proporción 35% N, 100% P, 100% K, 100 %Ca (en materia orgánica) 100% S, 100% Mg.

## 2.2 EL NITROGENO EN LA PLANTA

### 2.2.1 Asimilación del nitrógeno en plantas

Pereyra, (2001), nos manifiesta que las plantas superiores son organismos autotróficos que pueden sintetizar sus componentes moleculares orgánicos a partir de nutrientes inorgánicos obtenidos del medio ambiente. Para muchos nutrientes minerales, este proceso involucra la absorción por las raíces desde el suelo y la incorporación en compuestos orgánicos que son esenciales para el crecimiento y desarrollo. Esta incorporación de nutrientes minerales en sustancias orgánicas tales como pigmentos, enzimas, cofactores, lípidos, ácidos nucleicos o aminoácidos se denomina asimilación de nutrientes.

La asimilación del nitrógeno requiere una serie compleja de reacciones bioquímicas con un alto costo energético. En la asimilación del nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), el nitrógeno del  $\text{NO}_3^-$  es convertido en una forma de energía superior, nitrito, ( $\text{NO}_2^-$ ), luego en una mayor forma de energía, amonio, ( $\text{NH}_4^+$ ) y finalmente en nitrógeno amídico en la glutamina. Este proceso consume 12 equivalentes de ATPs por molécula de nitrógeno. Por otra parte, las leguminosas que presentan una forma simbiótica con bacterias que transforman el nitrógeno atmosférico ( $\text{N}_2$ ) en amonio; proceso denominado, fijación biológica del nitrógeno junto con la subsecuente asimilación del amonio en los aminoácidos, consume 16 ATPs por nitrógeno. La mayoría de los compuestos presentes en las células vegetales contienen nitrógeno, tales como: aminoácidos, nucleósidos fosfatos, componentes de fosfolípidos, clorofila. Solamente el oxígeno, carbono, y el hidrógeno son elementos más abundantes en las plantas que el nitrógeno. La mayoría de los ecosistemas naturales y agrícolas, al ser fertilizados con nitrógeno inorgánico, muestran importantes incrementos en la productividad, poniendo en evidencia la importancia de este elemento. (Pereyra, 2001)

### 2.2.2 Función del nitrógeno (N) en las plantas

CARE, (2012), nos dice que el nitrógeno es el motor del crecimiento de la planta; suple de 1 a 4 por ciento del extracto seco de la planta; es absorbido del suelo bajo forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas.

El movimiento hacia la panoja es más intenso a partir de los 100 días desde las hojas, y a partir de los 112 días desde el tallo; estabilizándose este movimiento a partir de los 135 días.

González et al (2015), afirma que los antecedentes demuestran que la fertilización nitrogenada ha sido poco abordada en quinua a pesar que existen datos que demuestran que esta especie responde favorablemente, en términos de rendimiento granario y eficiencia del uso del N, a la aplicación de nitrógeno (Erley et al. 2005, Basra et al, 2014, entre otros). Otros autores demostraron también que la aplicación de nitrógeno afecta favorablemente los contenidos de proteínas y aminoácidos en quinua y amaranto (Sa-Nguansak et al, 2008).

### 2.2.2 El nitrógeno en el cultivo de quinua

Según FAO y UNALM, (2016), el nitrógeno es un elemento importante para la quinua, y es uno de los que a menudo limita los rendimientos. El nitrógeno incrementa el crecimiento vegetativo y la capacidad fotosintética de la planta; es decir, determina el número de hojas, el número de semillas por inflorescencia y por lo tanto determina el potencial de rendimiento. Una importante cantidad del nitrógeno absorbido por la planta llega a los granos a la madurez y contribuye a la cantidad de proteína.

El suelo contiene nitrógeno en diversas formas. En el suelo sucede una serie de reacciones químicas para cambiar estas diversas formas al tipo de nitrógeno que es tomada por las plantas y es la forma Nitrato ( $\text{NO}_3$ ). El síntoma más común para reconocer la deficiencia de nitrógeno es el

color verde pálido o amarillo de las hojas. Adicionalmente la inflorescencia es pequeña y el contenido de proteína del grano disminuye y algunos granos no alcanzan su tamaño normal.

Se puede mejorar la disponibilidad de nitrógeno para la quinua a través de:

1. Rotación: a) Rotar con leguminosas como frijol, habas, arvejas bien establecidas y con alta nodulación que asegura disponibilidad de nitrógeno que puede ser empleado por la quinua. b) Después de papas conducidas con alta fertilización; los remanentes pueden ser empleados por la quinua.

2. Abono verde: sembrar cultivos, para producir abono verde, que incrementan el contenido de materia orgánica o nitrógeno en la capa superficial y ayudan a retener mejor la humedad del suelo. En ambos casos, este nitrógeno adicional beneficiará el cultivo de quinua y se podría reducir la cantidad de fertilizantes a aplicar, disminuyendo los costos de producción y la contaminación ambiental. Generalmente, la aplicación directa del nitrógeno al suelo se realiza en dos etapas y en suelos arenosos se recomienda aplicarlo en tres partes.

## 2.3 TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS

### **A. En la tesis titulada Efecto De La Densidad De Siembra Sobre Variables Morfológicas Y Rendimiento Granario En *Chenopodium Quinoa Willd* Var. Cica Cultivadas En Amaicha Del Valle (Tucumán – Argentina) realizada por González et. al. (2015)**

Trabajaron bajo dos métodos utilizados para la siembra; éstos fueron aquellos denominados por golpes y a chorrillo. El primero fue realizado a mano (“CICA siembra por golpes”, Cgo o “CICA separada”) y otro con maquina sembradora (“CICA siembra a chorrillo”, Cch o “CICA junta”). Con éstos se lograron densidades de plantas diferentes: 4,2 y 27,9 plantas/metro lineal respectivamente. Tanto la altura de las plantas, diámetro de tallo, área foliar específica (AFE), nitrógeno y fósforo foliar y el rendimiento en granos (kg/ha) fue mayor en el primer tratamiento. El análisis de las clases diamétricas de los granos obtenidos reveló que ambos tratamientos producen casi un 65 % de granos cuyo diámetro es  $\geq 1,41$  mm. Sin embargo, en el tratamiento

“CGo” produce casi el doble de granos cuyo diámetro es  $\geq$  a 1,68 mm. Este último dato es importante pues los granos con mayor diámetro tienen mayor aceptación y precio en los mercados. En general, el rendimiento en granos fue de 5.389 kg/ha y 3.049 kg/ha para los tratamientos “CGo” y “CCh”, respectivamente. Estos valores se hallan incrementados con respecto a aquellos que se obtienen en las zonas andinas y muy próximas a los que se informan para otras condiciones ambientales, como por ejemplo en Europa.

**B. En el trabajo denominado Efecto de la fertilización nitrogenada orgánica sobre el crecimiento y parámetros fotosintéticos en dos variedades de quinua cultivadas en Amaicha del Valle (Tucumán, Argentina) realizado por González et. al.(2015).**

En este estudio, se evaluó el comportamiento de dos variedades (CICA y Baer Regalona) frente a la fertilización con estiércol caprino. Se realizaron dos tratamientos: 28 kg N ha<sup>-1</sup> y 56 kg N ha<sup>-1</sup> y un control. Se aplicó riego por goteo a fin de prevenir el estrés hídrico. La altura de planta, diámetro de tallo y asimilación fotosintética máxima, se incrementan significativamente con el agregado de estiércol. En CICA la Amax aumenta 16% y 37 % y en Baer Regalona 16 y 44 % con respecto al control, al usar 28 kg N ha<sup>-1</sup> y 56 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Los valores de eficiencia intrínseca del uso del agua y capacidad de carboxilación, también mostraron incrementos de significación. El efecto del N es mayor en la dosis de 56 kg N ha<sup>-1</sup> que en la de 28 kg N ha<sup>-1</sup>. Los resultados de este trabajo permiten avizorar un futuro promisorio para el cultivo de la quinua en Amaicha del Valle, mediante el uso de un recurso económico y abundante en esta zona como es el estiércol de cabra.

**C. En la investigación denominada, Rendimiento y acumulación de nitrógeno en la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) producido con estiércol y riego suplementario por Miranda et.al. (2009) menciona lo siguiente.**

El objetivo de ese presente trabajo fue determinar el rendimiento de la quinua y la extracción de nitrógeno en el grano y la planta, sometido a diferentes niveles de abono orgánico. El estudio fue llevado a cabo en las comunidades de Irpani y Callapa del Altiplano Sur y Central de Bolivia,

durante la gestión 2007-2008 y 2008-2009. Se realizaron dos experimentos: en Irpani, el diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con niveles de 0, 4, 8 y 12 ton ha<sup>-1</sup> de estiércol y en condición de riego suplementario durante la floración y grano lechoso. En Callapa se utilizó un diseño de bloques al azar con dosis de 0, 15 y 30 ton ha<sup>-1</sup> de estiércol aplicado. La quinua mostró adecuada respuesta a la dosis de estiércol y a la aplicación de agua, pese a ello, factores climáticos, como la ocurrencia de heladas determinan su productividad. El contenido de nitrógeno en el grano tuvo una alta correlación con el rendimiento de grano, tanto para el Altiplano Sur y Central.

Concluyen que la extracción y acumulación de nitrógeno por el cultivo de la quinua se encuentran relacionadas con el rendimiento de grano y materia seca.

**D. En la investigación titulada, Características Del Almidón Y Contenido De Proteína de Quinoa (*Chenopodium quinoa W.*) cultivada bajo diferentes niveles de Nitrógeno en Chillan, realizada por Hevia et.al (2000), menciona lo siguiente.**

Se evaluó el efecto de la fertilización nitrogenada sobre algunas propiedades físico- químicas y térmicas del almidón, contenido de proteína y rendimiento de proteína ha<sup>-1</sup> de los genotipos de quinua Faro y UDEC10. Se aplicó salitre sódico en dosis de 0; 75; 150 y 225 kg N ha<sup>-1</sup>. El contenido promedio de proteína varió entre un 13,5 a 15,0%. Sólo fue superior con la aplicación de 225 kg N ha<sup>-1</sup>. El rendimiento promedio de proteína aumentó desde 134 a 408 kg ha<sup>-1</sup>. El grado de gelatinización, el índice de absorción de agua y el poder de hinchamiento no fueron afectados por la fertilización.

En base a los resultados obtenidos se pudo concluir que la dosis de fertilizante nitrogenado no afectó el índice de absorción de agua, el poder de hinchamiento ni el grado de gelatinización. Pero sí influyó sobre el índice de solubilidad en agua, la entalpia de gelatinización, el contenido de proteína y el rendimiento de proteína por hectárea.

**E. En la investigación denominada Densidad de Población Y Fertilización Nitrogenada en la Producción de Semilla Híbrida de Maíz, realizada por Cervantes et.al (2013), mencionan lo siguiente.**

El estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la densidad de población y la fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad de semilla híbrida de maíz. El experimento se realizó en el Instituto de Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental Bajío (INIFAP-CEBAJ), en el ciclo P-V 2009. En la cruza CML 142 x CML 176, progenitor femenino del híbrido H-374C, se evaluaron tres densidades de población (60, 75 y 90 mil plantas/ha) y tres niveles de nitrógeno (150, 250 y 350 kg/ ha). En la línea CML 176, progenitor femenino del híbrido H-469C, se evaluaron los niveles de población de 60, 80 y 100 mil plantas/ha y los mismos niveles de nitrógeno que en el híbrido anterior. Se midieron caracteres agronómicos, rendimiento, sus componentes y la calidad física y fisiológica de semilla. En la cruza CML 142 x CML 176, el nitrógeno no tuvo efecto significativo en los caracteres evaluados. La densidad de población afectó estadísticamente el rendimiento, la floración y el índice de prolificidad. En la línea CML 176, la densidad de población afectó significativamente el rendimiento, la floración y el índice de prolificidad, asimismo, modificó el diámetro y longitud de mazorca y el número de semillas por hilera. También los porcentajes de semilla útil, bola grande y el desecho, fueron modificados por este factor. El nitrógeno presentó diferencias estadísticas para el número de mazorcas por planta, el diámetro y la longitud. El peso de mil semillas, el peso volumétrico y el vigor a través de la prueba de envejecimiento acelerado no se modificaron por el efecto de los tratamientos en los dos genotipos evaluados.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL

La presente investigación se desarrolló en el Asentamiento II Parcela Chica B-27, ubicado en la Irrigación San Isidro, Distrito de La Joya, Arequipa.

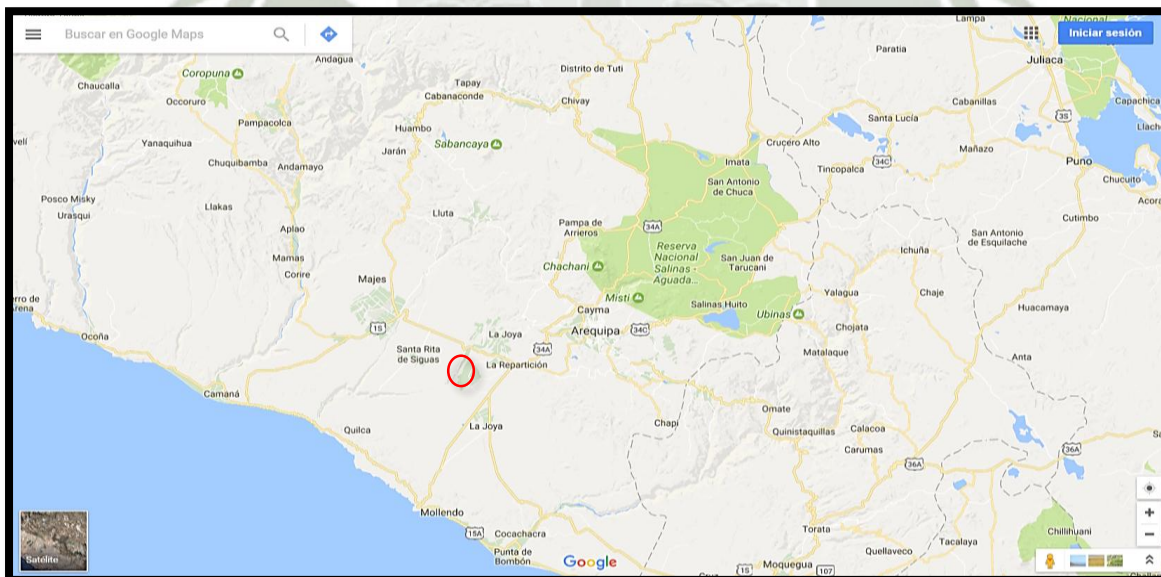
##### A. UBICACIÓN POLITICA

- Región: Arequipa
- Provincia: Arequipa
- Distrito: La Joya

##### B. UBICACIÓN GEOGRAFICA

- Altitud: 1617 msnm
- Latitud: 16°25'26" Sur.
- Longitud: 71°49'14" Oeste.
- Superficie: 670.22 Km<sup>2</sup>

**Figura 6. Ubicación de la Irrigación San Isidro, Distrito de La Joya.**



**Figura 7. Ubicación del campo experimental.**



### **3.2 FECHA DE INICIO Y TÉRMINO DE LA INVESTIGACION**

La instalación del experimento de investigación, se inició el 01 de Junio del 2016 y culmino el 04 de Octubre del 2016.

### **3.3 HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

El campo experimental donde se instaló el estudio, es un terreno que estuvo cultivado con maíz forrajero, alfalfa durante un periodo de 3 años, luego cultivado de papa como cultivo antecesor al cultivo de quinua.

### **3.4 CLIMATOLOGIA DE LA ZONA**

#### **3.4.1 Clima**

Posee clima extremadamente árido, semi cálido, siendo suelos de origen aluvial-coluvial. Fisiográficamente conformada por llanuras, colinas de relieve ondulado, por laderas de escasa pendiente; presenta muy buenas condiciones para la explotación agrícola donde las precipitaciones son muy escasas. Debido a la influencia de la corriente fría, la precipitación que se presenta en la costa es virtualmente nula, y cuando ocurre es esporádica. Casi hasta la altitud 1,500 msnm no ocurre precipitación efectiva, como lo prueban los registros de las estaciones Vítor, La Joya. (ANA, 2011)

#### **3.4.2 Humedad relativa**

La humedad relativa tiende en líneas generales a ser mayor en las estaciones de menor altitud. Igualmente, las fluctuaciones estacionales tienden a ser mayores en las estaciones de mayor altitud. En las estaciones de La Joya, los mayores valores se presentan entre enero y abril, y los menores entre julio y setiembre, con un rango de 25 % y 18% respectivamente. (ANA, 2011)

#### **3.4.3 Temperaturas**

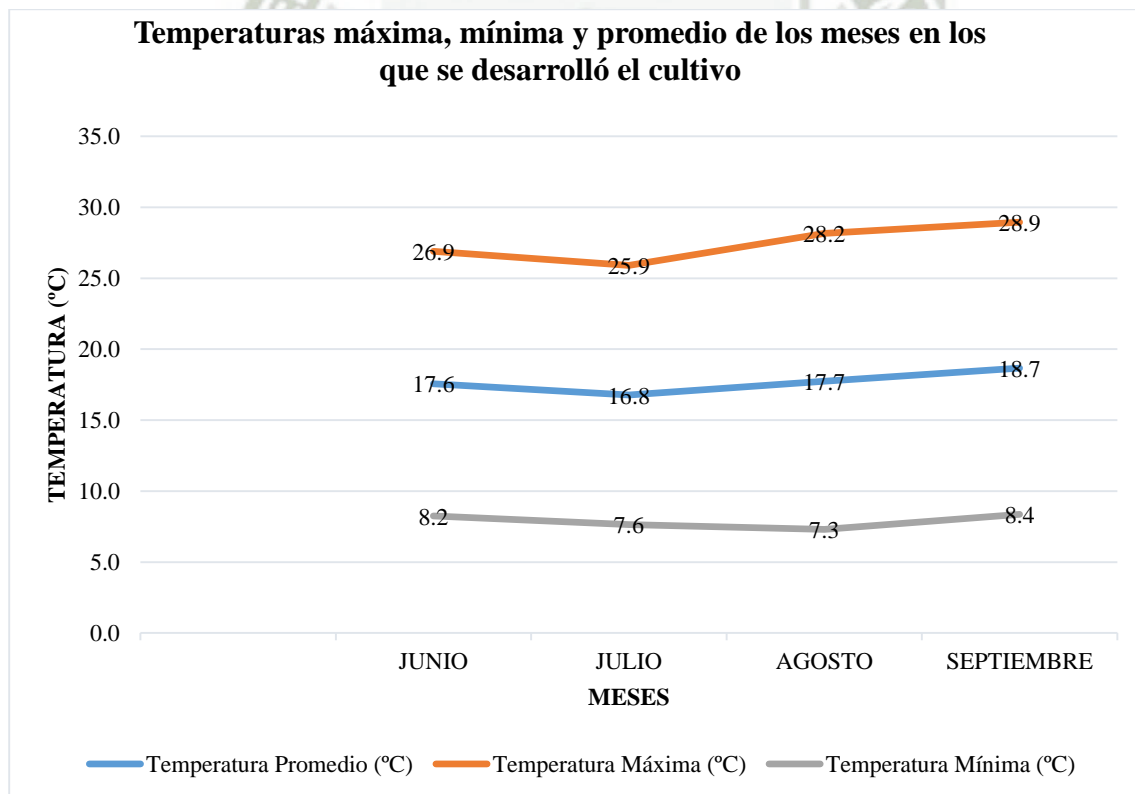
En La Joya la temperatura media anual es de 18.4 °C, con una máxima mensual de 20.5 °C en febrero y una mínima de 16.7 °C en julio, registrándose una pequeña variación media de solo 3.8 °C durante el año. Las condiciones climáticas de esta zona, por sus características de uniformidad a lo largo del año, le brindan ventajas naturales extraordinarias para la producción de una amplia variedad de cultivos que se pueden sembrar en cualquier época del año; esto último favorece la comercialización en los mercados internos e internacionales. En cuanto a las temperaturas extremas, la variación durante el día es menor en altitudes bajas, siendo la diferencia entre máximas y mínimas diarias de 14 °C aproximadamente en Arequipa. (ANA, 2011)

Para el tiempo durante el cual se realizó la investigación, tenemos las siguientes temperaturas:

**Cuadro 6. Temperatura máxima, mínima y promedio de los meses en los que se desarrolló el cultivo.**

| Mes               | Temperatura Promedio (°C) | Temperatura Máxima (°C) | Temperatura Mínima (°C) |
|-------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>JUNIO</b>      | 17.6                      | 26.9                    | 8.2                     |
| <b>JULIO</b>      | 16.8                      | 25.9                    | 7.6                     |
| <b>AGOSTO</b>     | 17.7                      | 28.2                    | 7.3                     |
| <b>SEPTIEMBRE</b> | 18.7                      | 28.9                    | 8.4                     |

**Grafico 1. Temperatura máxima, mínima y promedio de los meses en los que se desarrolló el cultivo.**



#### **3.4.4 Horas de sol**

En las pampas de La Joya la insolación es elevada y está uniformemente distribuida durante el año. La cantidad de horas anuales de sol es de 3,285 y, con promedios diarios de 9.0 y 9.2 horas. Al igual que la temperatura, se muestra evidente que, en general, a una mayor altitud le corresponde una menor cantidad de horas de sol anuales. (ANA, 2011)

#### **3.5 RECURSO AGUA**

El agua que se utilizó en el estudio tiene un pH de 7.92, la C.E. de 0.76 mS/m., con una Dureza Total de 227.00 mg/lit, la RAS (Relación de adsorción de sodio) 2.10. En cuanto al RAS presenta un nivel bajo y según la Clasificación del Laboratorio de Salinidad de Riverside, es un agua C2S1, lo que indica que es un agua con salinidad media y con contenido bajo de sodio, apta para todo tipo de riegos. (Anexo N° 22)

#### **3.6 RECURSO SUELO**

Los suelos agrícolas se encuentran ubicados en el área plana de la llanura aluvial. Tiene un relieve topográfico que va de ondulado a plano, con pendiente en dirección este-oeste de (2-4 %). El contenido de materia orgánica es bajo. El origen de los suelos es aluvial, cuya textura es arena franca y franco arenoso. Estructura suelta, de permeabilidad moderada a rápida. Presenta condiciones climatológicas favorables, de productividad media a alta y aptos para el desarrollo de diversos cultivos.

Los análisis de suelo se observa que son suelos de textura arenoso, con 37 % de saturación, 0,15 % de Carbonato de Calcio, C.E. 0.17 dS/m., con un pH 6.95, con 34.05 ppm de Fosforo, la Materia orgánica es deficiente con 1.07 %, con un total de nitrógeno de 0,05 %, con potasio disponible de 332.47 ppm. (Anexo N° 21)

## 3.7 MATERIALES Y METODOS

### 3.7.1 Materiales empleados

#### a) Materiales de campo

- Balanza
- Baldes
- Carteles
- Estacas
- Fertilizantes
- Lampas
- Aporcadora
- Mochila asperjadora
- Cinta métrica

#### b) Materiales de Laboratorio

- Balanza Digital
- Cámara Digital
- Tamices de granulometría
- Agitador para tamices

#### c) Material biológico

- Semilla de quinua Variedad INIA Salcedo proveniente de la región Puno.

#### d) Material de Escritorio

- Lapiceros
- Computadora
- Hojas de papel Bond.

- Reglas.
- Calculadora.
- Programa Computacional.
- Libreta de Campo.

### 3.7.2 Metodología seguida

#### 3.7.2.1 Preparación del terreno

En el proceso de preparación del terreno se debe acondicionar el suelo para recibir a la semilla; en el caso de esta investigación se hizo de forma mecánica.

Se realizaron cuatro riegos previos para lograr que las malezas emerjan, después se aplicó estiércol de ganado vacuno, a razón de 20 ton/Ha en todo el campo de forma homogénea. Posteriormente se procedió a la roturación de suelo, utilizando arados de polidisco, luego se utilizó rígidos con riel para nivelar el terreno, para posteriormente surcar el terreno a una distancia de 0.9 metros.



**Fotografía 1. Preparación del terreno para la investigación en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

### 3.7.2.2 Marcado del campo

El marcado para cada unidad experimental se realizó utilizando cinta métrica, realizándose los trazos y medidas establecidas de acuerdo al diseño experimental utilizado. Se instaló por último los carteles en la cabecera de cada surco, así como el cartel por bloque y el cartel general con el título de la investigación.



**Fotografía 2. Marcado del campo para la investigación en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

### 3.7.2.3 Siembra

Se sembró una cantidad aproximada de 8 semillas por golpe, distanciados éstos a una distancia de 20 cm. Previamente se incorporó al fondo del surco el fertilizante de fondo. Se sembró la semilla y se procedió a tapanlo. La siembra se realizó el 01/06/2016, donde se utilizó alrededor de 0.5 kg de semilla para todo el campo.



**Fotografía 3. Siembra de la semilla para la investigación en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

#### **3.7.2.4 Desaije**

Se hizo a los 25 días después de la siembra; de acuerdo a la densidad de cada tratamiento.



**Fotografía 4. Desahije en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

### 3.7.2.5 Aporque

Se realizó a los 35 días después de la siembra; de tal forma que se aprovecha en el control de malezas y a la vez la incorporación de los fertilizantes. Además de ello se hizo dos aporques posteriores con el fin de ahorrar mano de obra en el desmalezado.



**Fotografía 5. Aporque de plantas en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

### 3.7.2.6 Control de malezas

Las malezas son enemigos de los cultivos, que compiten por la luz, agua y nutrientes, asimismo son hospederas de plagas y enfermedades afectando al cultivo, razón por la cual fue necesario desmalezar el campo utilizándose el control cultural. El control cultural se efectuó una vez antes del primer aporque y después se realizaron tres deshierbos manuales.



**Fotografía 6. Control de malezas en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

### 3.7.2.7 Fertilización

Elaboramos el plan de fertilización con tres fertilizaciones, siendo una de fondo y dos, en tiempo posterior a la siembra, tal como vemos en el siguiente cuadro.

**Cuadro 7. Plan de fertilización en el cultivo de quinua.**

| Elemento  | Épocas de aplicación |  |  |
|-----------|----------------------|--|--|
|           | Presiembra           | Primera fertilización complementaria (25dds) | Segunda fertilización complementaria (75dds) |
| Nitrógeno | ---                  | 60 %   | 40 %   |
| Fosforo   | 100 %                | ---  | ---  |
| Potasio   | 50 %                 | 25 %   | 25 %   |
| Calcio    | ---                  | 100 %  |  |
| Magnesio  | ---                  | 100 %  |  |

**Cuadro 8. Formulación en la fertilización en el cultivo de quinua para 1 Ha.**

| Elemento  | Unidades | Fuente              | Formulación de la fuente                          | No de sacos por Ha. | Costo por saco S/. | Costo total por elemento S/. |
|-----------|----------|---------------------|---|---------------------|--------------------|------------------------------|
| Nitrógeno | 250 (F1) | Nitrato de amonio   | (N) = 33<br>(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) = 3  | 10                  | 56.00              | F1 = 560                     |
|           | 200 (F2) |                     |   | 7                   | 56.00              | F2 = 392                     |
|           | 150 (F3) |                     |   | 4                   | 56.00              | F3 = 224                     |
| Fosforo   | 150      | Fosfato Di Amonico  | (N) = 18<br>(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) = 46 | 7                   | 80.00              | 560                          |
| Potasio   | 180      | Sulfato de potasio  | (K <sub>2</sub> O) = 50<br>(S) = 18               | 7                   | 145.00             | 1015                         |
| Calcio    | 60       | Nitrato de calcio   | (N) = 15.5<br>(CaO) = 26                          | 9 (25 kg)           | 55.00              | 495                          |
| Magnesio  | 20       | Sulfato de magnesio | (MgO) = 16<br>(S) = 13                            | 5 (25 kg)           | 28.00              | 140                          |



**Fotografía 7. Fertilización de fondo en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

**Cuadro 9. Costo por plan de formulación en la fertilización de los tratamientos.**

| TRATAMIENTO | CODIGO | COSTO S/. |
|-------------|--------|-----------|
| T1          | D1 F1  | 2770.00   |
| T2          | D2 F1  | 2770.00   |
| T3          | D3 F1  | 2770.00   |
| T4          | D1 F2  | 2602.00   |
| T5          | D2 F2  | 2602.00   |
| T6          | D3 F2  | 2602.00   |
| T7          | D1 F3  | 2434.00   |
| T8          | D2 F3  | 2434.00   |
| T9          | D3 F3  | 2434.00   |

### 3.7.2.8 Riego

El primer riego se realizó a los 5 días después de la siembra, con un riego ligero para evitar la compactación del terreno y arrastre de semilla, después se realizó cada 4 días y medio según la “mita” hasta el final del periodo del cultivo en el campo.



**Fotografía 8. Riego del campo de cultivo en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

### 3.7.2.9 Control fitosanitario

Se aplicó control químico en la etapa inicial para el control de gusano de tierra (*Agrotis ípsilon*), y posteriormente para el control de comedor de hojas (*Spodoptera eridania*) en lo que respecta al control de plagas. Para el control fúngico de *Peronospora variabilis* también se aplicó un control químico en todo el campo experimental.

### 3.7.2.10 Cosecha

Se realizó el 4 de octubre 2016, observándose que las plantas en el campo alcanzaron su madurez fisiológica para la cosecha. Se cosechó de manera ordenada los tratamientos y bloques, evitando la mezcla de éstos y alterar los resultados. Se dejó secar 10 días las panojas en campo, para posteriormente realizar el trillado y venteado del grano.



**Fotografía 9.** Siega de las plantas de quinua en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”



**Fotografía 10. Trilla de las panojas de las plantas de quinua en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**



**Fotografía 11. Venteado de granos en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

### 3.8 COMPONENTES EN ESTUDIO

- Semilla de quinua var. INIA Salcedo
- Densidad de siembra
- Formulación nitrogenada

### 3.9 DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente trabajo de investigación se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con arreglo factorial de 3x3 con dos factores: Factor 1 (D) Densidad de siembra y Factor 2 (F) Niveles de fertilización nitrogenada.

Cada factor tuvo tres niveles:

#### **Niveles del factor densidad (D):**

D1: 1 planta por golpe: 62 500 plantas por hectárea

D2: 2 plantas por golpe: 125 000 plantas por hectárea

D3: 3 plantas por golpe: 187 500 plantas por hectárea

#### **Nivel del factor de fertilización nitrogenada (F):**

F1: 250 uds. N por hectárea

F2: 200 uds. N por hectárea

F3: 150 uds. N por hectárea

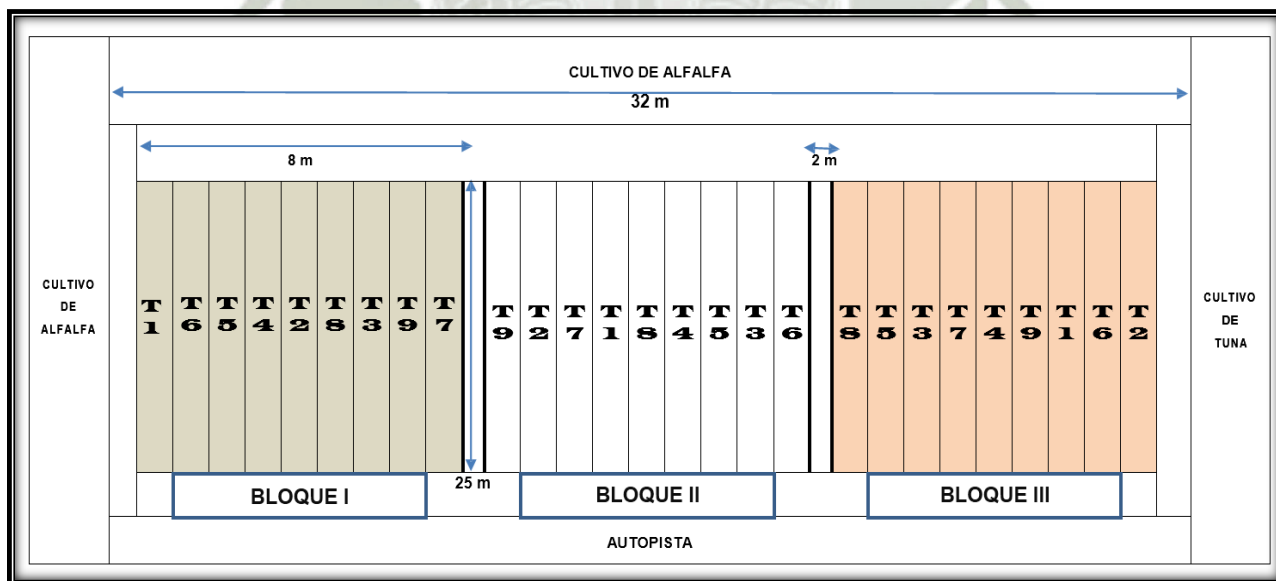
La combinación de los niveles de cada factor nos formaron los tratamientos, que en el caso de la presente investigación fueron 9. Estos tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente en tres bloques, lo que resulto en 27 unidades experimentales.

**Cuadro 10. Tratamientos.**

| FACTOR:<br>DENSIDAD DE<br>SIEMBRA | FACTOR:<br>NIVELES DE<br>FERTILIZACION<br>NITROGENADA | CONBINACION | TRATAMIENTOS |
|-----------------------------------|---|-------------|--------------|
| D1                                | F1  | D1 F1       | T1           |
| D2                                |   | D2 F1       | T2           |
| D3                                |   | D3 F1       | T3           |
| D1                                | F2  | D1 F2       | T4           |
| D2                                |   | D2 F2       | T5           |
| D3                                |   | D3 F2       | T6           |
| D1                                | F3  | D1 F3       | T7           |
| D2                                |   | D2 F3       | T8           |
| D3                                |   | D3 F3       | T9           |

### 3.10 CROQUIS EXPERIMENTAL

**Figura 8. Croquis de la investigación en el campo experimental.**



## CARACTERISTICAS DEL CAMPO

- Superficie total del diseño: 1024 m<sup>2</sup>
- Superficie total por bloque: 200 m<sup>2</sup>
- Número de parcelas por bloque: 9
- Separación entre bloques: 2 m
- Longitud de cada unidad experimental: 25 m

TIPO DE RIEGO: El riego del campo experimental es de riego por gravedad.

### 3.11 EVALUACIONES REALIZADAS

#### 3.11.1 Porcentaje de emergencia

Las evaluaciones se realizaron a los 7 y 15 días después de la siembra considerando una planta emergida cuando se aprecia en cada golpe sembrado el ápice del tallo fuera de la superficie del suelo. Se evaluó la emergencia de toda la unidad experimental, considerando que en cada una de éstas se había sembrado 125 golpes en el área útil (AU) de cada tratamiento. Luego se calculó el porcentaje de emergencia por tratamiento mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Emergencia} = (\text{Número de golpes con plantas emergidas} * 100) / 125$$



**Fotografía 12. Evaluación del porcentaje de emergencia en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

### 3.11.2 Altura de planta

Esta evaluación se registró en m tomándose lectura de plantas escogidas por el método estratificado por cada unidad experimental, sacando posteriormente un promedio de altura por unidad experimental. Las mediciones se tomaran desde el cuello de la planta hasta el ápice de la hoja más alta. Las evaluaciones fueron a los 20, 45, 75 y 120 días después de la siembra.



**Fotografía 13. Evaluación de la altura de planta en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

### 3.11.3 Longitud de panoja

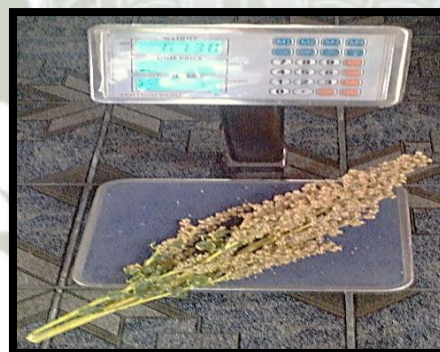
La longitud de la panoja, fue evaluada momento antes de la cosecha, donde se evaluó cinco muestras con el método estratificado, siendo la unidad de medida el metro.



**Fotografía 14. Evaluación de la longitud de panoja en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

#### **3.11.4 Peso de cada panoja**

Se realizó el pesaje de las panojas en cada unidad experimental, siendo éstas extraídas de las mismas plantas donde se tomó el dato de longitud de panoja en el momento de la anterior a la cosecha. Esta evaluación se realizó pasado el tiempo de secado de las panojas en campo.



**Fotografía 15. Evaluación del peso de panoja en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

### 3.11.5 Peso de granos por panoja

Se realizó momento después del peso de panoja, extrayendo los granos por cada muestra, siendo las mismas que se utilizó para las dos evaluaciones anteriores, sin mezclar los granos extraídos de cada panoja para pesarlos en una balanza digital.



**Fotografía 16. Desgranado de la panoja para la evaluación del peso de granos por panoja en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

### 3.11.6 Rendimiento de grano seco por hectárea

La evaluación se realizó pesando el total de granos cosechados totalmente limpios de impurezas, a través del venteado del grano. Para obtener los resultados pesamos el rendimiento por surco, es decir, por cada unidad experimental; teniendo que separar en cubetas la cosecha para no mezclar el grano y evitar alterar los resultados. Posteriormente se obtuvo la proporción de cada unidad experimental para una hectárea de superficie; unidad de mayor uso para la muestra de resultados en el ámbito agrícola.



**Fotografía 17. Rendimiento de grano seco por unidad experimental en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

### **3.11.7 Diámetro de grano cosechado**

Esta evaluación fue realizada posterior a la evaluación de rendimiento, donde se extrajo un kilogramo de muestra del total de rendimiento por surco, para posteriormente llevarlo a los tamices y evaluar el peso expresado en porcentaje de cada diámetro de grano dentro de la muestra. Los tamices utilizados son de una granulometría de 2 mm, 1.18 mm y 850 M.



**Fotografía 18. Evaluación de granulometría de grano por tamices en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

### 3.11.8 Análisis económico

Ingreso o Beneficio Bruto. El beneficio Bruto es el resultado de los rendimientos promedios ajustados por el precio del cultivo que tiene en el mercado.

**Ingreso o Beneficio Bruto.** El beneficio Bruto es el resultado de los rendimientos promedios ajustados por el precio del cultivo que tiene en el mercado.

$$BB = R * P$$

Dónde:

BB = Beneficio Bruto

R = Rendimiento (Kg/ha)

P = Precio (Bs/kg)

**Beneficio Neto.** La estimación de los Beneficios Netos se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$BN = BB - CT$$

Dónde:

BN = Beneficio Neto

BB = Beneficio Bruto (S/.ha)

CT = Costo total (S/.ha)

**Tasa de Retorno Marginal.** La Tasa de Retorno Marginal se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$TRM = BM / CM * 100\%$$

Dónde:

TRM = Tasa de Retorno Marginal

BM = Beneficio Marginal o Ingreso Bruto (beneficio superior próximo inferior) (S/.ha)

CM = Costo Marginal o Producción (S/.ha)

**Ingreso neto del cultivo**

$$IN = IB - CP$$

Dónde:

IB= Ingreso Bruto

CP=Costo de producción

**Relación beneficio/costo**

$$B/C = IB / CP$$

Dónde:

B=Beneficio

C=Costo

**3.12 PROCESAMIENTO DE DATOS**

El Análisis de Varianza (ANVA) se efectuó tomando como base los resultados obtenidos del porcentaje de emergencia a los 7 y 15 días de la siembra (dds.), altura de plantas a los 20, 45, 75 y 120 dds., longitud de panoja, peso de panoja, peso de granos por panoja, rendimiento por hectárea y diámetro, todos éstos después a la cosecha; además del análisis económico.

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en las diferentes evaluaciones, se analizarán mediante el programa Software SAS. El análisis de varianza será usado para probar las diferencias estadísticas en las distintas evaluaciones. Las muestras serán analizadas por la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5 %.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 PORCENTAJE DE EMERGENCIA EN EL CULTIVO DE QUINUA

##### 4.1.1 Porcentaje de emergencia en el cultivo de quinua a 7 dds

En el cuadro 11 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de emergencia a los 7 días después de la siembra (dds.) donde puede observarse que existe diferencia significativa entre bloques, para un nivel de significancia del 5 por ciento, con un CV de 1.25 %.

**Cuadro 11. Análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de emergencia a los 7 días después de la siembra (dds.) en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.**

| F.V               | G.L | S.C    | C.M   | F.C  | F.T  | PR > F | SIG. |
|-------------------|-----|--------|-------|------|------|--------|------|
| <b>BLOQUE</b>     | 2   | 12.279 | 6.139 | 4.58 | 3.63 | 0.0267 | *    |
| <b>D</b>          | 2   | 5.736  | 2.868 | 2.14 | 3.63 | 0.1499 | N.S  |
| <b>F</b>          | 2   | 2.323  | 1.161 | 0.87 | 3.63 | 0.4389 | N.S  |
| <b>D*F</b>        | 4   | 3.366  | 0.841 | 0.63 | 3.01 | 0.6493 | N.S  |
| <b>ERROR EXP.</b> | 16  | 21.428 | 1.339 |      |      |        |      |
| <b>TOTAL</b>      | 26  | 45.132 |       |      |      |        |      |

$$C.V. = 1.25 \% \text{ y } r^2 = 0.53$$

#### 4.1.2 Porcentaje de emergencia en el cultivo de quinua a 15 dds

En el cuadro 12 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de emergencia a los 15 días después de la siembra (dds.) donde puede observarse que no existe diferencias significativas entre tratamientos, para un nivel de significancia del 5 por ciento, con un CV de 1.19 %.

**Cuadro 12. Análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de emergencia a los 15 días después de la siembra (dds.) en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.**

| F.V               | G.L | S.C    | C.M   | F.C  | F.T  | PR > F | SIG. |
|-------------------|-----|--------|-------|------|------|--------|------|
| <b>BLOQUE</b>     | 2   | 0.616  | 0.308 | 0.23 | 3.63 | 0.7982 | N.S  |
| <b>D</b>          | 2   | 7.159  | 3.579 | 2.65 | 3.63 | 0.1010 | N.S  |
| <b>F</b>          | 2   | 0.616  | 0.308 | 0.23 | 3.63 | 0.7982 | N.S  |
| <b>D*F</b>        | 4   | 7.490  | 1.873 | 1.39 | 3.01 | 0.2821 | N.S  |
| <b>ERROR EXP.</b> | 16  | 21.570 | 1.348 |      |      |        |      |
| <b>TOTAL</b>      | 26  | 37.452 |       |      |      |        |      |

$$C.V. = 1.19 \% \text{ y } r^2 = 0.42$$

## 4.2 ALTURA DE PLANTA

### 4.2.1 Altura de planta en el cultivo de quinua a los 20 dds

En el cuadro 13 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta a los 20 días después de la siembra (dds.) donde puede observarse que existe diferencias significativas entre bloques, para un nivel de significancia del 5 por ciento, con un CV de 9.82 %.

**Cuadro 13. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta a los 20 días después de la siembra (dds.) en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.**

| F.V               | G.L | S.C    | C.M    | F.C  | F.T  | PR > F | SIG. |
|-------------------|-----|--------|--------|------|------|--------|------|
| <b>BLOQUE</b>     | 2   | 0.0036 | 0.0018 | 8.10 | 3.63 | 0.0037 | *    |
| <b>D</b>          | 2   | 0.0004 | 0.0002 | 0.94 | 3.63 | 0.4097 | N.S  |
| <b>F</b>          | 2   | 0.0015 | 0.0007 | 3.33 | 3.63 | 0.0618 | N.S  |
| <b>D*F</b>        | 4   | 0.0010 | 0.0002 | 1.07 | 3.01 | 0.4043 | N.S  |
| <b>ERROR EXP.</b> | 16  | 0.0036 | 0.0002 |      |      |        |      |
| <b>TOTAL</b>      | 26  | 0.0100 |        |      |      |        |      |

$$C.V. = 9.82 \% \text{ y } r^2 = 0.64$$

#### 4.2.2 Altura de planta en el cultivo de quinua a los 45 dds

En el cuadro 14 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta a los 45 días después de la siembra (dds.) donde puede observarse que existe diferencias significativas entre tratamientos de niveles de fertilización, para un nivel de significancia del 5 por ciento, con un CV de 4.06 %.

**Cuadro 14. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta a los días 45 después de la siembra (dds.) en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.**

| F.V               | G.L | S.C    | C.M    | F.C   | F.T  | PR > F | SIG. |
|-------------------|-----|--------|--------|-------|------|--------|------|
| <b>BLOQUE</b>     | 2   | 0.0013 | 0.0006 | 2.37  | 3.63 | 0.1252 | N.S  |
| <b>D</b>          | 2   | 0.0002 | 0.0001 | 0.34  | 3.63 | 0.7175 | N.S  |
| <b>F</b>          | 2   | 0.0069 | 0.0034 | 12.62 | 3.63 | 0.0005 | *    |
| <b>D*F</b>        | 4   | 0.0004 | 0.0001 | 0.38  | 3.01 | 0.8199 | N.S  |
| <b>ERROR EXP.</b> | 16  | 0.0044 | 0.0003 |       |      |        |      |
| <b>TOTAL</b>      | 26  | 0.0132 |        |       |      |        |      |

$$C.V. = 4.06 \% \text{ y } r^2 = 0.67$$

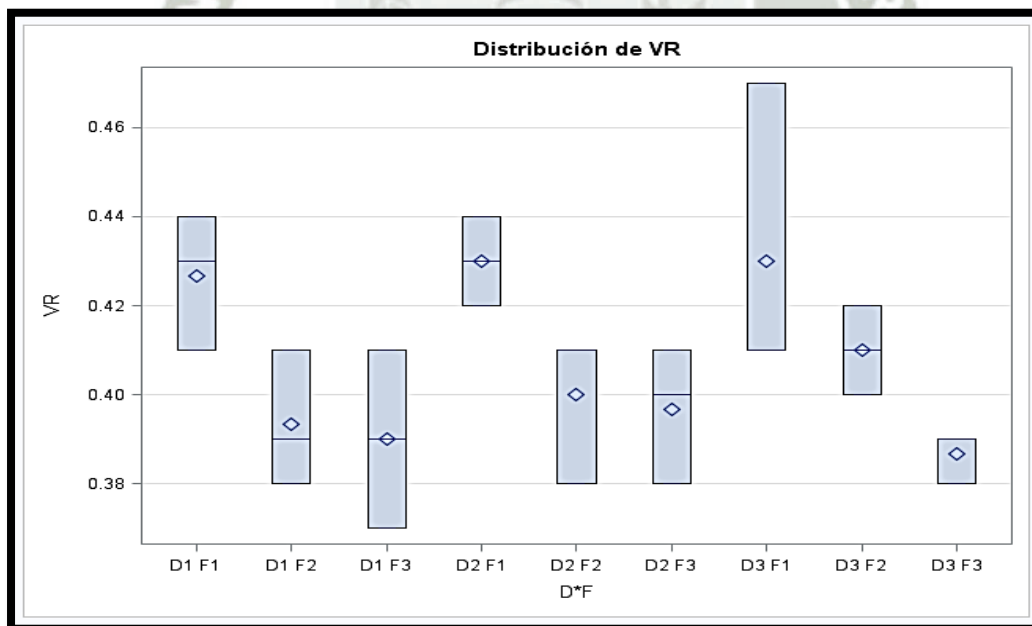
Al ejecutar el análisis de varianza (ANVA), para la altura de planta a los 45 dds nos ha resultado significativo para el factor niveles de fertilización nitrogenada por lo que analizaremos los efectos principales para este factor en el siguiente cuadro:

**Cuadro 15. Prueba de Duncan para efectos principales en altura de planta (m) a los 45 dds: Niveles de fertilización nitrogenada.**

|               | F1    | F2    | F3    |
|---------------|-------|-------|-------|
| <b>D1</b>     | 0.43  | 0.39  | 0.39  |
| <b>D2</b>     | 0.43  | 0.40  | 0.40  |
| <b>D3</b>     | 0.43  | 0.41  | 0.39  |
| <b>Nivel*</b> | 0.43a | 0.40b | 0.39b |

Para el factor de niveles de fertilización nitrogenada, el nivel F1 con 250 uds. de N, presenta el valor más alto en altura de planta a los 45 dds con una longitud de 0.43 m, el cual es significativamente diferente a 0.40 m y 0.39 m, valores obtenidos por F2 y F3 respectivamente.

**Grafico 2. Efectos principales en altura de planta (m) a los 45 dds: Niveles de fertilización nitrogenada.**



### 4.2.3 Altura de planta en el cultivo de quinua a los 75 dds

En el cuadro 16 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta a los 75 días después de la siembra (dds.) donde puede observarse que existe diferencias significativas entre tratamientos de niveles de fertilización nitrogenada, para un nivel de significancia del 5 por ciento, con un CV de 1.87 %.

**Cuadro 16. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta a los días 75 después de la siembra (dds.) en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.**

| F.V               | G.L | S.C    | C.M    | F.C   | F.T  | PR > F | SIG. |
|-------------------|-----|--------|--------|-------|------|--------|------|
| <b>BLOQUE</b>     | 2   | 0.0006 | 0.0003 | 0.53  | 3.63 | 0.6007 | N.S  |
| <b>D</b>          | 2   | 0.0001 | 0      | 0.06  | 3.63 | 0.9390 | N.S  |
| <b>F</b>          | 2   | 0.0174 | 0.0087 | 16.51 | 3.63 | 0.0001 | *    |
| <b>D*F</b>        | 4   | 0.0010 | 0.0002 | 0.46  | 3.01 | 0.7618 | N.S  |
| <b>ERROR EXP.</b> | 16  | 0.0084 | 0.0005 |       |      |        |      |
| <b>TOTAL</b>      | 26  | 0.0275 |        |       |      |        |      |

$$C.V. = 1.87 \% \text{ y } r^2 = 0.69$$

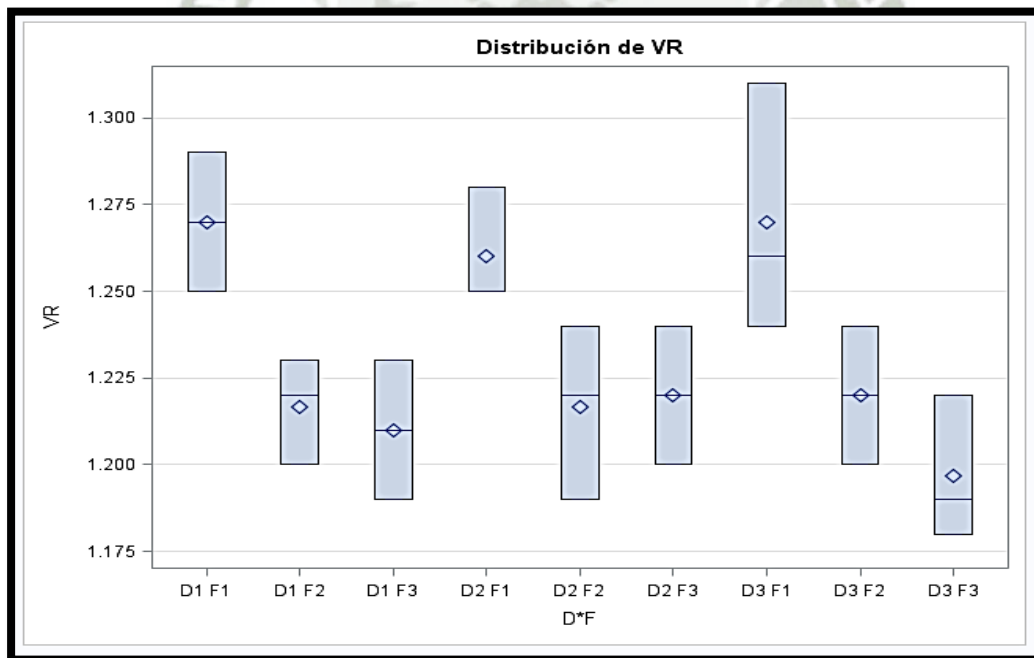
Al ejecutar el análisis de varianza (ANVA), para la altura de planta a los 75 dds nos ha resultado significativo para el factor niveles de fertilización nitrogenada por lo que analizaremos los efectos principales para este factor en el siguiente cuadro:

**Cuadro 17. Prueba de Duncan para efectos principales en altura de planta (m) a los 75 dds: Niveles de fertilización nitrogenada.**

|               | F1    | F2    | F3    |
|---------------|-------|-------|-------|
| <b>D1</b>     | 1.27  | 1.22  | 1.21  |
| <b>D2</b>     | 1.26  | 1.22  | 1.22  |
| <b>D3</b>     | 1.27  | 1.22  | 1.20  |
| <b>Nivel*</b> | 1.27a | 1.22b | 1.21b |

Para el factor de niveles de fertilización nitrogenada, el nivel F1 con 250 uds. de N, presenta el valor más alto en altura de planta a los 75 dds con una longitud de 1.27 m, el cual es significativamente diferente a 1.22 m y 1.21 m, valores obtenidos por F2 y F3 respectivamente.

**Grafico 3. Efectos principales en altura de planta (m) a los 75 dds: Niveles de fertilización nitrogenada.**



#### 4.2.4 Altura de planta en el cultivo de quinua a los 120 dds

En el cuadro 18 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta a los 120 días después de la siembra (dds.) donde puede observarse que existe diferencias significativas entre tratamientos de niveles de fertilización de nitrógeno, para un nivel de significancia del 5 por ciento, con un CV de 2.51 %.

**Cuadro 18. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta a los días 120 después de la siembra (dds.) en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.**

| F.V               | G.L | S.C    | C.M    | F.C   | F.T  | PR > F | SIG. |
|-------------------|-----|--------|--------|-------|------|--------|------|
| <b>BLOQUE</b>     | 2   | 0.0053 | 0.0027 | 1.07  | 3.63 | 0.3651 | N.S  |
| <b>D</b>          | 2   | 0.0013 | 0.0006 | 0.26  | 3.63 | 0.7771 | N.S  |
| <b>F</b>          | 2   | 0.0937 | 0.0468 | 18.84 | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>D*F</b>        | 4   | 0.0006 | 0.0001 | 0.06  | 3.01 | 0.9933 | N.S  |
| <b>ERROR EXP.</b> | 16  | 0.0398 | 0.0025 |       |      |        |      |
| <b>TOTAL</b>      | 26  | 0.1407 |        |       |      |        |      |

$$C.V. = 2.51 \% \text{ y } r^2 = 0.72$$

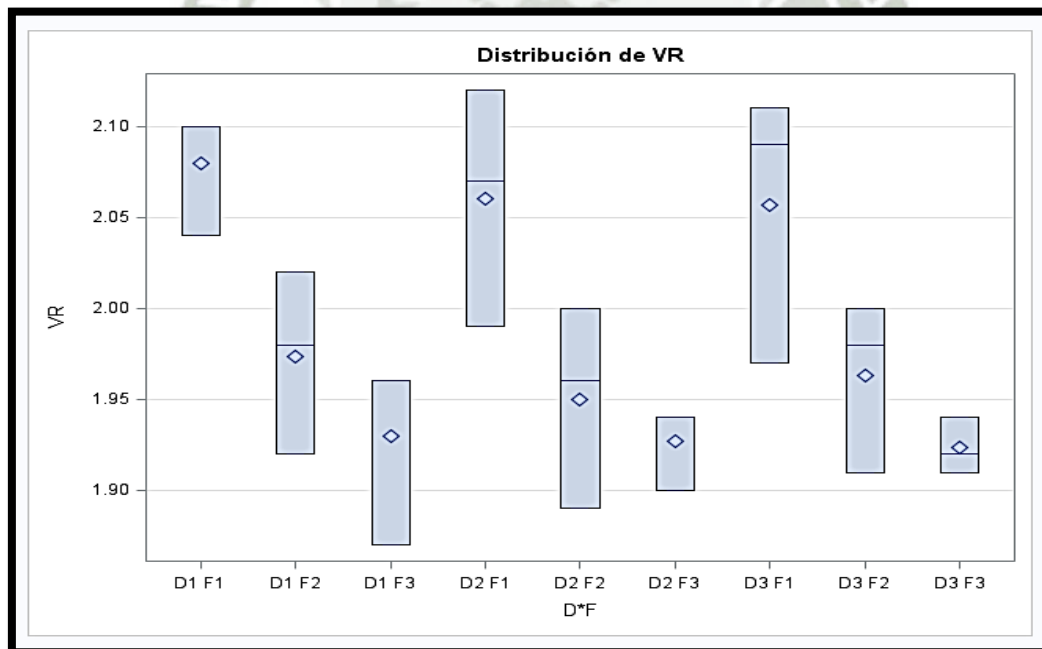
Al ejecutar el análisis de varianza (ANVA), para la altura de planta a los 120 dds nos ha resultado significativo para el factor niveles de fertilización nitrogenada por lo que analizaremos los efectos principales para este factor en el siguiente cuadro:

**Cuadro 19. Prueba de Duncan para efectos principales en altura de planta (m) a los 120 dds: Niveles de fertilización nitrogenada.**

|               | F1    | F2    | F3    |
|---------------|-------|-------|-------|
| <b>D1</b>     | 2.08  | 1.97  | 1.93  |
| <b>D2</b>     | 2.06  | 1.95  | 1.93  |
| <b>D3</b>     | 2.06  | 1.96  | 1.92  |
| <b>Nivel*</b> | 2.07a | 1.96b | 1.93b |

Para el factor de niveles de fertilización nitrogenada, el nivel F1 con 250 uds. de N, presenta el valor más alto en altura de planta a los 120 dds con una longitud de 2.07 m, el cual es significativamente diferente a 1.96 m y 1.93 m, valores obtenidos por F2 y F3 respectivamente.

**Grafico 4. Efectos principales en altura de planta (m) a los 120 dds: Niveles de fertilización nitrogenada.**



### 4.3 LONGITUD DE PANOJA EN EL CULTIVO DE QUINUA

En el cuadro 20 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la Longitud de panoja en el cultivo de quinua en el momento de la cosecha donde puede observarse que existe diferencias significativas entre tratamientos de densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada, para un nivel de significancia del 5 por ciento, con un CV de 2.49 %.

**Cuadro 20. Análisis de varianza (ANVA) para la Longitud de panoja en el cultivo de quinua en el momento de la cosecha en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.”**

| F.V               | G.L | S.C    | C.M    | F.C   | F.T  | PR > F | SIG. |
|-------------------|-----|--------|--------|-------|------|--------|------|
| <b>BLOQUE</b>     | 2   | 0.0004 | 0.0002 | 1.13  | 3.63 | 0.3467 | N.S  |
| <b>D</b>          | 2   | 0.0042 | 0.0021 | 13.38 | 3.63 | 0.0004 | *    |
| <b>F</b>          | 2   | 0.0033 | 0.0016 | 10.41 | 3.63 | 0.0013 | *    |
| <b>D*F</b>        | 4   | 0.0001 | 0      | 0.21  | 3.01 | 0.9277 | N.S  |
| <b>ERROR EXP.</b> | 16  | 0.0025 | 0.0002 |       |      |        |      |
| <b>TOTAL</b>      | 26  | 0.0105 |        |       |      |        |      |

$$C.V. = 2.49 \% \text{ y } r^2 = 0.76$$

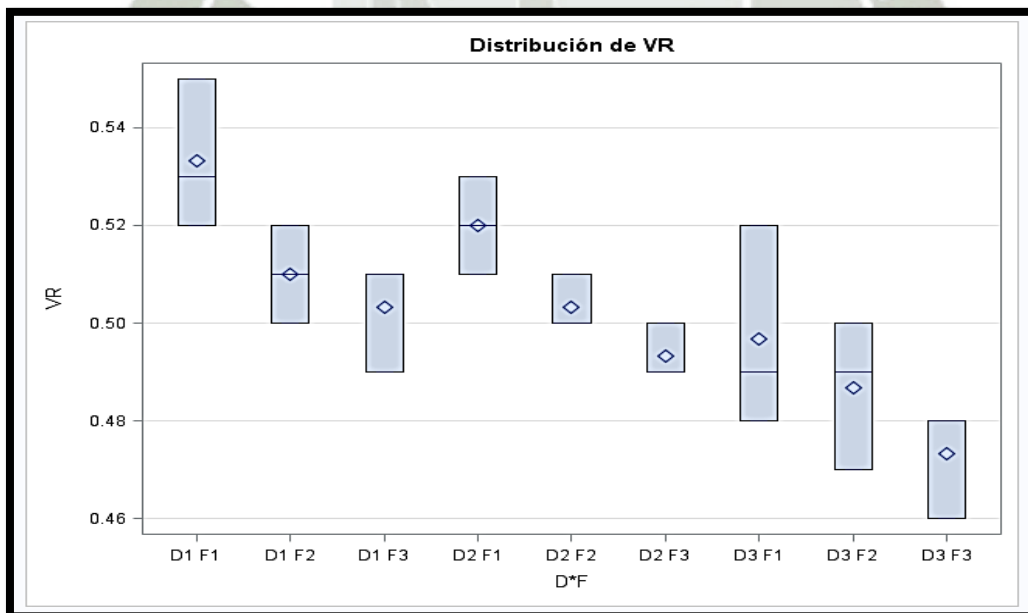
Al ejecutar el análisis de varianza (ANVA) para la longitud de panoja nos ha resultado significativo tanto para el factor densidad como para el factor nivel de nitrógeno por lo que analizaremos los efectos principales para cada factor, como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 21. Prueba de Duncan para efectos principales en longitud de panoja (m): Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.**

|        | D1    | D2    | D3    | Fuente* |
|--------|-------|-------|-------|---------|
| F1     | 0.53  | 0.52  | 0.50  | 0.52a   |
| F2     | 0.51  | 0.50  | 0.49  | 0.50b   |
| F3     | 0.51  | 0.49  | 0.48  | 0.49b   |
| Nivel* | 0.52a | 0.51a | 0.49b |         |

Interpretamos que para el factor de densidad de plantas, D1 no es significativamente diferente a D2, pero si hay diferencia de éstos sobre D3 cuyos valores obtenidos son de 0.52, 0.51 y 0.49 metros respectivamente. Para el factor de niveles de fertilización nitrogenada, el nivel F1 cuyo valor es 0.52 m, es significativamente diferente a F2 y F3, los cuales no tienen diferencia siendo sus valores 0.50 y 0.49 metros respectivamente.

**Grafico 5. Efectos principales en longitud de panoja (m): Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.**



#### 4.4 PESO DE PANOJA EN EL CULTIVO DE QUINUA

En el cuadro 22 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para el peso de panoja en el cultivo de quinua donde puede observarse que existe diferencias significativas entre bloques, tratamientos de densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada, para un nivel de significancia del 5 por ciento, con un CV de 2.39 %.

**Cuadro 22. Análisis de varianza (ANVA) para el Peso de panoja en el cultivo de quinua en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.**

| F.V               | G.L | S.C      | C.M      | F.C   | F.T  | PR > F | SIG. |
|-------------------|-----|----------|----------|-------|------|--------|------|
| <b>BLOQUE</b>     | 2   | 135.6651 | 67.8325  | 7.58  | 3.63 | 0.0048 | *    |
| <b>D</b>          | 2   | 315.2474 | 157.6237 | 17.61 | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>F</b>          | 2   | 248.1985 | 124.0992 | 13.86 | 3.63 | 0.0003 | *    |
| <b>D*F</b>        | 4   | 19.0459  | 4.7614   | 0.53  | 3.01 | 0.7141 | N.S  |
| <b>ERROR EXP.</b> | 16  | 143.2148 | 8.9509   |       |      |        |      |
| <b>TOTAL</b>      | 26  | 861.3718 |          |       |      |        |      |

$$C.V. = 2.39 \% \text{ y } r^2 = 0.83$$

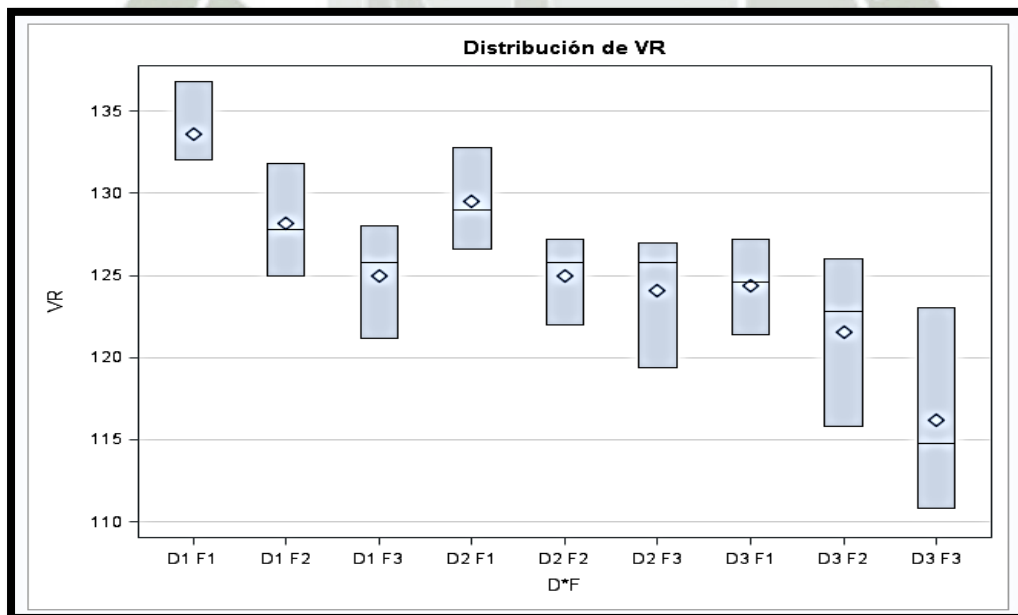
Al ejecutar el análisis de varianza (ANVA) para el peso de panoja nos ha resultado significativo tanto para el factor densidad como para el factor nivel de nitrógeno por lo que analizaremos los efectos principales para cada factor, como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 23. Prueba de Duncan para efectos principales en peso de panoja (gr): Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.**

|        | D1      | D2      | D3      | Fuente* |
|--------|---------|---------|---------|---------|
| F1     | 133.60  | 129.47  | 124.40  | 129.16a |
| F2     | 128.20  | 125.00  | 121.53  | 124.91b |
| F3     | 125.00  | 124.07  | 116.20  | 121.76c |
| Nivel* | 128.93a | 126.18a | 120.71b |         |

Analizamos que para el factor de densidad de plantas, como se observó en la anterior evaluación D1 no es significativamente diferente a D2, pero si hay diferencia de éstos sobre D3 cuyos valores obtenidos son de 128.93, 126.18 y 120.71 gramos respectivamente. En el factor de niveles de fertilización, tenemos diferencia significativa entre los tres niveles, siendo el nivel F1 el de más alto valor cuya cifra es 129.16 gr, F2 con 124.91 gr y F3 con 121.76 gr.

**Grafico 6. Efectos principales en peso de panoja (gr): Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.**



## 4.5 COMPONENTES DE RENDIMIENTO

### 4.5.1 Peso de granos por panoja en el cultivo de quinua

En el cuadro 24 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para el Peso de granos por panoja en el cultivo de quinua donde puede observarse que existe diferencias significativas entre tratamientos de densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada, además también en la interacción de estas dos variables para un nivel de significancia del 5 por ciento, con un CV de 1.96 %.

**Cuadro 24. Análisis de varianza (ANVA) para el Peso de granos por panoja en el cultivo de quinua en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.**

| F.V                   | G.L | S.C      | C.M      | F.C    | F.T  | PR > F | SIG. |
|-----------------------|-----|----------|----------|--------|------|--------|------|
| <b>BLOQUE</b>         | 2   | 0.2400   | 0.1200   | 0.30   | 3.63 | 0.7458 | N.S  |
| <b>D</b>              | 2   | 237.4489 | 118.7244 | 295.58 | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>F</b>              | 2   | 52.8089  | 26.4044  | 65.74  | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>D*F</b>            | 4   | 35.3422  | 8.8356   | 22.00  | 3.01 | <.0001 | *    |
| <b>ERROR<br/>EXP.</b> | 16  | 6.4267   | 0.4017   |        |      |        |      |
| <b>TOTAL</b>          | 26  | 332.2667 |          |        |      |        |      |

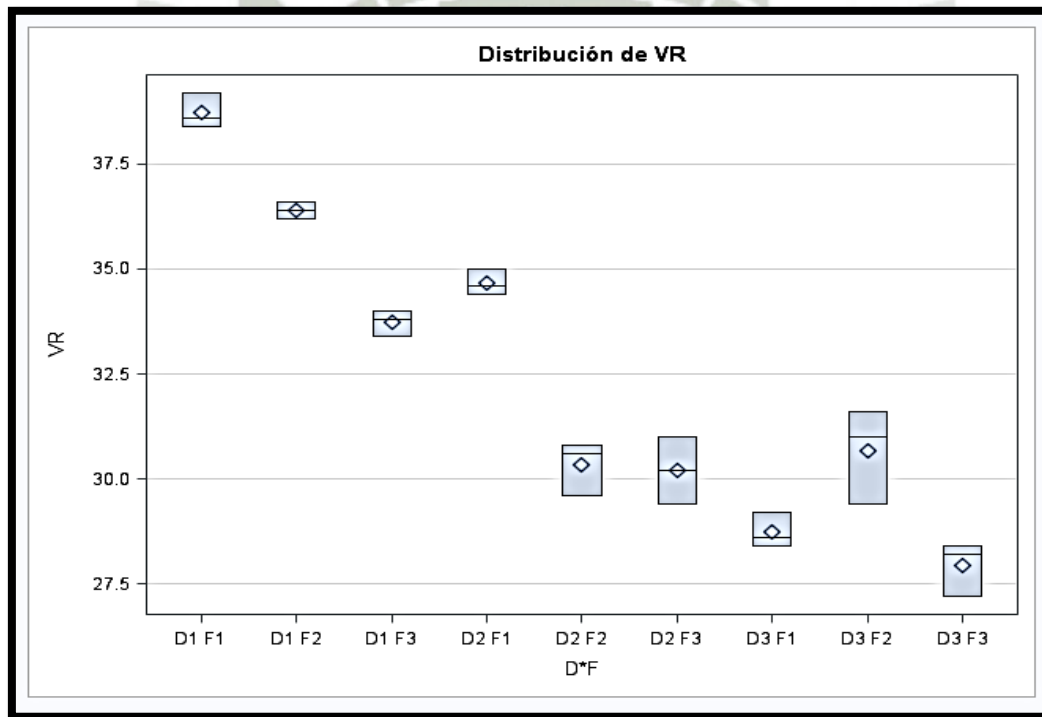
$$C.V. = 1.96 \% \text{ y } r^2 = 0.98$$

Al ejecutar el análisis de varianza (ANVA) para el peso de granos por panoja nos ha resultado significativo tanto para el factor densidad como para el factor nivel de nitrógeno por lo que analizaremos los efectos principales para cada factor, como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 25. Prueba de Duncan para efectos principales en peso de granos por panoja (gr): Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.**

|        | D1     | D2     | D3     | Fuente* |
|--------|--------|--------|--------|---------|
| F1     | 38.73  | 34.67  | 28.73  | 34.04a  |
| F2     | 36.40  | 30.33  | 30.67  | 32.47b  |
| F3     | 33.73  | 30.20  | 27.93  | 30.62c  |
| Nivel* | 36.29a | 31.73b | 29.11c |         |

**Grafico 7. Efectos principales en peso de granos por panoja (gr): Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.**



Al ejecutar el análisis de varianza (ANVA), para el peso de granos por panoja, nos ha resultado también significativo para la interacción entre ambos factores, por lo analizaremos un cuadro ANVA para los efectos simples.

**Cuadro 26. ANVA para los efectos simples en peso de granos por panoja: Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.**

| F.V                   | G.L | S.C    | C.M   | F.C    | F.T  | Pr > F | Sig. |
|-----------------------|-----|--------|-------|--------|------|--------|------|
| <b>D dentro de F1</b> | 2   | 151.74 | 75.87 | 188.89 | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>D dentro de F2</b> | 2   | 69.79  | 34.89 | 86.87  | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>D dentro de F3</b> | 2   | 51.26  | 25.63 | 63.81  | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>F dentro de D1</b> | 2   | 37.56  | 18.78 | 46.75  | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>F dentro de D2</b> | 2   | 38.75  | 19.37 | 48.23  | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>F dentro de D3</b> | 2   | 11.85  | 5.92  | 14.75  | 3.63 | 0.0002 | *    |

Para este cuadro ANVA, analizamos primero que para cualquier nivel de formulación nitrogenada en esta investigación, el factor densidad influye positiva o negativamente de manera significativa en los resultados obtenidos. Así mismo para el factor de densidad de plantas, los niveles de nitrógeno van a influenciar significativamente en todas las densidades formuladas en esta investigación.

#### 4.5.2 Rendimiento de grano seco por Ha. en el cultivo de quinua

En el cuadro 27 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para el Rendimiento de grano seco por hectárea en el cultivo de quinua donde puede observarse que existe diferencias significativas en primer lugar entre bloques, además entre los tratamientos de densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada; resaltando diferencias también entre la interacción de estas dos variables para un nivel de significancia del 5 por ciento, con un CV de 6.82 %.

**Cuadro 27. Análisis de varianza (ANVA) para el Rendimiento de grano seco por hectárea en el cultivo de quinua en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.**

| F.V               | G.L | S.C         | C.M         | F.C    | F.T  | PR > F | SIG. |
|-------------------|-----|-------------|-------------|--------|------|--------|------|
| <b>BLOQUE</b>     | 2   | 501425.85   | 250712.93   | 3.78   | 3.63 | 0.0453 | *    |
| <b>D</b>          | 2   | 34083189.13 | 17041594.56 | 256.83 | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>F</b>          | 2   | 531253.70   | 265626.85   | 4.00   | 3.63 | 0.0389 | *    |
| <b>D*F</b>        | 4   | 1102974.70  | 275743.67   | 4.16   | 3.01 | 0.0170 | *    |
| <b>ERROR EXP.</b> | 16  | 1061668.59  | 66354.29    |        |      |        |      |
| <b>TOTAL</b>      | 26  | 37280511.97 |             |        |      |        |      |

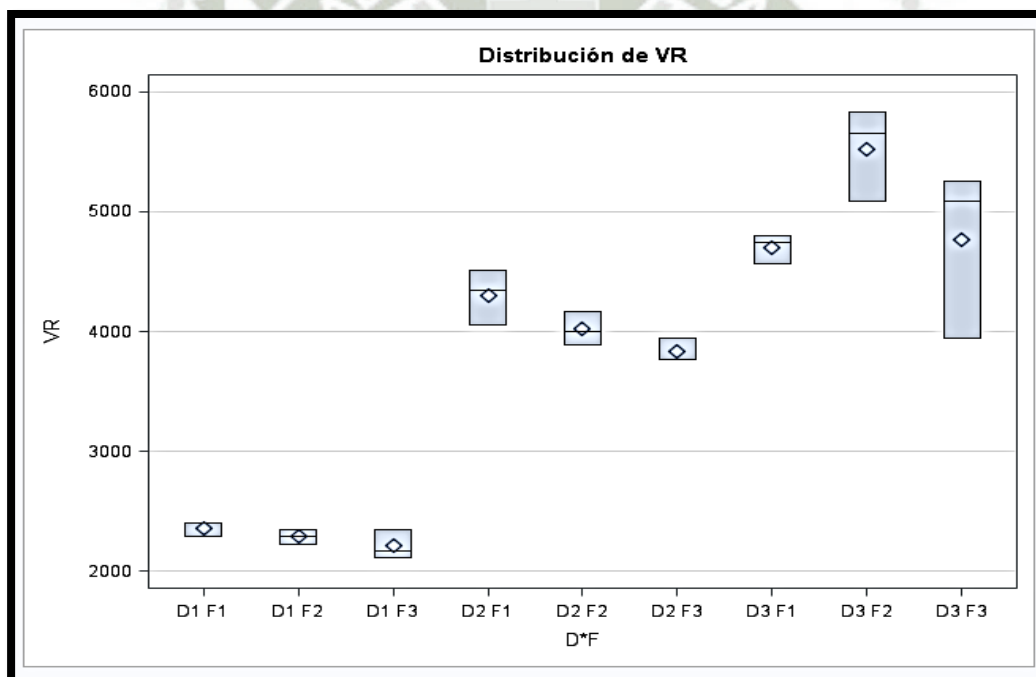
$$C.V. = 6.82 \% \text{ y } r^2 = 0.97$$

Al ejecutar el análisis de varianza (ANVA) para el rendimiento de grano seco por hectárea nos ha resultado significativo tanto para el factor densidad como para el factor nivel de nitrógeno por lo que analizaremos los efectos principales para cada factor, como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 28. Prueba de Duncan para efectos principales en rendimiento de grano seco por Ha. (kg): Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.**

|        | D1       | D2       | D3       | Fuente*  |
|--------|----------|----------|----------|----------|
| F1     | 2361.952 | 4304.848 | 4704.856 | 3790.6ab |
| F2     | 2285.76  | 4019.128 | 5523.92  | 3942.9a  |
| F3     | 2209.568 | 3828.648 | 4762     | 3600.1b  |
| Nivel* | 2,285.8c | 4,050.9b | 4,996.9a |          |

**Grafico 8. Efectos principales en rendimiento de grano seco por Ha. (kg): Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.**



Al ejecutar el análisis de varianza (ANVA), para el rendimiento de grano seco por Ha., nos ha resultado también significativo para la interacción entre ambos factores, por lo analizaremos un cuadro ANVA para los efectos simples.

**Cuadro 29. ANVA para los efectos simples en rendimiento de grano seco por Ha.: Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.**

| E.V                   | G.L | S.C      | C.M     | F.C    | F.T  | Pr > F | Sig. |
|-----------------------|-----|----------|---------|--------|------|--------|------|
| <b>D dentro de F1</b> | 2   | 9424224  | 4712112 | 71.01  | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>D dentro de F2</b> | 2   | 15754706 | 7877353 | 118.72 | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>D dentro de F3</b> | 2   | 10007234 | 5003617 | 75.41  | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>F dentro de D1</b> | 2   | 34823    | 17412   | 0.26   | 3.63 | 0.7724 | N.S  |
| <b>F dentro de D2</b> | 2   | 344681   | 172341  | 2.60   | 3.63 | 0.1055 | N.S  |
| <b>F dentro de D3</b> | 2   | 1254724  | 627362  | 9.45   | 3.63 | 0.0019 | *    |

Analizamos del anterior cuadro que para el factor de niveles de formulación nitrogenada, cualquiera fuese la formulación en este trabajo la densidad de plantas por hectárea va a influir significativamente en los resultados obtenidos.

No sucede del mismo modo para el factor de densidad de plantas, donde únicamente la formulación nitrogenada va a influir significativamente en la densidad de tres plantas por golpe, siendo con la formulación de 200 uds. de N con quien obtiene el mejor rendimiento.

## 4.6 CARACTERÍSTICA DE CALIDAD COMERCIAL

### 4.6.1 Diámetro de grano cosechado

#### 4.6.1.1 Porcentaje del rendimiento de grano seco por hectárea con diámetro de 2 mm

En el cuadro 30 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para el Porcentaje del Rendimiento de grano seco por hectárea con diámetro de 2 mm en el cultivo de quinua donde puede observarse que existe diferencias significativas entre tratamientos de densidad de plantas y niveles de nitrógeno, además también en la interacción de estas dos variables para un nivel de significancia del 5 por ciento, con un CV de 1.27 %.

**Cuadro 30. Análisis de varianza (ANVA) para el Porcentaje del Rendimiento de grano seco por hectárea con diámetro de 2 mm en el cultivo de quinua en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.**

| F.V               | G.L | S.C      | C.M     | F.C    | F.T  | PR > F | SIG. |
|-------------------|-----|----------|---------|--------|------|--------|------|
| <b>BLOQUE</b>     | 2   | 1.5430   | 0.7715  | 1.50   | 3.63 | 0.2524 | N.S  |
| <b>D</b>          | 2   | 6.0096   | 3.0048  | 5.85   | 3.63 | 0.0124 | *    |
| <b>F</b>          | 2   | 160.2696 | 80.1348 | 156.04 | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>D*F</b>        | 4   | 19.1037  | 4.7759  | 9.30   | 3.01 | 0.0004 | *    |
| <b>ERROR EXP.</b> | 16  | 8.2170   | 0.5136  |        |      |        |      |
| <b>TOTAL</b>      | 26  | 195.1430 |         |        |      |        |      |

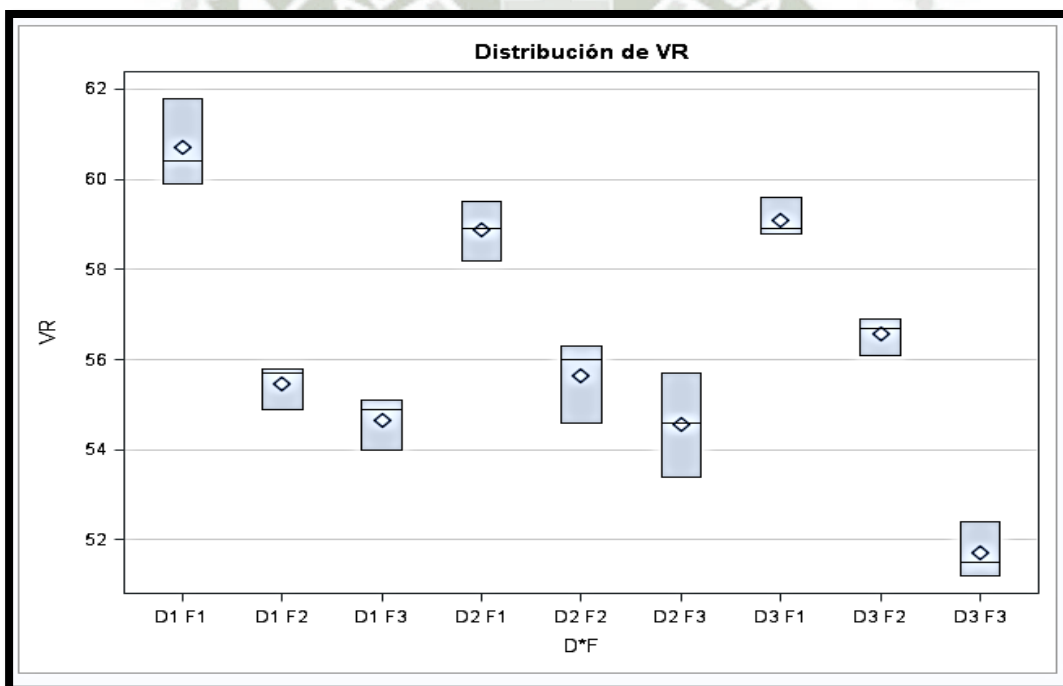
$$C.V. = 1.27 \% \text{ y } r^2 = 0.96$$

Al ejecutar el análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje del rendimiento del grano seco por hectárea con diámetro de 2 mm, nos ha resultado significativo tanto para el factor densidad como para el factor nivel de nitrógeno por lo que analizaremos los efectos principales para cada factor, como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 31. Prueba de Duncan para efectos principales en porcentaje de rendimiento del grano seco por Ha. (%) con diámetro de 2 mm: Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.**

|        | D1    | D2     | D3    | Fuente* |
|--------|-------|--------|-------|---------|
| F1     | 60.7  | 58.9   | 59.1  | 59.6a   |
| F2     | 55.5  | 55.6   | 56.6  | 55.9b   |
| F3     | 54.7  | 54.6   | 51.7  | 53.6c   |
| Nivel* | 56.9a | 56.4ab | 55.8b |         |

**Grafico 9. Efectos principales en porcentaje de rendimiento del grano seco por Ha. (%) con diámetro de 2 mm: Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.**



Al ejecutar el análisis de varianza (ANVA), para el rendimiento de grano seco por Ha. con diámetro de 2 mm, nos ha resultado también significativo para la interacción entre ambos factores, por lo analizaremos un cuadro ANVA para los efectos simples.

**Cuadro 32. ANVA para los efectos simples en porcentaje del rendimiento de grano seco por hectárea con diámetro de 2 mm: Densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada.**

| F.V                   | G.L | S.C   | C.M   | F.C   | F.T  | Pr > F | Sig. |
|-----------------------|-----|-------|-------|-------|------|--------|------|
| <b>D dentro de F1</b> | 2   | 5.98  | 2.99  | 5.82  | 3.63 | 0.0126 | *    |
| <b>D dentro de F2</b> | 2   | 2.11  | 1.05  | 2.05  | 3.63 | 0.1608 | N.S  |
| <b>D dentro de F3</b> | 2   | 17.03 | 8.51  | 16.58 | 3.63 | 0.0001 | *    |
| <b>F dentro de D1</b> | 2   | 64.43 | 32.21 | 62.73 | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>F dentro de D2</b> | 2   | 30.08 | 15.04 | 29.29 | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>F dentro de D3</b> | 2   | 84.86 | 42.43 | 82.62 | 3.63 | <.0001 | *    |

Para el factor de niveles de formulación nitrogenada, tenemos que la densidad de plantas va a influir significativamente en F1 (250 uds.) y F3 (150 uds.), no siendo así para F2 (200 uds.) según el ANVA analizado.

El factor de densidad de plantas en sus tres niveles formulados en esta evaluación, se ven influenciados por la formulación de nitrógeno por hectárea.

#### 4.6.1.2 Porcentaje del rendimiento de grano seco por hectárea con diámetro menor a 2 mm

En el cuadro 33 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para el Porcentaje del Rendimiento de grano seco por hectárea con diámetro menor a 2 mm en el cultivo de quinua donde puede observarse que existe diferencias significativas entre tratamientos de niveles de fertilización nitrogenada, para un nivel de significancia del 5 por ciento, con un CV de 2.54 %.

**Cuadro 33. Análisis de varianza (ANVA) para el Porcentaje del Rendimiento de grano seco por hectárea con diámetro menor a 2 mm en el cultivo de quinua en “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), variedad INIA Salcedo en el Distrito de la Joya, Arequipa.**

| F.V               | G.L | S.C      | C.M     | F.C   | F.T  | PR > F | SIG. |
|-------------------|-----|----------|---------|-------|------|--------|------|
| <b>BLOQUE</b>     | 2   | 1.6385   | 0.8193  | 0.79  | 3.63 | 0.4711 | N.S  |
| <b>D</b>          | 2   | 6.2430   | 3.1215  | 3.01  | 3.63 | 0.0779 | N.S  |
| <b>F</b>          | 2   | 137.4585 | 68.7293 | 66.21 | 3.63 | <.0001 | *    |
| <b>D*F</b>        | 4   | 10.3704  | 2.5926  | 2.50  | 3.01 | 0.0841 | N.S  |
| <b>ERROR EXP.</b> | 16  | 16.6081  | 1.0380  |       |      |        |      |
| <b>TOTAL</b>      | 26  | 172.3185 |         |       |      |        |      |

$$C.V. = 2.54 \% \text{ y } r^2 = 0.90$$

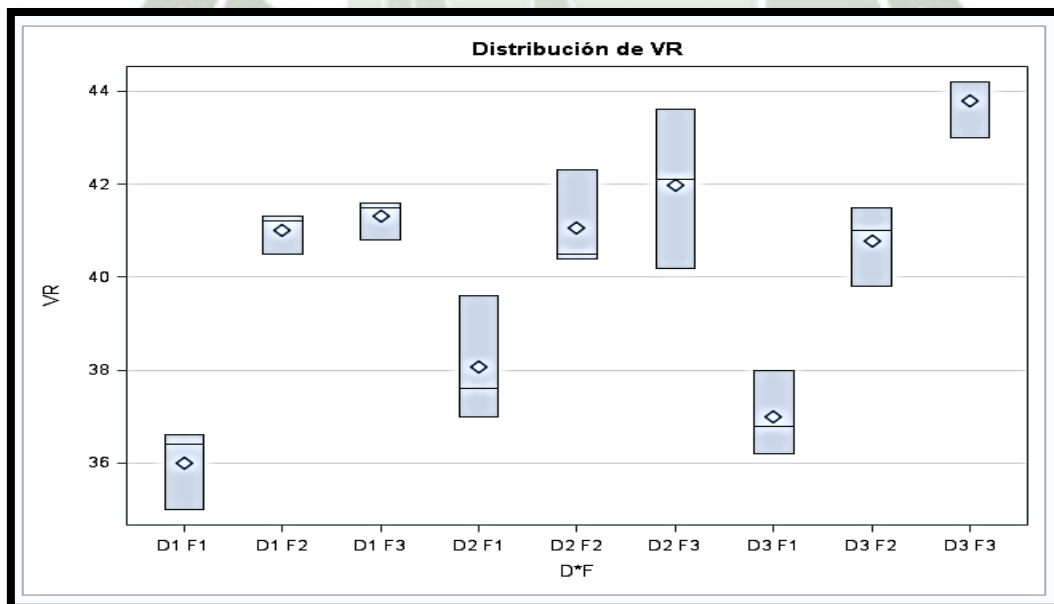
Al ejecutar el análisis de varianza (ANVA) para el % del rendimiento del grano seco por hectárea con diámetro menor a 2 mm, resulta significativa para el factor nivel de N por lo que analizaremos los efectos principales para este factor.

**Cuadro 34. Prueba de Duncan para efectos principales en porcentaje del grano seco por Ha. (%) con diámetro menor a 2 mm: Niveles de fertilización nitrogenada.**

|               | F1    | F2    | F3    |
|---------------|-------|-------|-------|
| <b>D1</b>     | 36.0  | 41.0  | 41.3  |
| <b>D2</b>     | 38.1  | 41.1  | 42.0  |
| <b>D3</b>     | 37.0  | 40.8  | 43.8  |
| <b>Nivel*</b> | 37.0c | 40.9b | 42.4a |

Para la prueba de Duncan tenemos que solo existe diferencia significativa para el factor de niveles de formulación nitrogenada, obteniendo que F3 (150 uds.) alcanza el mayor porcentaje de grano con diámetro menor a 2 mm con un valor de 42.4% seguido de F2 (200 uds.) y F1 (250 uds.) respectivamente. Lo que analizamos que a una menor formulación nitrogenada mayor es el porcentaje de obtener un grano de menor tamaño.

**Grafico 10. Efectos principales en porcentaje del grano seco por Ha. (%) con diámetro menor a 2 mm: Niveles de fertilización nitrogenada.**



## 4.8 ANALISIS DE RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE QUINUA

### Costo de producción del cultivo de quinua.

**Cuadro 35. Costo de producción en el cultivo de quinua.**

| COSTO DE PRODUCCIÓN DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) |                             |                           |                |                  |
|---|-----------------------------|---------------------------|----------------|------------------|
| UBICACIÓN   | La Joya                     | PERIODO VEGETATIVO        | 4 MESES        |                  |
| CULTIVO   | Quinua                      | SISTEMA DE RIEGO          | GRAVEDAD       |                  |
| VARIEDAD  | INIA blanca Salcedo         | NIVEL TECNOLÓGICO         | MEDIO          |                  |
| FECHA DE SIEMBRA  | MARZO                       | RENDIMIENTO ESPERADO (Kg) | 4000           |                  |
| FECHA DE COSECHA  | JULIO                       | ÁREA (Há)                 | 1              |                  |
| TIPO DE CAMBIO  | 3.4                         |                           |                |                  |
| RUBROS  | UNIDAD DE MEDIDA            | CANTIDAD/HÁ               | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL (S/) |
| <b>COSTOS DIRECTOS</b>                                      |                             |                           |                |                  |
| <b>I. PREPARACION DE TERRENO Y LABORES ANTES DE SIEMBRA</b> |                             |                           |                |                  |
| Tractor + Poli disco  | Hr/tractor                  | 3                         | 100            | S/. 300          |
| Tractor + nivelado  | Hr/tractor                  | 1.5                       | 70             | S/. 105          |
| Estercolado   | Jornal                      | 4                         | 60             | S/. 240          |
| Tractor + surcado   | Hr/tractor                  | 1.5                       | 70             | S/. 105          |
| Compostura de surcos  | Jornal                      | 3                         | 70             | S/. 210          |
| <b>II. SIEMBRA</b>  |                             |                           |                |                  |
| Semilla   | kg                          | 8                         | 25             | S/. 200          |
| siembra   | Jornal                      | 6                         | 50             | S/. 300          |
| <b>III. FERTILIZACIÓN</b>                                   |                             |                           |                |                  |
| Estiércol   | Tn                          | 20                        | 60             | S/. 1,200        |
| Nitrato de amonio   | kg                          | 250                       | 1              | S/. 250          |
| Fosfato diamonico   | kg                          | 200                       | 1.6            | S/. 320          |
| Sulfato de potasio  | kg                          | 250                       | 2.9            | S/. 725          |
| <b>IV. LABORES CULTURALES</b>                               |                             |                           |                |                  |
| Deshierbo   | Jornal                      | 8                         | 50             | S/. 400          |
| Deshaije (Raleo)  | Jornal                      | 5                         | 50             | S/. 250          |
| Aplicación de pesticidas                                    | cil                         | 2                         | 35             | S/. 70           |
| Aporque   | Jornal                      | 5                         | 80             | S/. 400          |
| <b>V. PESTICIDAS</b>  |                             |                           |                |                  |
| Abonos foliares, insecticidas y fungicidas                  |                             | 4                         | 80             | S/. 320          |
| <b>VI. RIEGO</b>  |                             |                           |                |                  |
| Canon de agua   | mes                         | 5                         | 10             | S/. 50           |
| Regado  | Hora                        | 96                        | 5              | S/. 480          |
| <b>VII. COSTO DE TERRENO</b>                                |                             |                           |                |                  |
| Alquiler de terreno (5 meses)                               | Há                          | 1                         | 1200           | S/. 1,200        |
| <b>VIII. COSECHA</b>  |                             |                           |                |                  |
| Cosecha (corte)   | Jornal                      | 8                         | 50             | S/. 400          |
| Tendido en Era  | Jornal                      | 4                         | 50             | S/. 200          |
| Trillado  | Jornal                      | 8                         | 60             | S/. 480          |
| Venteado  | Jornal                      | 5                         | 50             | S/. 250          |
| <b>IX. TRANSPORTE DE INSUMOS</b>                            |                             |                           |                |                  |
| Transporte de fertilizante                                  | viajes                      | 2                         | 30             | S/. 60           |
| <b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>                             |                             |                           |                | S/. 8,515        |
| <b>COSTOS INDIRECTOS</b>                                    |                             |                           |                |                  |
| Gastos administrativos                                      | 3 % de costos directos      |                           |                | S/. 255          |
| Imprevistos   | 2 % de costos directos      |                           |                | S/. 170          |
| Interés Bancario por el préstamo                            | 19 % anual (8 % en 5 meses) |                           |                | S/. 681          |
| <b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>                              |                             |                           |                | S/. 1,107        |
| <b>COSTO TOTAL</b>  |                             |                           |                | S/. 9,621.95     |

- a. **Cálculo del Ingreso o Beneficio Bruto.-** El ingreso o beneficio bruto es el producto del rendimiento (kg/ha) por el precio en S/. x Kg.

**Cuadro 36. Beneficio bruto en la producción del cultivo de quinua.**

| TTO. | CODIGO | Kg/Ha<br>> 2mm | Precio<br>S/. | Ingreso<br>S/. | kg/Ha<br>< 2 mm | Precio<br>S/. | Ingreso<br>S/. | INGRESO<br>BRUTO<br>S/. |
|------|--------|----------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|-------------------------|
| T1   | D1 F1  | 1433.7         | 4             | 5734.8         | 850.3           | 3.2           | 2720.96        | 8455.76                 |
| T2   | D2 F1  | 2534.12        | 4             | 10136.48       | 1638.71         | 3.2           | 5243.872       | 15380.352               |
| T3   | D3 F1  | 2780.57        | 4             | 11122.28       | 1740.8          | 3.2           | 5570.56        | 16692.84                |
| T4   | D1 F2  | 1267.83        | 4             | 5071.32        | 937.16          | 3.2           | 2998.912       | 8070.232                |
| T5   | D2 F2  | 2235.97        | 4             | 8943.88        | 1650.52         | 3.2           | 5281.664       | 14225.544               |
| T6   | D3 F2  | 3124.7         | 4             | 12498.8        | 2251.92         | 3.2           | 7206.144       | 19704.944               |
| T7   | D1 F3  | 1207.9         | 4             | 4831.6         | 912.55          | 3.2           | 2920.16        | 7751.76                 |
| T8   | D2 F3  | 2089.17        | 4             | 8356.68        | 1606.76         | 3.2           | 5141.632       | 13498.312               |
| T9   | D3 F3  | 2461.95        | 4             | 9847.8         | 2085.76         | 3.2           | 6674.432       | 16522.232               |

- b. **Beneficio Neto.-** El Beneficio neto se calcula restando del Beneficio bruto, con los costos de producción.

**Cuadro 37. Beneficio neto en la producción del cultivo de quinua.**

| TRATAMIENTO | CODIGO | Beneficio bruto<br>S/. | Costo total<br>S/. | Beneficio<br>Neto S/. |
|-------------|--------|------------------------|--------------------|-----------------------|
| T1          | D1 F1  | 8455.76                | 11097              | -2641.24              |
| T2          | D2 F1  | 15380.352              | 11097              | 4283.352              |
| T3          | D3 F1  | 16692.84               | 11097              | 5595.84               |
| T4          | D1 F2  | 8070.232               | 10929              | -2858.768             |
| T5          | D2 F2  | 14225.544              | 10929              | 3296.544              |
| T6          | D3 F2  | 19704.944              | 10929              | 8775.944              |
| T7          | D1 F3  | 7751.76                | 10761              | -3009.24              |
| T8          | D2 F3  | 13498.312              | 10761              | 2737.312              |
| T9          | D3 F3  | 16522.232              | 10761              | 5761.232              |

- c. **Tasa de Retorno Marginal.-** La Tasa de retorno marginal se calcula dividiendo el Beneficio neto o ingreso bruto entre el Costo marginal o producción, multiplicado por 100.

**Cuadro 38. Tasa del retorno marginal en la producción del cultivo de quinua.**

| TRATAMIENTO | CODIGO | Beneficio Neto S/. | Costo de producción S/. | Tasa de retorno marginal % |
|-------------|--------|--------------------|-------------------------|----------------------------|
| T1          | D1 F1  | -2641.24           | 11097                   | -23.80                     |
| T2          | D2 F1  | 4283.352           | 11097                   | 38.60                      |
| T3          | D3 F1  | 5595.84            | 11097                   | 50.43                      |
| T4          | D1 F2  | -2858.768          | 10929                   | -26.16                     |
| T5          | D2 F2  | 3296.544           | 10929                   | 30.16                      |
| T6          | D3 F2  | 8775.944           | 10929                   | 80.30                      |
| T7          | D1 F3  | -3009.24           | 10761                   | -27.96                     |
| T8          | D2 F3  | 2737.312           | 10761                   | 25.44                      |
| T9          | D3 F3  | 5761.232           | 10761                   | 53.54                      |

- d. **Ingreso neto del cultivo.-** Se obtiene restando del Ingreso bruto, el costo de producción.

**Cuadro 39. Ingreso neto del cultivo en la producción de quinua.**

| TRATAMIENTO | CODIGO | Ingreso Bruto S/. | Costo de producción S/. | Ingreso Neto S/. |
|-------------|--------|-------------------|-------------------------|------------------|
| T1          | D1 F1  | 8455.76           | 11097                   | -2641.24         |
| T2          | D2 F1  | 15380.352         | 11097                   | 4283.352         |
| T3          | D3 F1  | 16692.84          | 11097                   | 5595.84          |
| T4          | D1 F2  | 8070.232          | 10929                   | -2858.768        |
| T5          | D2 F2  | 14225.544         | 10929                   | 3296.544         |
| T6          | D3 F2  | 19704.944         | 10929                   | 8775.944         |
| T7          | D1 F3  | 7751.76           | 10761                   | -3009.24         |
| T8          | D2 F3  | 13498.312         | 10761                   | 2737.312         |
| T9          | D3 F3  | 16522.232         | 10761                   | 5761.232         |

- e. **Relación beneficio/costo.-** Esta relación se obtiene dividiendo el Beneficio entre el costo de producción.

**Cuadro 40. Relación beneficio/costo en la producción del cultivo de quinua.**

| TRATAMIENTO | CODIGO | Beneficio S/. | Costo de producción S/. | B/C   |
|-------------|--------|---------------|-------------------------|-------|
| T1          | D1 F1  | -2641.24      | 11097                   | -0.24 |
| T2          | D2 F1  | 4283.352      | 11097                   | 0.39  |
| T3          | D3 F1  | 5595.84       | 11097                   | 0.50  |
| T4          | D1 F2  | -2858.768     | 10929                   | -0.26 |
| T5          | D2 F2  | 3296.544      | 10929                   | 0.30  |
| T6          | D3 F2  | 8775.944      | 10929                   | 0.80  |
| T7          | D1 F3  | -3009.24      | 10761                   | -0.28 |
| T8          | D2 F3  | 2737.312      | 10761                   | 0.25  |
| T9          | D3 F3  | 5761.232      | 10761                   | 0.54  |

## CAPITULO V.

### DISCUSION

#### 5.1 PORCENTAJE DE EMERGENCIA EN EL CULTIVO DE QUINUA

##### 5.1.1 Porcentaje de emergencia en el cultivo de quinua a 7 dds

De esta evaluación, según el cuadro ANVA, se puede interpretar que para el porcentaje de emergencia a los 7 dds no existe diferencia significativa entre los tratamientos para ningún factor, obteniendo que entre el tratamiento de valor más alto con 95.2 % y el de menor porcentaje con 90.4 % existe una diferencia de 4.8 unidades. Esto significa que la germinación en todo el campo experimental fue de un valor elevado, permitiendo obtener tratamientos sin vacíos significativos de plantas en campo. La cantidad de semilla utilizada por golpe que fue de 8 semillas aproximadamente, permite lograr estos valores obtenidos.

Fernández y Sahonero, (2010) en un estudio denominado “Estudio de la morfología y viabilidad de semillas de 8 taxones de quinua silvestre de Bolivia” afirman que a las 192 horas, es decir a los 8 días después de la siembra, la variabilidad en la germinación se redujo en la mayoría de las accesiones, teniendo casos particulares de accesiones con presencia de dormancia. Teniendo ello como referencia vemos que a 7 dds debe contarse con la mayoría de plantas sobre la superficie del suelo, las que posteriormente serán conducidas bajo un manejo técnico.

##### 5.1.2 Porcentaje de emergencia en el cultivo de quinua a 15 dds

El porcentaje de emergencia a los 15 dds presenta valores muy similares a los obtenidos en la evaluación a los 7 dds, donde no se obtuvo diferencia estadística entre los tratamientos para ambos factores; esto como consecuencia de la supervivencia de las plantas ya evaluadas y algunas nuevas emergencias de semillas que pudieron germinar. Se deja notar con estos datos que las prácticas de siembra fueron adecuadas, refiriéndonos a la profundidad de siembra como indica Flores et al. (2010) que dentro de las condiciones que perjudican el bajo número de plantas emergidas, es si la

profundidad de siembra es mayor que la recomendada, las plantas no llegan a emerger por asfixia y poca fuerza para superar la tierra que las cubre. Si la siembra es superficial, los rayos solares las afectan, muriendo el embrión. Destacar que un adecuado número de plantas por golpe permite seleccionar las mejores plantas sin limitarnos por la escasez de éstas para ser seleccionadas en una posterior etapa de desahije.

## **5.2 ALTURA DE PLANTA**

### **5.2.1 Altura de planta en el cultivo de quinua a los 20 dds**

En esta evaluación los valores obtenidos demuestran que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en ninguno de los factores formulado. Debemos tener en cuenta que hasta esta etapa las condiciones ofrecidas a todos los tratamientos es el mismo tanto en densidad de plantas como los niveles de fertilización aplicados. CARE (2012), nos dice que durante el periodo de crecimiento de la planta de quinua, hay épocas donde los nutrientes son absorbidos con mayor intensidad; esto ocurre desde los 40 dds, y luego alrededor de los 100 dds. Estas épocas coinciden con las etapas de mayor desarrollo y de máxima acumulación de materia seca del cultivo.

Además de ello existe una población muy alta de plantas por golpe lo que no permite una diferenciación muy exacta entre las mismas, es por eso también que recomiendan la práctica del desahije como sustenta Flores et al. (2010), quien manifiesta que mayores densidades significan número de plantas por área muy tupida, dando como resultado plantas pequeñas, raquílicas y con rendimientos bajos; más aún, favorece el establecimiento rápido de las malezas en el campo.

### **5.2.2 Altura de planta en el cultivo de quinua a los 45 dds**

A cuarenta y cinco días después de la siembra, ya se ha realizado una selección de plantas para cumplir con las densidades formuladas además de una primera fertilización complementaria, donde las cantidades de nitrógeno varían de acuerdo a cada tratamiento, mas no en los demás elementos nutricionales.

De esta evaluación se obtiene que el factor que si tiene diferencia significativa es la formulación nitrogenada (Cuadro N 14); estableciéndose F1 (250 uds. de N) con 0.43 m de altura de planta, siendo estadísticamente superior a F2 (200 uds. de N) y F3 (150 uds. de N) con valores de 0.40 m y 0.39 m respectivamente, valores que no presentan diferencia estadística entre ellos.

Perdomo et al. (s.f) afirma que la acumulación de N en la planta en función del tiempo sigue una curva sigmoide donde la acumulación al principio es escasa porque la planta recién se está desarrollando. Luego ocurre una etapa de máxima absorción de N que corresponde al período de activo crecimiento. Finalmente, la tasa de absorción de N se reduce. Las tasas de absorción y la duración de cada una de estas etapas dependen de factores tales como especie, variedad, manejo, etc.

En esta investigación obtenemos la relación que a una mayor dosis de nitrógeno hasta un nivel de 250 uds. por hectárea, mayor es la altura lograda por la planta, evaluando siempre el nivel adecuado de fertilización, ya que no necesariamente al aumentar de nitrógeno alcanzaremos buenos resultados sino que debemos alcanzar un equilibrio entre todos los nutrientes y no elevar el costo de producción innecesariamente.

### **5.2.3 Altura de planta en el cultivo de quinua a los 75 dds**

En este periodo del cultivo de setenta y cinco días después de la siembra la fertilización complementaria se ha concluido. En los resultados (Cuadro N 16) se observa que el factor que si tiene diferencia significativa es la fertilización nitrogenada más no la densidad de plantas. Como sucedió en la evaluación a los 45 dds, el tratamiento con el valor más alto obtenido es F1 (250 uds. de N) ahora con una altura de 1.27 m siendo significativamente diferente a los otros dos niveles de fertilización, los cuales presentan valores de 1.22 m para F2 y 1.21 m para F3, no existiendo diferencia estadística entre éstas dos formulaciones.

#### 5.2.4 Altura de planta en el cultivo de quinua a los 120 dds

En esta evaluación tenemos diferencia significativa para el factor de niveles de fertilización nitrogenada. Este cultivo de quinua alcanza su madurez fisiológica en este periodo, donde se observa que la tendencia de anteriores mediciones de altura continúa hasta el periodo de cosecha. La formulación F1, obtiene una altura de 2.07 m, superior estadísticamente de F2 y F3, con valores de 1.96 m y 1.93 m respectivamente, cuadro N 19.

Gonzales et al (2015) en su trabajo de investigación afirma que tanto la altura de las plantas como el diámetro del tallo respondieron positivamente a la aplicación de dosis crecientes de nitrógeno, donde sus formulaciones fueron de 28 kg N por Ha. Y 56 kg N por Ha. para un fertilización realizada por goteo.

Rosas (2015) en su trabajo de tesis denominado “Evaluación agronómica de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo dos sistemas de cultivo en La Unión-Leticia, Tarma”, obtiene que para la variedad INIA Salcedo con una formulación de nitrógeno de 100 uds. obtiene una altura media de 1.13 m, y para una formulación de 80 uds. de N obtiene una altura de 0.91 m, lo que evidencia un efecto positivo del nitrógeno sobre la altura de planta, tal como resultó en esta investigación.

#### 5.3 LONGITUD DE PANOJA

En el cuadro N 20 se muestra el análisis de varianza para la evaluación de longitud de panoja donde se observa que existe diferencia significativa para los dos factores como son densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada. En primer lugar veremos la densidad, donde los tratamientos D1 y D2 con valores de 0.52 m y 0.51 m respectivamente, no son estadísticamente diferentes, pero ambos son significativamente diferentes a D3 el cual obtiene un valor de 0.49 m.

Sánchez, Chapoñan. (2015) en su tesis titulada “Evaluación del rendimiento en grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* WILLD) con tres distanciamientos entre surcos en el distrito de Cutervo” obtuvieron que el primer lugar en el orden de mérito el distanciamiento de

siembras de 80 cm entre surcos obtuvo 42.06 cm de longitud de panoja. Mientras que el distanciamiento de siembra de 40 cm entre surcos, quedó último con solo 25.71 cm de longitud de panoja. Vemos entonces que a mayor densidad de plantas, tiene un efecto negativo en la longitud de panoja pudiendo ser que la competencia entre plantas ocasione un menor desarrollo longitudinal de ésta.

En el factor de la fertilización nitrogenada, los resultados tienen relación con los resultados de la altura de planta, donde el tratamiento que tuvo mayor altura de planta siendo F1, ahora manifiesta una mayor longitud de panoja con un valor de 0.52 m siendo estadísticamente superior a F2 y F3 con valores de 0.50 m y 0.49 respectivamente.

Rojas, (2015) en su tesis denominada "Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento y composición química de la quinua (*Chenopodium quinoa* W.) variedad Hualhuas, en el distrito de Huando región Huancavelica" encontró una correlación positiva entre altura de planta y tamaño de panoja, teniendo como valor promedio 0.77 m para esta evaluación, siendo muy superior al obtenido en esta investigación, diferencia que puede atribuirse a las condiciones de manejo del cultivo y a la variedad utilizada.

#### **5.4 PESO DE PANOJA**

En el cuadro ANVA realizado para esta evaluación obtenemos que existe diferencia estadística para los dos factores formulados, donde primero para densidad de plantas D1 y D2 tienen valores de 128.93 gr y 126.18 gr respectivamente, no habiendo diferencia significativa entre éstos. Detrás tenemos a D3 con un peso de panoja de 120.71 gr siendo menor estadísticamente a los valores anteriormente mencionados. Estos datos obtenidos tienen una relación con la longitud de panoja, donde a mayor longitud mayor es también el peso de panoja en el momento de la cosecha.

Para el factor de fertilización nitrogenada, existe diferencia estadística entre los tres niveles propuestos, teniendo que para F1 el peso de panoja es de 129.16 gr, para F2 124.91 gr y por último F3 un peso de 121.76 gr. La mayor formulación nitrogenada (F1) manifestó un mayor

crecimiento vegetal analizado en las anteriores evaluaciones, interpretamos entonces que también influyó positivamente en el peso de panoja que no necesariamente puede influir en los componentes de rendimiento del cultivo, porque puede darse un desbalance nutricional afectando la producción de granos por la planta.

## 5.5 COMPONENTES DE RENDIMIENTO

### 5.5.1 Peso de granos por panoja

Después de realizado el ANVA para esta evaluación, obtenemos que existe diferencia significativa para los factores de densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada además también en la interacción entre éstos.

Para la densidad de planta, existe diferencia significativa entre los tres niveles, teniendo D1 un valor de 36.29 gr, seguido por D2 con 31.73 gr y D3 con 29.11 gr. Estos valores nos permiten interpretar que una menor densidad favorece un mejor desarrollo del grano, sin embargo esto no podría tener resultados si los demás factores como puede ser la fertilización perjudican el desarrollo del grano, asumiendo que existe un equilibrio nutricional en la planta.

Rosas, (2015) evaluó el peso de 1000 granos (g.) de quinua de diferentes variedades concluyendo que es una variable que responde a las características de cada variedad, pero puede verse influenciado por las condiciones de manejo agronómico. Así, la densidad de plantas en el campo puede influir en el crecimiento del grano y con ello, del peso final que éste asuma. Para su evaluación de densidades de plantas, Rosas obtuvo resultados más favorables en el sistema de desahije con 26 plantas por metro lineal, afirmando que esto favorece el crecimiento del grano y, con ello, del peso final de éste.

Respecto al factor de fertilización nitrogenada, se observa diferencia significativa entre los tres niveles, siendo F1 el mejor tratamiento, seguido de F2 y F3, con valores de 34.04 gr, 32.47 gr y 30.62 gr respectivamente. Aquí tenemos que un mayor nivel de nitrógeno obtiene un mayor peso de granos por panoja; discrepando lo afirmado por Perdomo et al. quien manifiesta que para los

cereales, el máximo cociente grano/paja se obtiene en situaciones de deficiencia de N. Al aumentar la disponibilidad de N esta relación disminuye. Este principio general se cumple dentro de los límites de interés en cuanto a condiciones de suministro de este nutriente, ya que en situaciones de extrema deficiencia el cultivo no formará grano. Entendiendo esto, vemos que en nuestro trabajo no ocurre de tal forma esta afirmación, ya que el N ha maximizado el rendimiento por planta, mas no ha generado una reducción de éste.

En la interacción entre ambos factores, según los resultados del ANVA para efectos simples la densidad de plantas influye significativamente sobre los tres niveles de formulación nitrogenada sea cual fuese el nivel de fertilización. Para la fertilización nitrogenada sobre los niveles de densidad de plantas, éste influye significativamente en todos los niveles de densidades.

### **5.5.2 Rendimiento de grano seco por hectárea**

Los resultados obtenidos en el ANVA nos afirman que existe diferencia significativa para los factores de densidad de plantas y niveles de fertilización nitrogenada además también en la interacción entre éstos.

En primer lugar veremos que en la densidad de plantas, D3 alcanza el valor más alto obtenido, con un rendimiento de 4996.9 kg/Ha. seguido de D2 y D1 con 4050.9 kg/Ha. y 2285.8 kg/ Ha. respectivamente, existiendo diferencia significativa entre estos tres valores. Entonces notamos que una densidad de tres plantas por golpe nos permite obtener mejores resultados, sin embargo en esta evaluación sucedió algo inverso, a lo que obteníamos en otras evaluaciones y es que D3 venia teniendo los valores más bajos, sin embargo en la evaluación del rendimiento obtiene mejores resultados, entendiendo con esto que el riesgo de que la planta sea afectada por factores sanitarios, climáticos u otros comprometa el número de plantas y la producción de grano, con esto el rendimiento final del cultivo en el campo.

Para la evaluación de fertilización se observa que existe diferencia significativa entre el tratamiento F2 y F3, teniendo el primero un rendimiento de 3942.9 kg/Ha. y F3 un valor de 3600.1

kg/Ha.; así mismo F1 tiene un rendimiento de 3790.6 kg/Ha. siendo éste último el que no tiene diferencias significativas con las dos anteriores formulaciones.

Rosas, (2015). en su trabajo de investigación obtuvo un rendimiento de 3047.8 kg/Ha. para la variedad INIA Salcedo con una formulación de N de 100 uds. por Ha. bajo condiciones de la provincia de Tarma, Junín. Comparando con nuestra investigación, el mejor rendimiento lo logramos duplicando el nivel de N, es decir 200 uds. de N. obteniendo un rendimiento superior a Rosas con diferencia de 895 kg/Ha., indicando que las densidades propuestas son diferentes en alrededor de 11 plantas por metro lineal con nuestra mayor densidad formulada.

En la interacción entre ambos factores, según los resultados del ANVA para efectos simples, tenemos que la densidad de plantas influye significativamente sobre los tres niveles de formulación nitrogenada. Del lado contrario la formulación nitrogenada influye significativamente sólo para el nivel de densidad de tres plantas por golpe.

## **5.6 CARACTERISTICA DE CALIDAD COMERCIAL**

### **5.6.1 Diámetro de grano cosechado**

#### **5.6.1.1 Porcentaje del rendimiento de grano seco por hectárea con diámetro de 2 mm**

Para esta evaluación tenemos que según el ANVA, se presenta diferencia significativa en los dos factores y en la interacción que tenemos entre ellos. Para la densidad de plantas tenemos que D1 con un valor de 56.9 % es mejor y significativamente diferente a D3, mas no a D2 con un 56.4 % siendo éste también el que no presenta diferencia significativa con D3 el cual tiene un porcentaje de 55.8 %. Los valores obtenidos nos demuestran que entre una y dos plantas por golpe no tendríamos diferencia y que entre dos y tres plantas tampoco las habría, sin embargo es preferible el uso de tres plantas por golpe a que asegura una mayor cantidad de plantas y un mayor rendimiento como vimos anteriormente.

En la fertilización nitrogenada obtenemos que F1 tiene el más alto valor, seguido de F2 y F3 con cifras de 59.6 %, 55.9 % y 53.6 % respectivamente, existiendo diferencia significativa entre estos tres niveles. Para un tema calidad comercial interpretamos que convendría formular una dosis de 250 uds. de N.; sin embargo para un costo de producción menor es preferible 200 uds. de N., teniendo como dato anterior que entre estas dos formulaciones no existe diferencia significativa para la obtención del rendimiento de grano seco por hectárea.

Dentro del ANVA para efectos simples en la interacción entre ambos factores, vemos que el factor densidad de plantas tiene influencia significativa sobre los niveles de nitrógeno de F1 (250 uds.) y F3 (150 uds.), mas no sobre F2 (200 uds.). En el factor de niveles de formulación nitrogenada, éste influye significativamente en los tres niveles de densidad de plantas sobre sus resultados, notando la influencia de la nutrición sobre el tamaño del grano.

#### **5.6.1.2 Porcentaje del rendimiento de grano seco por hectárea con diámetro menor a 2 mm**

Para el porcentaje de rendimiento con diámetro menor a 2 mm, obtenemos que solo existe diferencia significativa para el factor de la fertilización nitrogenada, y en la prueba de Duncan para efectos principales vemos que el tratamiento con más alto valor es F3 seguido de F2 Y F1, con valores de 42.4 %, 40.9 %, y 37 % respectivamente. Interpretamos que con la formulación más baja de nitrógeno obtenemos mayor cantidad de grano pequeño, lo que afectaría la rentabilidad del cultivo, siendo preferible entonces invertir en la nutrición de la planta para lograr resultados esperados.

### **5.8 ANALISIS DE RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE QUINUA**

Esta evaluación nos permitió llevar a costos los tratamientos evaluados, donde vemos que para el beneficio bruto claramente el tratamiento D3 F2 (tres plantas por golpe y 200 unidades de N) presenta el valor más alto con un ingreso de s/. 19704.93 soles, seguido de los tratamientos D3 F1 y D3 F3, los cuales obtienen un ingreso bruto alrededor de los s/. 16500 soles. Los tratamientos con menor ingreso bruto son los que registran una planta por golpe, independientemente de la

formulación nitrogenada con que fueron evaluados, éstos tratamientos ninguno de ellos supera los s/. 9000 soles de ingreso bruto, por lo que obviamente no convendría instalar quinua con esta densidad de plantas.

Para evaluar el ingreso neto vemos primero que debemos identificar el costo de producción, donde la densidad de plantas no es un factor que altere significativamente el costo de producción. La fertilización evaluada a base de nitrógeno si significo cambios en los costos, siendo de mayor a menor el siguiente orden F1, F2, y F3. Siendo así observamos que el tratamiento con mayor ingreso neto es D3 F2 (tres plantas por golpe y 200 unidades de N) con un valor de s/. 8775.94 soles seguido de los tratamientos D3 F1 y D3 F3, los cuales obtienen un ingreso neto alrededor de los s/. 5500.00 soles. Se registra pérdida de dinero en los tratamientos con una sola planta por golpe, teniendo una cifra negativa de s/. 3000.00 aproximadamente. Vemos finalmente que en la relación beneficio/costo claramente es de mayor beneficio el tratamiento D3 F2 (tres plantas por golpe y 200 unidades de N) con un valor de 0.80.

## CAPITULO VI.

### CONCLUSIONES

1. Para la evaluación de densidad de plantas, se obtuvo que el mejor tratamiento en la producción es D3 (3 plantas por golpe) lo cual significaría un total de 187 500 plantas por hectárea de la variedad INIA Salcedo, con un rendimiento de 4.9 ton/Ha para una instalación en condiciones del Distrito de La Joya, Arequipa.
2. Determinamos que el nitrógeno influye en la producción del cultivo de quinua, evaluando una correcta formulación para cada zona, donde obtuvimos que para las condiciones del Distrito de la Joya, la formulación F2 (200 uds. de N por Ha.) alcanzó un rendimiento de 3.9 ton/Ha, siendo el valor más alto obtenido de las tres formulaciones de nitrógeno.
3. La densidad de plantas y el nivel de fertilización nitrogenada, interactúan entre sí promoviendo de esta forma obtener un mayor rendimiento por unidad de superficie; donde se obtuvo que los tratamientos D3 y F2 lograron el mayor rendimiento de este grano andino en condiciones de La Joya, esto demostrado a través de un análisis estadístico.

## CAPITULO VII.

### RECOMENDACIONES

1. Evaluar la densidad adecuada para cada zona de acuerdo a sus condiciones agroecológicas, ya que una sobrepoblación o baja densidad de plantas afectara el rendimiento por unidad de superficie cultivada perjudicando al productor no siendo competitivo en el mercado de la comercialización.
2. Evaluar las condiciones de suelo para cada cultivo, optimizando así los recursos para la nutrición donde un exceso de fertilizantes no necesariamente incrementara el rendimiento, sino más bien elevara el costo de producción de ese cultivo.
3. Para la producción de cualquier cultivo, las labores deben ser desde el inicio lo más adecuadas posibles, ya que desmerecer alguna de éstas influirá en la producción final de la planta.

## CAPITULO VIII.

### BIBLIOGRAFIA

1. ANA (Autoridad Nacional del Agua). 2011. “Proyecto obras de control y medición de agua por bloques de riego en el valle la Joya Nueva”. Lima Perú.
2. CANAHUA, MUJICA. (s.f). Quinoa: pasado, presente y futuro. “Sistemas Importantes de Patrimonio Agrícola Mundial” SIPAM. FAO y Ministerio del Ambiente. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
3. CARE Perú. 2012. Manual de nutrición y fertilización de la quinua. 1 Ed. Lima Perú.
4. CERVANTES, COVARRUBIAS, RANGEL, TERRÓN, MENDOZA, PRECIADO. 2013. Densidad de población y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz. (En línea). Disponible en [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v24n01\\_101.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v24n01_101.pdf) (2015, 20 de noviembre)
5. FAIRLIE. 2016. La quinua en el Perú, cadena exportadora y políticas de gestión ambiental. Pontificia Universidad Católica del Perú. Instituto de Ciencias de la Naturaleza, Territorio y Energías Renovables (INTE-PUCP)
6. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. 1 Ed. Lima Perú.
7. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), UNALM (Universidad Agraria La Molina. PE). 2016. Guía de Cultivo de la Quinoa. 2 Ed. Lima Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina Programa de Investigación y Proyección Social de Cereales y Granos Nativos Facultad de Agronomía.
8. FERNANDEZ, SOHONERO. 2010. Estudio de la morfología y viabilidad de semillas de 8 taxones de quinua silvestre de Bolivia. Fundación PROINPA, La Paz Bolivia.
9. FLORES, CHILQUILLO, CUSIATADO, PUJAICO, ALANYA, CHÁVEZ, SARMIENTO, Y RISCO. 2010. Tecnología productiva de la quinua. 1 Ed. Perú. Organización Privada de Desarrollo.

10. GONZÁLEZ, ERAZZÚ, BUEDO, BLANCO, MARTÍNEZ, PRADO. 2015. Efecto de la densidad de siembra sobre variables morfológicas y rendimiento granario en *Chenopodium quinoa Willd* var. Cica cultivadas en Amaicha del Valle (Tucumán – Argentina). (En línea) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Disponible en <http://inta.gov.ar/documentos/efecto-de-la-densidad-de-siembra-sobre-variables-morfologicas-y-rendimiento-granario-en-chenopodium-quinoa-willd-var.-cica-cultivadas-en-amaicha-del-valle-tucuman-2013-argentina/> (2015, 14 de setiembre)
11. GONZÁLEZ, ERAZZÚ, BUEDO, BLANCO, MARTÍNEZ, PRADO. 2015. Efecto de la fertilización nitrogenada orgánica sobre el crecimiento y parámetros fotosintéticos en dos variedades de quinoa cultivadas en Amaicha del Valle (Tucumán, Argentina). (En línea) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Disponible en <http://inta.gov.ar/documentos/efecto-de-la-fertilizacion-nitrogenada-organica-sobre-el-crecimiento-y-parametros-fotosinteticos-en-dos-variedades-de-quinoa-cultivadas-en-amaicha-del-valle-tucuman-argentina/> (2015, 14 de setiembre)
12. HEVIA, WILCKENS, BERTI, BADILLA. 2000. Características del almidón y contenido de proteína de quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) cultivada bajo diferentes niveles de nitrógeno en Chillan. (En línea) Chile. Disponible en [http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=s030488022001000100006&script=sci\\_arttext](http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=s030488022001000100006&script=sci_arttext) (2015, 20 de noviembre)
13. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura), INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2015. El mercado y la producción de quinua en el Perú. Lima Perú.
14. MINAGRI, 2014. Un futuro sembrado hace miles de años. Memoria del Año Internacional de la Quinoa en el Perú.
15. MIRANDA, CARLESSO, HUANCA, MAMANI, BORDA. 2013. Rendimiento y acumulación de nitrógeno en la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) producida con estiércol y riego suplementario. La Paz Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía.

16. MUJICA. (s.f). El origen de la quínoa y la historia de su domesticación. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
17. PERDOMO, BARBAZAN, DURAN. (s.f.). Área de suelos y aguas, cátedra de fertilidad. Nitrógeno. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo Uruguay.
18. PEREYRA. 2001. Asimilación del nitrógeno en plantas. Argentina. Facultad de Agronomía Universidad de La Pampa.
19. PROINPA (Promoción e Investigación en Productos Andinos. BO). 2011. La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Bolivia. 66
20. RABINES, OVIEDO, CASANOVA, PLENGE. 2013. Quinoa. Principales aspectos de la cadena agroproductiva. Dirección General de Competitividad Agraria. MINAG
21. ROJAS, 2015. "Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento y composición química de la quinua (*Chenopodium quinoa* W.) variedad Hualhuas, en el distrito de huando, región Huancavelica". Facultad de Ciencias de Ingeniería. Universidad Nacional de Huancavelica. Perú.
22. ROSAS, 2015. "evaluación agronómica de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo dos sistemas de cultivo en La Unión-Leticia, Tarma". Facultad de Agronomía. UNALM. Perú.
23. SAGA SEEDS, Quinoa Salcedo INIA. (En línea). Disponible en <http://www.sagaseedsperu.com/Ficha%20t%C3%A9cnica%20variedad%20quinua%20Salcedo%20INIA.pdf> (2015, 16 de setiembre)
24. SÁNCHEZ. 2013. "Proyecto de factibilidad de inversión privada para la instalación de un semillero de quinua". Lima Perú. Sierra Exportadora. 94
25. SANCHEZ, CHAPOÑAN. 2015. Evaluación del rendimiento en grano de cuatro variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa* WILLD) con tres distanciamientos entre surcos en el distrito de Cutervo. Lambayeque Perú.
26. URIBE, U.L. 1952. Botánica. Santafé de Bogotá, Editorial Voluntad.
27. VARGAS, 2013. Congreso Científico de la Quinoa (Memorias). La Paz, Bolivia. 682 p.

## ANEXOS

### Anexo 1. Porcentaje de emergencia en el bloque I a los 7 y 15 dds.

| CODIGO | Nº DE GOLPES EMERGIDOS A LOS 7 DIAS | % DE EMERGENCIA A LOS 7 DIAS | Nº DE GOLPES EMERGIDOS A LOS 15 DIAS | % DE EMERGENCIA A LOS 15 DIAS | NUMERO FINAL DE GOLPES POR SURCO | % DE GERMINACION EN GOLPES POR SURCO |
|--------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| D1 F1  | 113                                 | 90.4                         | 121                                  | 96.8                          | 121                              | 96.8                                 |
| D2 F1  | 115                                 | 92                           | 121                                  | 96.8                          | 121                              | 96.8                                 |
| D3 F1  | 114                                 | 91.2                         | 123                                  | 98.4                          | 123                              | 98.4                                 |
| D1 F2  | 114                                 | 91.2                         | 122                                  | 97.6                          | 122                              | 97.6                                 |
| D2 F2  | 113                                 | 90.4                         | 120                                  | 96                            | 120                              | 96                                   |
| D3 F2  | 115                                 | 92                           | 122                                  | 97.6                          | 122                              | 97.6                                 |
| D1 F3  | 117                                 | 93.6                         | 120                                  | 96                            | 120                              | 96                                   |
| D2 F3  | 114                                 | 91.2                         | 121                                  | 96.8                          | 121                              | 96.8                                 |
| D3 F3  | 113                                 | 90.4                         | 122                                  | 97.6                          | 122                              | 97.6                                 |

### Anexo 2. Porcentaje de emergencia en el bloque II a los 7 y 15 dds.

| CODIGO | Nº DE GOLPES EMERGIDOS A LOS 7 DIAS | % DE EMERGENCIA A LOS 7 DIAS | Nº DE GOLPES EMERGIDOS A LOS 15 DIAS | % DE EMERGENCIA A LOS 15 DIAS | NUMERO FINAL DE GOLPES POR SURCO | % DE GERMINACION EN GOLPES POR SURCO |
|--------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| D1 F1  | 117                                 | 93.6                         | 121                                  | 96.8                          | 121                              | 96.8                                 |
| D2 F1  | 114                                 | 91.2                         | 119                                  | 95.2                          | 119                              | 95.2                                 |
| D3 F1  | 116                                 | 92.8                         | 123                                  | 98.4                          | 123                              | 98.4                                 |
| D1 F2  | 115                                 | 92                           | 122                                  | 97.6                          | 122                              | 97.6                                 |
| D2 F2  | 118                                 | 94.4                         | 124                                  | 99.2                          | 124                              | 99.2                                 |
| D3 F2  | 119                                 | 95.2                         | 123                                  | 98.4                          | 123                              | 98.4                                 |
| D1 F3  | 114                                 | 91.2                         | 119                                  | 95.2                          | 119                              | 95.2                                 |
| D2 F3  | 115                                 | 92                           | 123                                  | 98.4                          | 123                              | 98.4                                 |
| D3 F3  | 117                                 | 93.6                         | 122                                  | 97.6                          | 122                              | 97.6                                 |

**Anexo 3. Porcentaje de emergencia en el bloque III a los 7 y 15 dds.**

| <b>CODIGO</b> | <b>Nº DE GOLPES EMERGIDOS A LOS 7 DIAS</b> | <b>% DE EMERGENCIA A LOS 7 DIAS</b> | <b>Nº DE GOLPES EMERGIDOS A LOS 15 DIAS</b> | <b>% DE EMERGENCIA A LOS 15 DIAS</b> | <b>NUMERO FINAL DE GOLPES POR SURCO</b> | <b>% DE GERMINACION EN GOLPES POR SURCO</b> |
|---------------|--|-------------------------------------|---|--------------------------------------|---|---|
| D1 F1         | 115  | 92                                  | 120   | 96                                   | 120                                     | 96  |
| D2 F1         | 114  | 91.2                                | 123   | 98.4                                 | 123                                     | 98.4  |
| D3 F1         | 117  | 93.6                                | 124   | 99.2                                 | 124                                     | 99.2  |
| D1 F2         | 115  | 92                                  | 121   | 96.8                                 | 121                                     | 96.8  |
| D2 F2         | 116  | 92.8                                | 119   | 95.2                                 | 119                                     | 95.2  |
| D3 F2         | 118  | 94.4                                | 123   | 98.4                                 | 123                                     | 98.4  |
| D1 F3         | 115  | 92                                  | 122   | 97.6                                 | 122                                     | 97.6  |
| D2 F3         | 116  | 92.8                                | 123   | 98.4                                 | 123                                     | 98.4  |
| D3 F3         | 117  | 93.6                                | 120   | 96                                   | 120                                     | 96  |

**Anexo 4. Altura de planta en el bloque I a los 20, 45, 75 y 120 días después de la siembra.**

| <b>CODIGO</b> | <b>DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA</b> |               |               |                |
|---------------|-----------------------------------|---------------|---------------|----------------|
|               | <b>20 DDS</b>                     | <b>45 DSS</b> | <b>75 DDS</b> | <b>120 DDS</b> |
| D1 F1         | 0.17                              | 0.44          | 1.29          | 2.10           |
| D2 F1         | 0.18                              | 0.43          | 1.25          | 2.07           |
| D3 F1         | 0.15                              | 0.41          | 1.26          | 2.11           |
| D1 F2         | 0.18                              | 0.39          | 1.22          | 2.02           |
| D2 F2         | 0.16                              | 0.41          | 1.24          | 1.96           |
| D3 F2         | 0.15                              | 0.42          | 1.22          | 1.98           |
| D1 F3         | 0.15                              | 0.41          | 1.23          | 1.96           |
| D2 F3         | 0.16                              | 0.38          | 1.20          | 1.90           |
| D3 F3         | 0.18                              | 0.39          | 1.22          | 1.94           |

**Anexo 5. Altura de planta en el bloque II a los 20, 45, 75 y 120 dds.**

| CODIGO | DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA |        |        |         |
|--------|----------------------------|--------|--------|---------|
|        | 20 DDS                     | 45 DSS | 75 DDS | 120 DDS |
| D1 F1  | 0.16                       | 0.43   | 1.27   | 2.10    |
| D2 F1  | 0.19                       | 0.44   | 1.25   | 1.99    |
| D3 F1  | 0.15                       | 0.47   | 1.31   | 2.09    |
| D1 F2  | 0.14                       | 0.41   | 1.23   | 1.98    |
| D2 F2  | 0.15                       | 0.41   | 1.22   | 2.00    |
| D3 F2  | 0.14                       | 0.40   | 1.20   | 1.91    |
| D1 F3  | 0.17                       | 0.39   | 1.19   | 1.87    |
| D2 F3  | 0.15                       | 0.40   | 1.22   | 1.94    |
| D3 F3  | 0.15                       | 0.38   | 1.19   | 1.92    |

**Anexo 6. Altura de planta en el bloque III a los 20, 45, 75 y 120 dds.**

| CODIGO | DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA |        |        |         |
|--------|----------------------------|--------|--------|---------|
|        | 20 DDS                     | 45 DSS | 75 DDS | 120 DDS |
| D1 F1  | 0.12                       | 0.41   | 1.25   | 2.04    |
| D2 F1  | 0.16                       | 0.42   | 1.28   | 2.12    |
| D3 F1  | 0.16                       | 0.41   | 1.24   | 1.97    |
| D1 F2  | 0.12                       | 0.38   | 1.20   | 1.92    |
| D2 F2  | 0.11                       | 0.38   | 1.19   | 1.89    |
| D3 F2  | 0.13                       | 0.41   | 1.24   | 2.00    |
| D1 F3  | 0.14                       | 0.37   | 1.21   | 1.96    |
| D2 F3  | 0.16                       | 0.41   | 1.24   | 1.94    |
| D3 F3  | 0.13                       | 0.39   | 1.18   | 1.91    |

**Anexo 7. Longitud de panoja (m) en el bloque I en el cultivo de quinua.**

| CODIGO | LONGITUD DE PANOJA MOMENTO ANTES DE LA COSECHA (m) |           |           |           |           | LONGITUD PROMEDIO (m) |
|--------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|
|        | MUESTRA 1  | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 | MUESTRA 4 | MUESTRA 5 |                       |
| D1 F1  | 0.52   | 0.56      | 0.49      | 0.59      | 0.57      | 0.55                  |
| D2 F1  | 0.49   | 0.57      | 0.53      | 0.49      | 0.55      | 0.53                  |
| D3 F1  | 0.50   | 0.45      | 0.48      | 0.51      | 0.52      | 0.49                  |
| D1 F2  | 0.52   | 0.49      | 0.54      | 0.51      | 0.56      | 0.52                  |
| D2 F2  | 0.52   | 0.50      | 0.49      | 0.46      | 0.51      | 0.50                  |
| D3 F2  | 0.49   | 0.46      | 0.50      | 0.52      | 0.49      | 0.49                  |
| D1 F3  | 0.53   | 0.49      | 0.51      | 0.52      | 0.49      | 0.51                  |
| D2 F3  | 0.46   | 0.52      | 0.49      | 0.45      | 0.51      | 0.49                  |
| D3 F3  | 0.50   | 0.47      | 0.52      | 0.44      | 0.49      | 0.48                  |

**Anexo 8. Longitud de panoja (m) en el bloque II en el cultivo de quinua.**

| CODIGO | LONGITUD DE PANOJA MOMENTO ANTES DE LA COSECHA (m) |           |           |           |           | LONGITUD PROMEDIO (m) |
|--------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|
|        | MUESTRA 1  | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 | MUESTRA 4 | MUESTRA 5 |                       |
| D1 F1  | 0.56   | 0.52      | 0.52      | 0.49      | 0.58      | 0.53                  |
| D2 F1  | 0.55   | 0.59      | 0.49      | 0.48      | 0.51      | 0.52                  |
| D3 F1  | 0.48   | 0.52      | 0.49      | 0.56      | 0.53      | 0.52                  |
| D1 F2  | 0.48   | 0.54      | 0.49      | 0.50      | 0.53      | 0.51                  |
| D2 F2  | 0.53   | 0.48      | 0.52      | 0.50      | 0.46      | 0.50                  |
| D3 F2  | 0.48   | 0.45      | 0.47      | 0.53      | 0.42      | 0.47                  |
| D1 F3  | 0.52   | 0.49      | 0.45      | 0.52      | 0.49      | 0.49                  |
| D2 F3  | 0.53   | 0.51      | 0.41      | 0.50      | 0.56      | 0.50                  |
| D3 F3  | 0.48   | 0.51      | 0.42      | 0.52      | 0.49      | 0.48                  |

**Anexo 9. Longitud de panoja (m) en el bloque III en el cultivo de quinua.**

| CODIGO | LONGITUD DE PANOJA MOMENTO ANTES DE LA COSECHA (m) |           |           |           |           | LONGITUD PROMEDIO (m) |
|--------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|
|        | MUESTRA 1  | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 | MUESTRA 4 | MUESTRA 5 |                       |
| D1 F1  | 0.53   | 0.52      | 0.53      | 0.49      | 0.51      | 0.52                  |
| D2 F1  | 0.55   | 0.48      | 0.49      | 0.54      | 0.51      | 0.51                  |
| D3 F1  | 0.51   | 0.44      | 0.49      | 0.47      | 0.49      | 0.48                  |
| D1 F2  | 0.52   | 0.49      | 0.50      | 0.52      | 0.49      | 0.50                  |
| D2 F2  | 0.50   | 0.48      | 0.52      | 0.56      | 0.51      | 0.51                  |
| D3 F2  | 0.51   | 0.47      | 0.49      | 0.53      | 0.50      | 0.50                  |
| D1 F3  | 0.52   | 0.49      | 0.46      | 0.56      | 0.54      | 0.51                  |
| D2 F3  | 0.49   | 0.51      | 0.47      | 0.50      | 0.49      | 0.49                  |
| D3 F3  | 0.41   | 0.51      | 0.44      | 0.50      | 0.46      | 0.46                  |

**Anexo 10. Peso de panoja (gr) en el bloque I en el cultivo de quinua.**

| CODIGO | PESO DE PANOJA MOMENTO DESPUES DE LA COSECHA (gr) |           |           |           |           | PESO PROMEDIO (gr) |
|--------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|
|        | MUESTRA 1   | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 | MUESTRA 4 | MUESTRA 5 |                    |
| D1 F1  | 140   | 137       | 134       | 134       | 139       | 136.8              |
| D2 F1  | 132   | 134       | 129       | 134       | 135       | 132.8              |
| D3 F1  | 129   | 126       | 130       | 127       | 124       | 127.2              |
| D1 F2  | 130   | 135       | 132       | 129       | 133       | 131.8              |
| D2 F2  | 126   | 129       | 127       | 121       | 126       | 125.8              |
| D3 F2  | 128   | 120       | 125       | 121       | 120       | 122.8              |
| D1 F3  | 130   | 124       | 125       | 129       | 132       | 128.0              |
| D2 F3  | 123   | 131       | 129       | 130       | 122       | 127.0              |
| D3 F3  | 121   | 127       | 124       | 127       | 116       | 123.0              |

**Anexo 11. Peso de panoja (gr) en el bloque II en el cultivo de quinua.**

| CODIGO | PESO DE PANOJA MOMENTO DESPUES DE LA COSECHA (gr) |           |           |           |           | PESO PROMEDIO (gr) |
|--------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|
|        | MUESTRA 1   | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 | MUESTRA 4 | MUESTRA 5 |                    |
| D1 F1  | 137   | 140       | 130       | 129       | 124       | 132.0              |
| D2 F1  | 122   | 130       | 128       | 126       | 127       | 126.6              |
| D3 F1  | 126   | 119       | 126       | 123       | 129       | 124.6              |
| D1 F2  | 121   | 124       | 128       | 128       | 124       | 125.0              |
| D2 F2  | 118   | 121       | 126       | 123       | 122       | 122.0              |
| D3 F2  | 115   | 121       | 99        | 119       | 125       | 115.8              |
| D1 F3  | 115   | 119       | 129       | 116       | 127       | 121.2              |
| D2 F3  | 121   | 126       | 131       | 127       | 124       | 125.8              |
| D3 F3  | 109   | 105       | 113       | 119       | 128       | 114.8              |

**Anexo 12. Peso de panoja (gr) en el bloque III en el cultivo de quinua.**

| CODIGO | PESO DE PANOJA MOMENTO DESPUES DE LA COSECHA (gr) |           |           |           |           | PESO PROMEDIO (gr) |
|--------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|
|        | MUESTRA 1   | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 | MUESTRA 4 | MUESTRA 5 |                    |
| D1 F1  | 123   | 135       | 127       | 134       | 141       | 132.0              |
| D2 F1  | 126   | 127       | 133       | 128       | 131       | 129.0              |
| D3 F1  | 118   | 122       | 119       | 125       | 123       | 121.4              |
| D1 F2  | 127   | 129       | 132       | 120       | 131       | 127.8              |
| D2 F2  | 125   | 122       | 129       | 129       | 131       | 127.2              |
| D3 F2  | 127   | 123       | 128       | 131       | 121       | 126.0              |
| D1 F3  | 132   | 126       | 110       | 134       | 127       | 125.8              |
| D2 F3  | 118   | 124       | 106       | 128       | 121       | 119.4              |
| D3 F3  | 108   | 120       | 112       | 115       | 99        | 110.8              |

**Anexo 13. Peso de granos por panoja (gr) en el bloque I en el cultivo de quinua.**

| CODIGO | PESO DE GRANOS POR PANOJA (gr) |           |           |           |           | PESO PROMEDIO gr |
|--------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|        | MUESTRA 1                      | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 | MUESTRA 4 | MUESTRA 5 |                  |
| D1 F1  | 37                             | 42        | 38        | 41        | 38        | 39.2             |
| D2 F1  | 36                             | 33        | 31        | 36        | 37        | 34.6             |
| D3 F1  | 27                             | 32        | 29        | 28        | 30        | 29.2             |
| D1 F2  | 41                             | 38        | 35        | 33        | 36        | 36.6             |
| D2 F2  | 30                             | 32        | 31        | 27        | 33        | 30.6             |
| D3 F2  | 31                             | 29        | 33        | 25        | 29        | 29.4             |
| D1 F3  | 33                             | 36        | 31        | 34        | 35        | 33.8             |
| D2 F3  | 29                             | 33        | 32        | 25        | 32        | 30.2             |
| D3 F3  | 24                             | 26        | 31        | 28        | 27        | 27.2             |

**Anexo 14. Peso de granos por panoja (gr) en el bloque II en el cultivo de quinua.**

| CODIGO | PESO DE GRANOS POR PANOJA (gr) |           |           |           |           | PESO PROMEDIO gr |
|--------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|        | MUESTRA 1                      | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 | MUESTRA 4 | MUESTRA 5 |                  |
| D1 F1  | 39                             | 35        | 39        | 42        | 38        | 38.6             |
| D2 F1  | 34                             | 39        | 36        | 36        | 30        | 35.0             |
| D3 F1  | 27                             | 31        | 26        | 29        | 30        | 28.6             |
| D1 F2  | 37                             | 40        | 36        | 32        | 37        | 36.4             |
| D2 F2  | 32                             | 29        | 35        | 28        | 30        | 30.8             |
| D3 F2  | 34                             | 29        | 33        | 34        | 28        | 31.6             |
| D1 F3  | 29                             | 36        | 36        | 38        | 31        | 34.0             |
| D2 F3  | 31                             | 27        | 30        | 26        | 33        | 29.4             |
| D3 F3  | 25                             | 30        | 29        | 24        | 33        | 28.2             |

**Anexo 15. Peso de granos por panoja (gr) en el bloque III en el cultivo de quinua.**

| CODIGO | PESO DE GRANOS POR PANOJA (gr) |           |           |           |           | PESO PROMEDIO gr |
|--------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|        | MUESTRA 1                      | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 | MUESTRA 4 | MUESTRA 5 |                  |
| D1 F1  | 42                             | 39        | 40        | 34        | 37        | 38.4             |
| D2 F1  | 31                             | 33        | 38        | 35        | 35        | 34.4             |
| D3 F1  | 29                             | 27        | 30        | 29        | 27        | 28.4             |
| D1 F2  | 33                             | 40        | 37        | 38        | 33        | 36.2             |
| D2 F2  | 27                             | 29        | 34        | 28        | 30        | 29.6             |
| D3 F2  | 26                             | 31        | 35        | 29        | 34        | 31.0             |
| D1 F3  | 32                             | 35        | 29        | 33        | 38        | 33.4             |
| D2 F3  | 30                             | 25        | 33        | 32        | 35        | 31.0             |
| D3 F3  | 28                             | 30        | 25        | 26        | 33        | 28.4             |

**Anexo 16. Rendimiento de grano seco por hectárea (kg) en el bloque I en el cultivo de quinua.**

| CODIGO | PESO DE GRANOS POR HECTAREA |                               |
|--------|-----------------------------|-------------------------------|
|        | PESO TOTAL POR SURCO (KG)   | RENDIMIENTO POR HECTAREA (KG) |
| D1 F1  | 4.2                         | 2400.0                        |
| D2 F1  | 7.1                         | 4057.2                        |
| D3 F1  | 8.3                         | 4743.0                        |
| D1 F2  | 4.1                         | 2342.9                        |
| D2 F2  | 7.3                         | 4171.5                        |
| D3 F2  | 10.2                        | 5828.7                        |
| D1 F3  | 4.1                         | 2342.9                        |
| D2 F3  | 6.9                         | 3942.9                        |
| D3 F3  | 9.2                         | 5257.2                        |

**Anexo 17. Rendimiento de grano seco por hectárea (kg) en el bloque II en el cultivo de quinua.**

| CODIGO | PESO DE GRANOS POR HECTAREA  |                                  |
|--------|------------------------------|----------------------------------|
|        | PESO TOTAL POR SURCO<br>(KG) | RENDIMIENTO POR HECTAREA<br>(KG) |
| D1 F1  | 4.2                          | 2400.0                           |
| D2 F1  | 7.9                          | 4514.4                           |
| D3 F1  | 8.4                          | 4800.1                           |
| D1 F2  | 3.9                          | 2228.6                           |
| D2 F2  | 7.0                          | 4000.1                           |
| D3 F2  | 9.9                          | 5657.3                           |
| D1 F3  | 3.8                          | 2171.5                           |
| D2 F3  | 6.6                          | 3771.5                           |
| D3 F3  | 8.9                          | 5085.8                           |

**Anexo 18. Rendimiento de grano seco por hectárea (kg) en el bloque III en el cultivo de quinua.**

| CODIGO | PESO DE GRANOS POR HECTAREA  |                                  |
|--------|------------------------------|----------------------------------|
|        | PESO TOTAL POR SURCO<br>(KG) | RENDIMIENTO POR HECTAREA<br>(KG) |
| D1 F1  | 4.0                          | 2285.8                           |
| D2 F1  | 7.6                          | 4342.9                           |
| D3 F1  | 8.0                          | 4571.5                           |
| D1 F2  | 4.0                          | 2285.8                           |
| D2 F2  | 6.8                          | 3885.8                           |
| D3 F2  | 8.9                          | 5085.8                           |
| D1 F3  | 3.7                          | 2114.3                           |
| D2 F3  | 6.6                          | 3771.5                           |
| D3 F3  | 6.9                          | 3942.9                           |

**Anexo 19. Diámetro de grano con granulometría de 2 a más mm en el cultivo de quinua.**

| <b>CODIGO</b> | <b>BLOQUE I</b> | <b>BLOQUE II</b> | <b>BLOQUE III</b> | <b>% PROMEDIO DEL TOTAL DE PRODUCCION</b> |
|---------------|-----------------|------------------|-------------------|---|
| D1 F1         | 60.40           | 61.8             | 59.9              | 60.7                                      |
| D2 F1         | 58.90           | 59.5             | 58.2              | 58.9                                      |
| D3 F1         | 59.60           | 58.9             | 58.8              | 59.1                                      |
| D1 F2         | 55.70           | 54.9             | 55.8              | 55.5                                      |
| D2 F2         | 56.00           | 56.3             | 54.6              | 55.6                                      |
| D3 F2         | 56.10           | 56.7             | 56.9              | 56.6                                      |
| D1 F3         | 54.00           | 54.9             | 55.1              | 54.7                                      |
| D2 F3         | 53.40           | 55.7             | 54.6              | 54.6                                      |
| D3 F3         | 52.40           | 51.5             | 51.2              | 51.7                                      |

**Anexo 20. Diámetro de grano con granulometría menor a 2 mm en el cultivo de quinua.**

| <b>CODIGO</b> | <b>BLOQUE I</b> | <b>BLOQUE II</b> | <b>BLOQUE III</b> | <b>% PROMEDIO DEL TOTAL DE PRODUCCION</b> |
|---------------|-----------------|------------------|-------------------|---|
| D1 F1         | 36.4            | 35.00            | 36.6              | 36.0                                      |
| D2 F1         | 37.0            | 37.60            | 39.6              | 38.1                                      |
| D3 F1         | 36.2            | 38.00            | 36.8              | 37.0                                      |
| D1 F2         | 40.5            | 41.30            | 41.2              | 41.0                                      |
| D2 F2         | 40.5            | 40.40            | 42.3              | 41.1                                      |
| D3 F2         | 41.5            | 41.00            | 39.8              | 40.8                                      |
| D1 F3         | 40.8            | 41.60            | 41.5              | 41.3                                      |
| D2 F3         | 43.6            | 40.20            | 42.1              | 42.0                                      |
| D3 F3         | 43.0            | 44.20            | 44.2              | 43.8                                      |





Anexo 23. Climatología de la zona durante los meses que duró la investigación.

| Estación : LA JOYA , Tipo Convencional - Meteorológica |                      |                      |                             |      |      |                               |      |      |                    |      |                          |                                |
|--|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|------|--------------------------|--------------------------------|
| Departamento : AREQUIPA                                |                      |                      | Provincia : AREQUIPA        |      |      | Distrito : VITOR              |      |      | Ir : 2016-06 ▾     |      |                          |                                |
| Latitud : 16° 35' .91"                                 |                      |                      | Longitud : 71° 55' 28.69"   |      |      | Altitud : 1278                |      |      |                    |      |                          |                                |
| Día/mes/año  | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) |      |      | Temperatura Bulbo Humedo (°c) |      |      | Precipitación (mm) |      | Direccion del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|  |                      |                      | 07                          | 13   | 19   | 07                            | 13   | 19   | 07                 | 19   |                          |                                |
| 01-Jun-2016  | 27.6                 | 8.8                  | 12.6                        | 27.4 | 16.6 | 7.4                           | 13.6 | 10.2 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 02-Jun-2016  | 29.6                 | 8.4                  | 14.2                        | 29.4 | 16   | 7.2                           | 14.4 | 10   | 0                  | 0    |                          |                                |
| 03-Jun-2016  | 28.6                 | 8.4                  | 13                          | 28.6 | 15.2 | 6.8                           | 14.2 | 11.6 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 04-Jun-2016  | 27.8                 | 7.2                  | 13                          | 27.2 | 16   | 6.8                           | 14.2 | 9.2  | 0                  | 0    |                          |                                |
| 05-Jun-2016  | 26.8                 | 6                    | 11.6                        | 26.4 | 11.8 | 6.4                           | 16   | 10.2 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 06-Jun-2016  | 24.4                 | 4.6                  | 9                           | 24   | 10.2 | 5                             | 15   | 9.4  | 0                  | 0    |                          |                                |
| 07-Jun-2016  | 26.4                 | 3.6                  | 6.6                         | 26.2 | 11.6 | 5                             | 14.8 | 10.6 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 08-Jun-2016  | 29                   | 8                    | 14.4                        | 28.6 | 13.6 | 7.8                           | 15   | 10.2 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 09-Jun-2016  | 27.4                 | 6                    | 9                           | 25.2 | 12.2 | 6.4                           | 15.8 | 10   | 0                  | 0    |                          |                                |
| 10-Jun-2016  | 27.4                 | 10                   | 12                          | 26.6 | 14.8 | 9                             | 14.2 | 11.2 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 11-Jun-2016  | 27.8                 | 8.4                  | 11.2                        | 27.6 | 13.4 | 7.8                           | 15   | 10.2 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 12-Jun-2016  | 27.8                 | 8                    | 10.4                        | 27.6 | 15.6 | 7.6                           | 15.8 | 12.2 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 13-Jun-2016  | 26.8                 | 11.8                 | 14.2                        | 26.2 | 16.4 | 10.2                          | 15.2 | 13.2 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 14-Jun-2016  | 27.8                 | 9.8                  | 12.4                        | 27.8 | 16.2 | 10.6                          | 17.2 | 13.2 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 15-Jun-2016  | 27.8                 | 10.2                 | 12.8                        | 27   | 15.6 | 9.6                           | 17.2 | 13.4 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 16-Jun-2016  | 30.4                 | 9.6                  | 11.4                        | 29.4 | 12   | 10                            | 16.6 | 11   | 0                  | 0    |                          |                                |
| 17-Jun-2016  | 25.4                 | 7.4                  | 11.2                        | 25.2 | 12   | 8.4                           | 17.2 | 10.4 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 18-Jun-2016  | 26.4                 | 8                    | 10.8                        | 25.6 | 13.4 | 7.8                           | 14.4 | 10.8 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 19-Jun-2016  | 26.6                 | 8.6                  | 12                          | 26.6 | 13.6 | 8.4                           | 15   | 9.8  | 0                  | 0    |                          |                                |
| 20-Jun-2016  | 25.4                 | 9.2                  | 13                          | 25   | 13.4 | 10                            | 14.8 | 10.2 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 21-Jun-2016  | 27.8                 | 7.4                  | 11.6                        | 26.8 | 11.8 | 7.4                           | 15.8 | 9.4  | 0                  | 0    |                          |                                |
| 22-Jun-2016  | 28                   | 7.8                  | 10.6                        | 27.8 | 11.8 | 7.2                           | 14.8 | 10.4 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 23-Jun-2016  | 26.4                 | 7                    | 9.8                         | 25.6 | 11   | 5.8                           | 14.4 | 10   | 0                  | 0    |                          |                                |
| 24-Jun-2016  | 20.2                 | 6.8                  | 9.2                         | 19.2 | 10.8 | 6.4                           | 12.4 | 9.4  | 0                  | 0    |                          |                                |
| 25-Jun-2016  | 19.6                 | 5.4                  | 7                           | 16.4 | 10.8 | 6.6                           | 11.4 | 10   | 0                  | 0    |                          |                                |
| 26-Jun-2016  | 23.8                 | 7                    | 7.4                         | 23.4 | 12   | 6.6                           | 13   | 10.2 | 0                  | 0    |                          |                                |
| 27-Jun-2016  | 26.2                 | 8.8                  | 11.2                        | 25.8 | 16.2 | 5.6                           | 12.2 | 9.2  | 0                  | 0    |                          |                                |
| 28-Jun-2016  | 29.4                 | 13.6                 | 22.8                        | 28.4 | 24.2 | 13.2                          | 15.6 | 14.2 | -888               | -888 |                          |                                |
| 29-Jun-2016  | 29.4                 | 9.6                  | 12.4                        | 28.6 | 16   | 9.6                           | 16.6 | 13   | 0                  | 0    |                          |                                |
| 30-Jun-2016  | 28.8                 | 12                   | 14.6                        | 28   | 15.8 | 10.8                          | 16   | 13.4 | 0                  | 0    |                          |                                |

| Estación : LA JOYA , Tipo Convencional - Meteorológica |                      |                      |                             |      |      |                               |      |      |                    |    |                          |                                |
|--|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|----|--------------------------|--------------------------------|
| Departamento : AREQUIPA                                |                      |                      | Provincia : AREQUIPA        |      |      | Distrito : VITOR              |      |      | Ir : 2016-07 ▾     |    |                          |                                |
| Latitud : 16° 35' .91"                                 |                      |                      | Longitud : 71° 55' 28.69"   |      |      | Altitud : 1278                |      |      |                    |    |                          |                                |
| Día/mes/año  | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) |      |      | Temperatura Bulbo Humedo (°c) |      |      | Precipitación (mm) |    | Direccion del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|  |                      |                      | 07                          | 13   | 19   | 07                            | 13   | 19   | 07                 | 19 |                          |                                |
| 01-Jul-2016  | 26.6                 | 10                   | 15                          | 26   | 15.4 | 10.6                          | 15.4 | 13   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 02-Jul-2016  | 27.8                 | 8.8                  | 13.2                        | 28.2 | 13.6 | 10.2                          | 16   | 12   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 03-Jul-2016  | 26.6                 | 8.6                  | 9.6                         | 25   | 12   | 8.2                           | 15.8 | 9.8  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 04-Jul-2016  |                      |                      |                             |      |      |                               |      |      |                    | 0  |                          |                                |
| 05-Jul-2016  |                      |                      |                             |      |      |                               |      |      |                    | 0  |                          |                                |
| 06-Jul-2016  | 26.8                 | 8                    | 12.8                        | 25.6 | 16.4 | 7.8                           | 13   | 12.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 07-Jul-2016  | 24.4                 | 14.2                 | 15.2                        | 24.2 | 16   | 11                            | 14.2 | 12.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 08-Jul-2016  | 30.2                 | 10.6                 | 14.4                        | 30.2 | 21.6 | 7.6                           | 15.8 | 12.6 | -888               | 0  |                          |                                |
| 09-Jul-2016  | 29.2                 | 14.2                 | 16.8                        | 28.6 | 15   | 9.8                           | 16.2 | 13   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 10-Jul-2016  | 26.6                 | 8.8                  | 12.6                        | 26   | 12   | 9                             | 16.2 | 11.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 11-Jul-2016  | 25.6                 | 5.2                  | 7                           | 25.6 | 11.6 | 6.8                           | 14   | 11   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 12-Jul-2016  | 28.2                 | 7.8                  | 11.2                        | 28   | 12.8 | 8                             | 15.2 | 11.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 13-Jul-2016  | 26.2                 | 7                    | 10.4                        | 25.8 | 10.4 | 7.4                           | 14.2 | 7.2  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 14-Jul-2016  | 25                   | 6                    | 10.8                        | 23.4 | 11   | 7                             | 13.8 | 8.2  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 15-Jul-2016  | 23.8                 | 2.8                  | 5                           | 22.8 | 11.8 | 4.2                           | 13.6 | 9    | 0                  | 0  |                          |                                |
| 16-Jul-2016  | 27.6                 | 7.6                  | 10.4                        | 25.2 | 10.6 | 5.6                           | 13.6 | 9.2  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 17-Jul-2016  | 26.2                 | 7.4                  | 10.8                        | 25.2 | 13.4 | 6.2                           | 11.8 | 10.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 18-Jul-2016  | 28                   | 7.4                  | 13.6                        | 27   | 13.6 | 6.4                           | 13.8 | 9    | 0                  | 0  |                          |                                |
| 19-Jul-2016  | 28.8                 | 9.6                  | 10.2                        | 27.6 | 15.2 | 6.4                           | 14.6 | 11.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 20-Jul-2016  | 29.9                 | 9.4                  | 11.8                        | 29   | 17.2 | 6.2                           | 14.4 | 8.6  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 21-Jul-2016  | 30.2                 | 9.2                  | 16.2                        | 30   | 12.6 | 9                             | 13.8 | 8    | 0                  | 0  |                          |                                |
| 22-Jul-2016  | 29.6                 | 9.2                  | 11.8                        | 29.6 | 12.6 | 7.4                           | 15.8 | 7    | 0                  | 0  |                          |                                |
| 23-Jul-2016  | 29.6                 | 8.4                  | 12.4                        | 28.8 | 16.2 | 5.6                           | 12.6 | 8    | 0                  | 0  |                          |                                |
| 24-Jul-2016  | 26.6                 | 6.8                  | 10.8                        | 25   | 12   | 5.2                           | 12.2 | 9.2  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 25-Jul-2016  | 27.2                 | 6.2                  | 9.2                         | 26.8 | 13   | 4.6                           | 12.4 | 8    | 0                  | 0  |                          |                                |
| 26-Jul-2016  | 28.6                 | 6                    | 9.2                         | 27.2 | 12.6 | 4.8                           | 12.8 | 10   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 27-Jul-2016  | 28.4                 | 5.6                  | 12.4                        | 27.4 | 13   | 7.4                           | 13.8 | 10.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 28-Jul-2016  | 28.4                 | 8.8                  | 14.6                        | 28   | 14   | 8.8                           | 14.2 | 10.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 29-Jul-2016  | 29                   | 8.8                  | 15                          | 28.8 | 15.6 | 10                            | 14.8 | 11.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 30-Jul-2016  | 28.4                 | 6.8                  | 12                          | 27.8 | 12.8 | 8.2                           | 13.2 | 7.8  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 31-Jul-2016  | 29.4                 | 7.6                  | 12.4                        | 29   | 14.4 | 6.8                           | 13.6 | 9.6  | 0                  | 0  |                          |                                |

Estación : LA JOYA , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : AREQUIPA Provincia : AREQUIPA Distrito : VITOR Ir : 2016-08  
 Latitud : 16° 35' .91" Longitud : 71° 55' 28.69" Altitud : 1278

| Día/mes/año | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) |      |      | Temperatura Bulbo Humedo (°c) |      |      | Precipitacion (mm) |    | Direccion del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|----|--------------------------|--------------------------------|
|             |                      |                      | 07                          | 13   | 19   | 07                            | 13   | 19   | 07                 | 19 |                          |                                |
| 01-Ago-2016 | 29.6                 | 7.4                  | 11.6                        | 29.4 | 12.4 | 7.6                           | 14.2 | 9    | 0                  | 0  |                          |                                |
| 02-Ago-2016 | 29.2                 | 6.8                  | 12.8                        | 28.8 | 15   | 7.4                           | 15   | 10   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 03-Ago-2016 | 29.2                 | 8.6                  | 13                          | 28.8 | 15.8 | 7.4                           | 15.2 | 11.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 04-Ago-2016 | 28.6                 | 8.8                  | 13                          | 27.4 | 12.2 | 9                             | 14   | 8.8  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 05-Ago-2016 | 24.8                 | 8.2                  | 13.6                        | 24.4 | 14   | 7.6                           | 14   | 9.8  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 06-Ago-2016 | 25.2                 | 6                    | 11.2                        | 24   | 10.4 | 7.2                           | 12   | 9.8  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 07-Ago-2016 | 25.8                 | 5.6                  | 6                           | 25.8 | 11   | 6                             | 14.4 | 9.8  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 08-Ago-2016 | 27.2                 | 3.6                  | 8.4                         | 26.6 | 12.4 | 6.4                           | 14.8 | 10.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 09-Ago-2016 | 28.2                 | 7.8                  | 10.2                        | 27.6 | 16.6 | 7.6                           | 13.6 | 11.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 10-Ago-2016 | 27.8                 | 8.6                  | 14                          | 27.4 | 12.6 | 8.8                           | 15   | 9.4  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 11-Ago-2016 | 30.2                 | 8.8                  | 15                          | 29.6 | 13.8 | 8.4                           | 15.6 | 9.8  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 12-Ago-2016 | 29.6                 | 10.2                 | 15                          | 28.6 | 14.8 | 8.8                           | 14   | 10.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 13-Ago-2016 | 28.6                 | 8.2                  | 14.8                        | 28.2 | 16   | 9                             | 14.8 | 9.8  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 14-Ago-2016 | 28.8                 | 6.4                  | 14.8                        | 28.8 | 15   | 10                            | 15.8 | 10   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 15-Ago-2016 | 31.6                 | 6.8                  | 14.2                        | 31.4 | 12.6 | 9.4                           | 16.6 | 10   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 16-Ago-2016 | 29.2                 | 6                    | 11.8                        | 28.8 | 12.8 | 7.8                           | 15   | 11.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 17-Ago-2016 | 27.2                 | 6.4                  | 11                          | 26.8 | 12.4 | 6.4                           | 14.6 | 9.4  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 18-Ago-2016 | 27.2                 | 9                    | 11                          | 27.2 | 13.4 | 6.8                           | 15.2 | 11   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 19-Ago-2016 | 27.4                 | 7.6                  | 13.8                        | 25   | 12.2 | 8.2                           | 15.2 | 10.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 20-Ago-2016 | 29.4                 | 6.8                  | 15                          | 28.4 | 14.2 | 9                             | 14   | 10.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 21-Ago-2016 | 31                   | 9.6                  | 15.6                        | 30.4 | 13.6 | 9.6                           | 15   | 11   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 22-Ago-2016 | 28.2                 | 9.4                  | 16                          | 27.2 | 18.2 | 9.6                           | 16.4 | 13.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 23-Ago-2016 | 30.4                 | 9.2                  | 14.6                        | 30.4 | 16.6 | 10.6                          | 16.6 | 11.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 24-Ago-2016 | 29                   | 9.4                  | 13.8                        | 28.2 | 15   | 9.4                           | 14.8 | 11.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 25-Ago-2016 | 27.4                 | 8.4                  | 13.4                        | 27   | 14   | 8.8                           | 14   | 11.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 26-Ago-2016 | 29                   | 6.8                  | 12.8                        | 28.6 | 12.2 | 7.8                           | 14   | 10.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 27-Ago-2016 | 29                   | 9                    | 12.8                        | 28.4 | 13.6 | 8.6                           | 14.4 | 10   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 28-Ago-2016 | 27.4                 | 4.8                  | 9                           | 24.8 | 12   | 7.2                           | 13.2 | 10.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 29-Ago-2016 | 23.8                 | 4.4                  | 10.2                        | 23.8 | 11.8 | 8.2                           | 13   | 9.4  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 30-Ago-2016 | 29.2                 | 3.6                  | 14.4                        | 28   | 13.6 | 8.2                           | 14.2 | 11   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 31-Ago-2016 | 24                   | 4.4                  | 13.4                        | 23.6 | 12.2 | 8.4                           | 12.8 | 10.6 | 0                  | 0  |                          |                                |

Estación : LA JOYA , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : AREQUIPA Provincia : AREQUIPA Distrito : VITOR Ir : 2016-09  
 Latitud : 16° 35' .91" Longitud : 71° 55' 28.69" Altitud : 1278

| Día/mes/año | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) |      |      | Temperatura Bulbo Humedo (°c) |      |      | Precipitacion (mm) |    | Direccion del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|----|--------------------------|--------------------------------|
|             |                      |                      | 07                          | 13   | 19   | 07                            | 13   | 19   | 07                 | 19 |                          |                                |
| 01-Sep-2016 | 25.6                 | 7.4                  | 12                          | 24.6 | 14.8 | 7.8                           | 15.4 | 13   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 02-Sep-2016 | 26.4                 | 7.4                  | 12.2                        | 25   | 15   | 10.6                          | 16.2 | 11.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 03-Sep-2016 | 29.6                 | 6                    | 12.6                        | 28.6 | 13.4 | 9.6                           | 15.2 | 10   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 04-Sep-2016 | 29.2                 | 6.2                  | 12.8                        | 26.6 | 16.2 | 8.2                           | 15.6 | 12.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 05-Sep-2016 | 30.2                 | 9.8                  | 17.2                        | 29.2 | 16.4 | 10                            | 14.6 | 11   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 06-Sep-2016 | 30.6                 | 9.6                  | 15.4                        | 29.4 | 15.8 | 8.6                           | 14.8 | 11.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 07-Sep-2016 | 28.4                 | 8.6                  | 11.8                        | 27.8 | 17   | 7.2                           | 14.4 | 11.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 08-Sep-2016 | 29                   | 7.6                  | 14.8                        | 28.4 | 15   | 9                             | 15.2 | 9.8  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 09-Sep-2016 | 29.6                 | 6.6                  | 13.6                        | 28.2 | 15.8 | 8.8                           | 15.6 | 12.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 10-Sep-2016 | 30.2                 | 8.8                  | 16.6                        | 29   | 13.6 | 10.6                          | 15.8 | 10.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 11-Sep-2016 | 27                   | 8.6                  | 17                          | 26.4 | 15.2 | 11                            | 15.6 | 11.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 12-Sep-2016 | 26.4                 | 3.6                  | 7.2                         | 25.4 | 12.6 | 6.4                           | 15.4 | 10.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 13-Sep-2016 | 24.6                 | 3.2                  | 10                          | 23.8 | 12.2 | 8.6                           | 13.6 | 9.6  | 0                  | 0  |                          |                                |
| 14-Sep-2016 | 26.6                 | 9.6                  | 15                          | 26.6 | 17.6 | 12                            | 17.6 | 14.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 15-Sep-2016 | 27.4                 | 10.4                 | 16                          | 26   | 16.8 | 12.8                          | 17.2 | 13.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 16-Sep-2016 | 31.2                 | 10.2                 | 15.8                        | 30.6 | 20.2 | 12.6                          | 18.6 | 13.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 17-Sep-2016 | 30.6                 | 10.2                 | 17                          | 30.6 | 19.4 | 11.8                          | 16.4 | 12   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 18-Sep-2016 | 30.4                 | 11                   | 17.6                        | 29.6 | 15   | 12.2                          | 16.6 | 12   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 19-Sep-2016 | 31.8                 | 10.4                 | 19.4                        | 31.4 | 18.2 | 13.8                          | 17.6 | 13.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 20-Sep-2016 | 31.2                 | 8.6                  | 17.6                        | 29   | 13.2 | 11.4                          | 17   | 10.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 21-Sep-2016 | 30.4                 | 8.4                  | 15.6                        | 29.8 | 14.4 | 12                            | 16.4 | 11.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 22-Sep-2016 | 29                   | 5.4                  | 14.4                        | 28.2 | 15.6 | 9.6                           | 15.6 | 12   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 23-Sep-2016 | 27.4                 | 7.2                  | 14.4                        | 26.4 | 15.4 | 12                            | 17.2 | 12.4 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 24-Sep-2016 | 29.4                 | 9.2                  | 16.6                        | 27.6 | 17.4 | 12.4                          | 17.8 | 12.6 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 25-Sep-2016 | 29.8                 | 10.2                 | 16.2                        | 29   | 16.8 | 12                            | 17.4 | 12.8 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 26-Sep-2016 | 30.2                 | 9                    | 17.4                        | 29.6 | 15.8 | 11.6                          | 16.4 | 12   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 27-Sep-2016 | 29.6                 | 9.2                  | 18                          | 29   | 16.2 | 13.8                          | 17.8 | 13   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 28-Sep-2016 | 29.8                 | 11                   | 18.4                        | 29.6 | 18.2 | 12.6                          | 18.6 | 15   | 0                  | 0  |                          |                                |
| 29-Sep-2016 | 29.4                 | 9.6                  | 18.4                        | 29   | 16   | 14                            | 18.4 | 14.2 | 0                  | 0  |                          |                                |
| 30-Sep-2016 | 27.4                 | 8                    | 9.6                         | 26.8 | 12.6 | 9.6                           | 16.6 | 11.4 | 0                  | 0  |                          |                                |