

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACION DE CUATRO VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* sp.),  
BAJO LOS EFECTOS DE ESTIERCOL DE OVINO EN DIFERENTES EPOCAS DE  
SIEMBRA, EN EL MUNICIPIO DE ANCORAIMES**

**YOLA CLAUDIA CHUQUIMIA PAUCARA**

La Paz, Bolivia

2012

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**EVALUACION DE CUATRO VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum sp.*),  
BAJO LOS EFECTOS DE ESTIERCOL DE OVINO EN DIFERENTES EPOCAS DE  
SIEMBRA, EN EL MUNICIPIO DE ANCORAIMES**

Tesis de grado presentado como requisito  
parcial para optar al grado de  
Ingeniero Agrónomo

**YOLA CLAUDIA CHUQUIMIA PAUCARA**

**Tutor:**

Ing. Rómulo Torres E. ....

**Asesores:**

Ing. Roberto Miranda C. ....

**Tribunal Revisor:**

Ing. Félix Mamani R. . ....

Ing. Hugo Bosque .....

Ing. Rene Calatayud .....

**Presidente Tribunal Revisor** .....

## **DEDICATORIA:**

*A Mis Padres: Santos Chuquimia Alcon y Eulalia Paucara Pari..*

*A mis hermanos: Rubén, Edelma y Raúl.*

*A sobrinos (as): Tiara, Jorge, Mariel, Vanesa, Cristian, Marcos, Carla y a mi cuñada Maria Eugenia.*

## AGRADECIMIENTOS

*Mi agradecimiento y gratitud:*

*A Dios de corazón.*

*A la Facultad de Agronomía en su Carrera de Ingeniería Agronómica y a sus docentes, por la formación académica que me dieron.*

*Al Proyecto BOL 10 /11590 “Medidas de Adaptación agrícola en comunidades originarias de Ancoraimes ante Cambios Climáticos” y al PNUD, por haberme brindado su apoyo con la beca tesis.*

*A la comunidad Chojñapata y a sus autoridades por haberme apoyado en el trabajo de campo, en especial a las señoras María Canaza, Teresa Ticona, Verónica Mamani, Juana, Petrona, Monica y Natalia Canaza y a los señores Pascual Mamani, Juan Mamani y Daniel Poma.*

*A mi tutor Ing .Rómulo Torrez Elías y a mis asesores Ing. Roberto Miranda Casas y Ing. Eliseo Quino y los revisores Ing. Feliz Mamani, Ing. Hugo Bosque e Ing. Rene Calatayud, por su paciencia y apoyo en el trabajo realizado.*

*Muy en especial al Ing Rene Chipana, al Director de Carrera Dr. David Cruz Choque, Ing Miguel Cabrera y al Ing. Andrés Bustamante por todo su apoyo, consejo y confianza para la elaboración del presente trabajo*

*A mis todos mis amigos y compañeros de carrera por brindarme todo su apoyo moral, sincero y desinteresado.*

## INDICE GENERAL

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| RESUMEN.....             | I   |
| INDICE DE CONTENIDO..... | II  |
| INDICE DE CUADROS.....   | III |
| INDICE DE GRAFICOS.....  | IV  |
| INDICE DE FIGURAS.....   | V   |
| INDICE DE ANEXOS.....    | VI  |

## INDICE DE CONTENIDO

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. INTRODUCCION .....</b>  | <b>1</b> |
| <b>1.1. Objetivos .....</b>   | <b>2</b> |
| 1.1.1. Objetivo Gene.ral .....  | 2        |
| 1.1.2. Objetivo Especifico .....                                      | 2        |
| <b>1.2. Hipótesis .....</b>   | <b>2</b> |
| <b>2. REVISION BIBLIOGRAFICA .....</b>                                | <b>3</b> |
| <b>2.1. Origen e importancia de la papa .....</b>                     | <b>3</b> |
| 2.2. Rendimiento de papa a nivel nacional, departamental y local..... | 4        |
| 2.3. Fases fenológicas .....  | 4        |
| 2.3.1.Emergencia .....  | 4        |
| 2.3.2.Formación de estolones .....                                    | 5        |
| 2.3.3.Inicio de floración .....                                       | 5        |
| 2.3.4.Inicio de tuberización.....                                     | 5        |
| 2.3.5.Final de la floración .....                                     | 5        |
| 2.3.6.Final de la tuberización.....                                   | 5        |
| 2.3.7.Madurez fisiológica.....  | 5        |
| 2.4. Requerimiento edafoclimático del cultivo de papa .....           | 6        |
| 2.4.1. Altitud .....  | 6        |
| 2.4.2. Suelo .....  | 6        |
| 2.4.3. Agua .....   | 6        |
| 2.4.4. Temperatura.....   | 6        |
| 2.4.5. Fotoperiodo .....  | 7        |
| 2.4.6. Luminosidad .....  | 7        |
| 2.5. Época de siembra del cultivo de papa.....                        | 7        |
| 2.6. Abonos orgánicos y fertilización .....                           | 8        |
| 2.6.1. Composición del estiércol de ovino .....                       | 8        |
| 2.6.2. Rol de los principales nutrientes en la papa .....             | 9        |
| a) Nitrógeno.....   | 9        |
| a) Fósforo .....  | 9        |
| a) Potasio .....  | 9        |
| 2.6.3. Requerimiento de nutrientes en el cultivo de papa.....         | 10       |
| 2.7. Uso de variedades de papa.....                                   | 10       |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>3. LOCALIZACION .....</b>   | <b>11</b> |
| 3.1. Características Agro ecológicas .....   | 11        |
| 3.1.1.Clima .....  | 11        |
| 3.1.2. Fisiografía.....  | 12        |
| 3.1.3. Suelos .....  | 12        |
| 3.2. Flora .....   | 13        |
| 3.3. Fauna .....   | 13        |
| <b>4. MATERIALES Y METODOS.....</b>  | <b>14</b> |
| 4.1. Material experimental .....   | 14        |
| 4.1.1. Material Biológico .....  | 14        |
| a) Variedad Waych`a.....   | 14        |
| b) Variedad Ch`iar Imilla .....  | 14        |
| c) Variedad Sani Negra .....   | 15        |
| d) Variedad Sani Blanca.....   | 16        |
| 4.1.2.Insumos.....   | 16        |
| 4.1.3. Material de campo y gabinete .....  | 16        |
| 4.2. Método de investigación.....  | 17        |
| 4.2.1. Diagnostico sobre la producción de papa en la comunidad de Chojñapata ..... | 17        |
| 4.2.2. Preparado de terreno .....  | 17        |
| 4.2.3. Delimitación del terreno.....   | 17        |
| 4.2.4. Siembra .....   | 17        |
| 4.2.5. Fertilización orgánica.....   | 18        |
| 4.2.6. Manejo agronómico .....   | 18        |
| a) Aporque y deshierbe .....   | 18        |
| 4.2.7. Cosecha .....   | 18        |
| 4.2.8. Humedad del suelo.....  | 19        |
| 4.2.9. Análisis físico del suelo .....   | 19        |
| 4.2.10.Toma de datos .....   | 19        |
| 4.3. Diseño experimental.....  | 20        |
| 4.3.1. Modelo estadístico .....  | 20        |
| 4.3.2. Croquis de la parcela experimental .....                                    | 21        |
| 4.3.3. Análisis estadístico de datos .....   | 22        |
| 4.4. Variables de respuesta.....   | 22        |
| 4.4.1. Variables fenológicas .....   | 22        |
| 4.4.1.1. Días a la emergencia.....   | 22        |
| 4.4.1.2. Días a la floración.....  | 22        |
| 4.4.1.3. Días a la madurez fisiológica.....  | 22        |
| 4.4.1.4. Días a la cosecha .....   | 23        |
| 4.4.2. Variables morfológicas .....  | 23        |
| 4.4.2.1. Altura de planta .....  | 23        |
| 4.4.2.2. Numero de tallos por planta .....   | 23        |
| 4.4.3. Variables agronómicos .....   | 24        |
| 4.4.3.1. Cobertura foliar.....   | 24        |
| 4.4.3.2. Numero de tubérculos por planta .....                                     | 24        |
| 4.4.3.3. Numero de tubérculos por diámetro por planta .....                        | 24        |
| 4.4.3.4. Rendimiento .....   | 24        |
| <b>5. RESULTADOS Y DISCUCION .....</b>   | <b>25</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| 5.1. Condiciones climáticas .....                             | 25        |
| 5.1.1. Temperaturas .....                                     | 25        |
| 5.1.2. Precipitación pluvial.....                             | 28        |
| 5.1.3. Humedad relativa .....                                 | 30        |
| 5.1.4. Inclemencias climáticas presentadas en Chojñapata..... | 32        |
| 5.2. Suelo .....  | 33        |
| 5.2.1. Humedad del suelo.....                                 | 34        |
| 5.3. Variables fenológicas .....                              | 35        |
| 5.3.1. Días a la emergencia .....                             | 35        |
| 5.3.2. Días a la floración .....                              | 41        |
| 5.3.3. Días a la cosecha .....                                | 44        |
| 5.4. Variables morfológicas .....                             | 45        |
| 5.4.1. Altura de planta .....                                 | 46        |
| 5.4.2. Numero de tallos por planta .....                      | 54        |
| 5.5. Variables agronómicas.....                               | 56        |
| 5.5.1. Cobertura foliar .....                                 | 56        |
| 5.5.2. Numero de tubérculos por planta .....                  | 63        |
| 5.5.3. Numero de tubérculos por diámetro por planta .....     | 71        |
| 5.5.4. Rendimiento .....                                      | 79        |
| 5.5.5. Análisis Económico .....                               | 88        |
| <b>6. CONCLUSIONES .....</b>                                  | <b>90</b> |
| <b>7. RECOMENDACIONES.....</b>                                | <b>92</b> |
| <b>8. BIBLIOGRAFIA .....</b>                                  | <b>93</b> |

## INDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1: Rendimiento de papa a nivel departamental (1998 -2007) .....  | 4  |
| Cuadro 2: Rendimiento de papa a nivel local .....   | 4  |
| Cuadro 3: Análisis físico y químico de estiércol de diferentes especies.....  | 8  |
| Cuadro 4: Demanda de nutrientes para un rendimiento de 50 TM/ha.....  | 10 |
| Cuadro 5: Características de la variedad Waych'a.....   | 14 |
| Cuadro 6: Características de la variedad Ch'iar Imilla.....   | 15 |
| Cuadro 7: Características de la variedad Sani Negra .....   | 15 |
| Cuadro 8: Características de la variedad Sani Blanco .....  | 16 |
| Cuadro 9: Material utilizado.....   | 16 |
| Cuadro 10: Factores de estudio .....  | 20 |
| Cuadro 11: Tratamientos aplicados en la investigación .....   | 21 |
| Cuadro 12: Clasificación de los tubérculos por planta.....  | 24 |
| Cuadro 13: Análisis físico químico del suelo .....  | 33 |
| Cuadro 14: Prueba de Duncan para días a la emergencia en épocas de siembra ...  | 36 |
| Cuadro 15: Prueba de Duncan para días a la emergencia con dosis de estiércol ....                                     | 38 |
| Cuadro 16: Prueba de Duncan para días a la emergencia en variedades .....   | 39 |
| Cuadro 17: Prueba de Duncan para días a la floración en épocas de siembra.....  | 41 |
| Cuadro 18: Prueba de Duncan para días a la cosecha en épocas de siembra.....  | 44 |
| Cuadro 19: Prueba de Duncan para altura de planta en épocas de siembra .....  | 46 |
| Cuadro 20: Prueba de Duncan para altura de planta con dosis de estiércol.....   | 47 |
| Cuadro 21: Prueba de Duncan para altura de planta en variedades.....  | 48 |
| Cuadro 22: Prueba de Duncan para número de tallos por planta en épocas de<br>siembra .....                            | 54 |
| Cuadro 23: Prueba de Duncan para cobertura foliar en épocas de siembra.....   | 56 |
| Cuadro 24: Prueba de Duncan para cobertura foliar con dosis de estiércol .....  | 58 |
| Cuadro 25: Prueba de Duncan para cobertura foliar en variedades .....   | 60 |
| Cuadro 26: Prueba de Duncan para número de tubérculos por planta en épocas de<br>siembra.....                         | 64 |
| Cuadro 27: Prueba de Duncan para número de tubérculos por planta con dosis de<br>estiércol.....                       | 65 |
| Cuadro 28: Prueba de Duncan para número de tubérculos por planta en variedades<br>.....                               | 67 |
| Cuadro 29: Prueba de Duncan para número de tubérculos según su diámetro en<br>épocas de siembra .....                 | 71 |
| Cuadro 30: Prueba de Duncan para número de tubérculos según su diámetro en<br>relación con dosis de estiércol .....   | 72 |
| Cuadro 31: Prueba de Duncan para número de tubérculos según su diámetro con<br>relación a las variedades de papa..... | 73 |
| Cuadro 32: Prueba de Duncan para rendimiento en épocas de siembra .....   | 79 |
| Cuadro 33: Prueba de Duncan para rendimiento con dosis de estiércol.....  | 81 |
| Cuadro 34: Prueba de Duncan para rendimiento en variedad .....  | 83 |
| Cuadro 35: Presupuesto económico parcial para una hectárea.....   | 88 |
| Cuadro 36: Analisis de dominancia .....   | 89 |
| Cuadro 37: Tasa de retorno marginal.....  | 89 |

## INDICE DE GRAFICOS

|  |    |
|--|----|
| Grafico 1. Registro de la temperatura máxima, durante el ciclo del cultivo .....                                     | 25 |
| Grafico 2. Registro de la temperatura mínima durante el ciclo del cultivo .....                                      | 27 |
| Grafico 3. Registro de la presipitacion durante el ciclo del cultivo .....   | 29 |
| Grafico 4. Registro de la humedad relativa durante el ciclo del cultivo .....  | 31 |
| Grafico 5. Humedad gravimétrica del suelo a 10-15 y 15-20 cm de profundidad .....                                    | 34 |
| Grafico 6. Interacción época de siembra Vs. dosis de estiércol en a la floración .....                               | 43 |
| Grafico 7. Interacción época de siembra Vs. dosis de estiércol en altura de planta                                   | 51 |
| Grafico 8. Interacción época de siembra Vs. variedades de papa en altura de planta .....                             | 52 |
| Grafico 9. Interacción dosis de estiércol Vs. variedades de papa en altura de planta .....                           | 53 |
| Grafico 10. Interacción épocas de siembra Vs. dosis de estiércol en cobertura foliar.                                | 61 |
| Grafico 11. Interacción de dosis de estiércol Vs. variedades de papa en cobertura foliar. ....                       | 61 |
| Grafico 12. Interacción de épocas de siembra Vs. variedades de papa en cobertura foliar. ....                        | 62 |
| Grafico 13. Interacción de épocas de siembra Vs. dosis de estiércol en número de tubérculos por planta. ....         | 68 |
| Grafico 14. Interacción de épocas de siembra Vs. variedadesde papa en número de tubérculos por planta. ....          | 69 |
| Grafico 15. Interacción de dosis de estiércol Vs. variedadesde papa en número de tubérculos por planta. ....         | 70 |
| Grafico 16. Interacción de épocas de siembre en número de tubérculos por diámetro .....                              | 74 |
| Grafico 17. Interacción de épocas de siembra Vs. variedades de papa en número de tubérculos por diámetro (I) .....   | 75 |
| Grafico 18. Interacción de épocas de siembra Vs. variedades de papa en número de tubérculos por diámetro (II) .....  | 76 |
| Grafico 19. Interacción de épocas de siembra Vs. variedades de papa en número de tubérculos por diámetro (III) ..... | 77 |
| Grafico 20. Interacción de épocas de siembra Vs. variedades de papa en número de tubérculos por diámetro (IV) .....  | 78 |
| Grafico 21. Interacción de épocas de siembra Vs. variedades de papa en número de tubérculos por diámetro (V) .....   | 78 |
| Grafico 22. Interacción de épocas siembra Vs. dosis de estiércol en rendimiento .....                                | 85 |
| Grafico 23. Interacción de épocas de siembra Vs. variedadesde papa en rendimiento .....                              | 86 |
| Grafico 24. Interacción de dosis de estiércol Vs. variedades de papa en rendimiento .....                            | 87 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Composición química del tubérculo de papa .....                                    | 3  |
| Figura 2: Ubicación geográfica del proyecto Bol 10/ 11590 y la parcela experimental<br>..... | 11 |

## INDICE DE ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| Anexo 1: Temperaturas máximas (°C) Belén y Chojñapata (SANREM).....   | 101 |
| Anexo 2: Temperaturas mínimas (°C) Belén y Chojñapata (SANREM) .....  | 101 |
| Anexo 3: Precipitación pluvial (mm) Belén y Chojñapata (SANREM) .....   | 101 |
| Anexo 4: Análisis de varianza (ANVA) Días a la Emergencia .....   | 101 |
| Anexo 5: Análisis de varianza (ANVA) Días a la Floración .....  | 102 |
| Anexo 6: Análisis de efecto simple para Días a la Floración (A x B) .....   | 102 |
| Anexo 7: Análisis de varianza (ANVA) días a la cosecha .....  | 102 |
| Anexo 8: Análisis de varianza altura de planta.....   | 103 |
| Anexo 9: Análisis de efecto simple para Altura de planta entre época de siembra Vs. dosis de estiércol.....                   | 103 |
| Anexo 10: Análisis de efecto simple para Altura de planta entre época de siembra Vs. variedades.....                          | 103 |
| Anexo 11: Análisis de efecto simple para Altura de planta entre dosis de estiércol Vs. variedades.....                        | 104 |
| Anexo 12: Análisis de varianza (ANVA) Número de Tallos .....  | 104 |
| Anexo 13: Análisis de varianza (ANVA) cobertura foliar .....  | 104 |
| Anexo 14: Análisis de varianza (ANVA) número de tubérculos.....   | 105 |
| Anexo 15: Análisis de efecto simple para número de tubérculos por planta entre épocas de siembra Vs. dosis de estiércol ..... | 105 |
| Anexo 16: Análisis de efecto simple para número de tubérculos por planta entre épocas de siembra Vs. variedades .....         | 105 |
| Anexo 17: Análisis de efecto simple para número de tubérculos por planta entre dosis de estiércol Vs. variedades.....         | 106 |
| Anexo 18: Análisis de varianza (ANVA) rendimiento.....  | 106 |
| Anexo 19: Análisis de efecto simple para rendimiento entre épocas de siembra Vs. dosis de estiércol.....                      | 106 |
| Anexo 20: Análisis de efecto simple para rendimiento entre épocas de siembra Vs. variedades.....                              | 107 |
| Anexo 21: Análisis de efecto simple para rendimiento, dosis de estiércol Vs. variedades .....                                 | 107 |
| Anexo 22: Dato de humedad gravimétrica del suelo (profundidad 10 a 15 cm) .....   | 107 |
| Anexo 23: Dato de humedad gravimétrica del suelo (profundidad 15 a 20 cm) .....   | 108 |
| Anexo 24: Establecimiento final de las tres épocas de siembra en la parcela experimental.....                                 | 108 |
| Anexo 25: Suelos saturados en las partes inferiores de la parcela.....  | 109 |
| Anexo 26: Problemas en la planta a causa de las altas humedades de suelo.....   | 109 |
| Anexo 27: Semilla expuesta a causa de las altas precipitaciones.....  | 109 |
| Anexo 28: Problemas en la fase de emergencia a causa de las lluvias .....   | 109 |
| Anexo 29: Problemas en la fase de tuberización a causa de las lluvias .....   | 109 |
| Anexo 30: Las bajas temperaturas un problema para la producción.....  | 109 |
| Anexo 31: Pérdida de cobertura foliar a causa de las nevadas.....   | 110 |
| Anexo 32: Problemas de granizo, causaron daños en el cultivo de papa .....  | 110 |
| Anexo 33: Problemas de heladas en el crecimiento y desarrollo de las plantas .....  | 110 |
| Anexo 34: Heladas afectaron el desarrollo de las plantas.....   | 110 |
| Anexo 35: Cosecha afectada por las heladas .....  | 110 |

## RESUMEN

Las comunidades originarias de Ancoraimes se caracterizan por tener una base económica en la producción de papa, la cual en los últimos años ha ido presentando pérdidas, debido a los fenómenos y cambios bruscos de clima. Por lo que se deben realizar investigaciones de adaptabilidad de este cultivo frente a los cambios de clima.

La presente investigación se la realizó en la comunidad de Chojñapata en la Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz ubicada a 135 Km de la sede de gobierno, geográficamente se encuentra situado 15° 57'4" Latitud Sur y 68° 45' 50" Longitud Este, a una altitud de 4258 m.s.n.m.

Para la presente investigación se utilizó semilla de papa de las variedades huaycha, chiar imilla, sani negro y sani blanca, bajo el efecto de 0, 15 y 30 TM/ha, distribuidas en tres épocas de siembra temprana (septiembre), media (octubre) y tardía (noviembre), durante la gestión agrícola 2007 y 2008 respectivamente.

Los resultados obtenidos fueron: que durante esta gestión se presentaron bajas temperaturas en relación a los demás años, una alta precipitación y humedad relativa que favoreció y causó daños en un extremo de estos factores, esta situación también dependió de las fases fisiológicas en la que las plantas se encontraban.

Los rendimientos más altos se registraron en la variedad huaycha bajo el efecto de 30 TM /ha, obtenidas en la siembra temprana (septiembre), seguida por la variedad chiar imilla y posteriormente las sani negra y blanca presentando los menores rendimientos esto debido a la poca adaptabilidad que estos tienen en la región.

Podemos concluir que para mantener una economía sostenible para los pobladores de la comunidad, se debe producir las variedades Huaycha y Chiar Imilla con una aplicación de 30 TM/ha, en una siembra en el mes de septiembre (época temprana o adelantada).

## 1. INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum*) es un tubérculo importante en la alimentación mundial, cultivado en más de 130 países de planeta y siendo en Bolivia el primer producto de mayor demanda con un consumo de 98 Kg./hab/año y el tercer producto en importancia alimentaría, constituyéndose el componente más importante en la dieta del poblador urbano y rural.

La producción de papa en el sector del altiplano (Chojñapata) se da bajo condiciones a secano en laderas y planicies en pequeñas parcelas o aynokas, con el uso de tecnologías tradicionales o semimecanizadas, mismas que llegan a presentar bajos niveles de rendimiento (3 a 5 t/ha) y se encuentran a expensas de ataque de factores bióticos (plagas, enfermedades) y factores climáticos como: granizadas, sequías y principalmente heladas que limitan su producción.

Es por tal motivo que para poder reducir los daños de estos factores e incrementar los rendimientos dentro la producción de papa en la comunidad de Chojñapata se proponen: Siembras en diferentes épocas lo cual ha ido adquiriendo importancia por brindar respuestas que muestran la adaptabilidad, la resistencia y el desarrollo del cultivo de la papa frente a los factores climáticos adversos que se presentes durante el ciclo de producción.

Un incremento en la producción de papa se encuentra fuertemente ligado a la fertilidad de los suelos y por ende relacionada al manejo de los mismos, tomando en cuenta sobre todo la incorporación de abonos orgánicos (wano de ovino) que le permite mejorar y la mantener sus características físico-químicas, llegando a favorecer a la planta en su desarrollo y crecimiento.

Según los productores de Chojñapata en los últimos años el uso de variedades de papa dulce y tardías (Wuaych'a paceña, Ch'iar Imilla, Sani Negra y Sani Blanca) han ido mostrando adaptabilidad en el sector, considerando los rendimientos (3 a 5 t/ha) que actualmente se obtienen, pese a las características que presenta la zona tales como: bajas temperaturas, frio intenso y alturas mayores a los 4250 m.s.n.m.

El estudio de evaluación de las diferentes épocas de siembra, dosis de estiércol y variedades de papa, permitirá al productor de Chojñapata fijar parámetros en los tres factores señalados, que le ayude a incrementar su producción y como efecto a reducir sus pérdidas económicas basados en estos aspectos, llegando de alguna manera a fortalecer la base económica de las familias sin llegar a provocar daños en el medio ambiente.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo General**

- Evaluar la productividad de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum sp.*), bajo los efectos de estiércol de ovino en diferentes épocas de siembra, en la comunidad de Chojñapata, Provincia Omasuyos.

### **1.1.2 Objetivos Específico**

- Evaluar el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum sp.*), bajo diferentes épocas de siembra (adelantada, normal y tardía).
- Determinar los efectos de tres dosis de estiércol de ovino (0,15 y 30TM/ha) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum sp.*).
- Evaluar las características agronómicas y fenológicas de cuatro variedades de papa (Waych'a , Ch'iar Imilla, Sani Negra y Sani Blanca) bajo las tres dosis de abonamiento.
- Analizar los costos de producción de las cuatro variedades de papa.

## **1.2 Hipótesis**

- No existe diferencias en el rendimiento de tubérculos en diferentes épocas de siembra en el cultivo de papa.
- No existen diferencias en el cultivo de papa frente a la aplicación de tres niveles de estiércol de ovino.
- No existe diferencias en las características agronómicas y fonológicas en entre las cuatro variedades de papa.

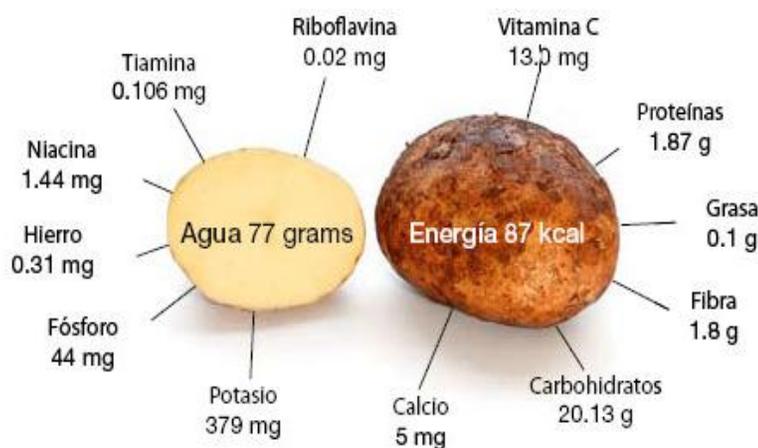
## **2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

## 2.1 Origen e importancia de la papa

Según Cahuana (1993), la papa tiene su origen en la región andina de América del sur entre el Perú (departamento de Puno y Cuzco) y norte de Bolivia, caracterizada por la existencia de una gran diversidad genética de especies cultivadas y silvestres.

Para Bukasov (1986), la papa es uno de los cultivos más importantes dentro la agricultura boliviana al constituirse base de la alimentación para todos los sectores sociales, se cultiva desde los 1000 hasta los 4000 m.s.n.m., desde las planicies hasta pendientes mayores a 45%. Por esta razón se la considera como pan subterráneo, justificado por el alto consumo de este tubérculo en sus diversas formas y tipos, respondiendo a los diferentes requerimientos de los habitantes.

Según estudios de identificación, mapeo y análisis competitivo de la cadena productiva de papa en la macro región altiplano, reporta que más de 203,000 unidades es decir 900,000 personas se involucran en su producción de los cuales un 81% se concentran en el altiplano y los valles. Su cultivo para consumo y semilla son los rubros de mayor contribución económica y alimentaría para el sector campesino (Crespo, 2003).



**Figura 1: Composición química del tubérculo de papa.**

*Fuente: FAO (2009)*

## 2.2 Rendimiento de papa a nivel nacional, departamental y local.

Bojanic (2000), indica que Bolivia refleja diferentes valores en rendimientos de papa, debido a dos estratos tecnológicos diferenciados, una situada en el occidental (economía campesina) y otra en el trópico (economía empresarial), caracterizada por la aplicación de tecnologías intensivas (insumos industriales, semilla mejorada, etc.).

**Cuadro 1: Rendimiento de papa a nivel departamental (1998 -2007)**

| <i>Departamento</i>  | <i>Superficie (ha)</i> | <i>Produccion TM/Ha</i> | <i>Rendimiento (kg/ha)</i> |
|----------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| La Paz               | 34.473                 | 199.682                 | .792                       |
| Oruro                | 8.524                  | 32.948                  | 3.863                      |
| Potosí               | 28.427                 | 157.746                 | 5.548                      |
| Chuquisaca           | 6.637                  | 125.254                 | 18.846                     |
| Cochabamba           | 20.461                 | 143.255                 | 6.997                      |
| Tarija               | 9.610                  | 66.530                  | 6.925                      |
| Santa Cruz           | 7.078                  | 77.557                  | 11.302                     |
| <b>TOTAL BOLIVIA</b> | 115,21                 | 802.972                 | 59,273                     |
| <b>MEDIA BOLIVIA</b> | 16,458                 | 114,710                 | 8,467                      |

*Fuente: MDRA y MA 2007*

**Cuadro 2: Rendimiento de papa a nivel local**

| <i>Municipio</i> | <i>Superficie (ha)</i> | <i>Producción TM</i> | <i>Rendimiento (qq/ha)</i> | <i>Rendimiento (kg./ha)</i> |
|------------------|------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Ancoraimes       | 3.520                  | 7,04                 | 40                         | 1.840                       |

*Fuente: PDM Ancoraimes 2006*

## 2.3 Fases fenológicas

Según Canahua (1991), en general el periodo vegetativo de las papas dulces es de 160 – 175 días, mientras que en las papas amargas es de 170 – 180 días.

### 2.3.1 Emergencia

Durante esta fase la plántula sobrevive de las reservas contenidas en el tubérculo madre (Resquejo, 1990). Esta ocurre generalmente de 15 a 20 días después de la siembra, dependiendo de la humedad y temperatura del suelo (Canahua, 1991).

### 2.3.2 Formación de estolones

Ocurre a los 15 a 20 días después de la emergencia (Canahua, 1991). Los primeros tubérculos se desarrollan en la parte basal de los estolones y se convierte en dominantes sobre aquellos que se formen después (Cutre, 1992).

### **2.3.3 Inicio de la floración**

Por lo general esta fase ocurre de 20 a 25 días después de la emergencia, en el caso de las papas amargas la floración se inicia a los 35 a 55 días (Canahua, 1991).

### **2.3.4 Inicio de la tuberización**

Se da a los 35 a 40 días después de la emergencia (Canahua, 1991). En este estado la planta se encuentra en su máximo desarrollo vegetativo y se produce la translocación de la mayoría de los carbohidratos de la hoja a los órganos de reserva, de esa manera el crecimiento de los tubérculos presenta un carácter exponencial (Resquejo, 1999).

### **2.3.5 Final de la floración.**

Ocurre a los 55 a 85 días después de la emergencia, esta fase se inicia cuando la última flor de la planta inicia su marchitamiento y secado (Canahua, 1991).

### **2.3.6 Final de la tuberización.**

Ocurre a los 100 a 115 días después de la emergencia, se presenta cuando el último estolón de la planta inicia su engrosamiento distal, esta fase es considerada importante ya que de esta depende la uniformidad del tamaño de los tubérculos y la precocidad de la planta (Canahua, 1991).

### **2.3.7 Madurez fisiológica.**

Esta fase ocurre a los 135 a 140 días después de la emergencia, se caracteriza por el cambio de color de las hojas, la piel de los tubérculos se encuentra bien adherida y no se desprende a una simple fricción de los dedos (Canahua, 1991). En esta fase los tubérculos se encuentran maduros y ocurre la senescencia y abscisión de la parte aérea indicando así inicio de la cosecha (Resquejo, 1999).

## **2.4 Requerimiento edafoclimáticos del cultivo de papa.**

### **2.4.1 Altitud.**

La papa se cultiva en diferentes altitudes, y techos ecológicos del país desde 4250 m.s.n.m. (K´arojo – Provincia Bustillos, Potosí hasta 1600 m.s.n.m. (Omereque – Provincia Campero, Cochabamba) (Zeballo, 1997).

### **2.4.2 Suelo.**

El sistema radicular es muy ramificado ocupan aproximadamente 40 cm. de profundidad, por ello requiere suelo profundos, orgánicos, mullidos y con buena retención de humedad, obteniendo mejores rendimientos en suelos francos arenosos, con Ph de 5.5 a 8.0 (Pardavé, 2004). Al respecto Tapia (1990), menciona que los tubérculos requieren de suelos oscuros y ricos en materia orgánica, ligeramente ácidos y de textura liviana (franco arenoso).

### **2.4.3 Agua.**

Para Tapia (1990), las precipitaciones apropiadas para este cultivo fluctúan alrededor de 700 mm. Al respecto Haverkort (1988), menciona que el cultivo de papa requiere de 400 a 800 mm de agua durante su siglo vegetativo. Para obtener altos rendimientos este cultivo requiere entre 500 a 700 mm. para 120 a150 días de producción según Doorembos citado por Soto (1997).

### **2.4.4 Temperatura.**

Las bajas temperaturas inducen a la formación de tubérculos (Martinez y Huaman, 1987). Al respecto Romero (2003), indica que el mayor rendimiento de papa se produce en temperaturas diurnas de 20 a 25 °C y nocturnas de 10 a16 °C pero cuando las temperaturas son constantes la producción no es óptima. Según la variedad los requerimientos térmicos son diferentes, pero de manera general las temperaturas máximas o diurnas de 20 a 25 °C y mínimas o nocturnas de 8 a13 °C, son excelentes para una buena tuberización. La temperatura media optima para la tuberización es de 20°C (Pardavé, 2004).

#### **2.4.5 Fotoperíodo.**

La exposición del follaje a días cortos induce la tuberización mientras que la exposición del follaje a días largos, induce a la floración y formación de ramas laterales (Martinez y Huaman, 1987).

Los días largos (16 horas o más de luz) provocan un incremento en el peso del follaje, elongación de los tallos, formación de flores y aumenta el número de estolones. En caso con días cortos (12 horas o menos de luz) sucede lo opuesto, el comienzo de la tuberización y la maduración de la planta, son más precoces (López, 1998).

#### **2.4.6 Luminosidad.**

Interviene en la fotosíntesis, influyendo en la producción y concentración de carbohidratos, la máxima asimilación ocurre a los 60000 lux (Pardavé, 2004).

#### **2.5 Época de siembra del cultivo de papa.**

Aitken (1987), menciona que la época de siembra varía según la zona. En el Altiplano van desde agosto hasta noviembre, en los valles desde julio hasta noviembre y en los llanos al finalizar la época de lluvias.

Según DRP's (2007), en la comunidad de Chojañapata la época de siembra adelantada se la realiza a fines del mes de septiembre junto a las zonas bajas, la siembra normal a partir del 15 de octubre hasta fines de mes, mimas que se ven favorecidas por las lluvias de los meses posteriores, dejando así la siembra tardía para el mes de noviembre la cual según pobladores es destinada para semilla de la próxima gestión.

#### **2.6 Abonos orgánicos y fertilización.**

Morales (1980), señala que los abonos orgánicos, son todos aquellos de origen animal, vegetal o una mezcla de ambos que se aplica al suelo con el objetivo de aumentar su fertilidad y obtener altos rendimientos.

Los abonos orgánicos al estar compuestos por residuos de animales o vegetales, contienen todas las sustancias que las plantas necesitan para su normal evolución, constituyendo una de las tradicionales y eficientes formas para mejorar los cultivos, por ello los agricultores lo emplean desde tiempos inmemoriales (Campo, 1981).

AGRUCO (1992), asegura que el empleo de los abonos orgánicos se constituye en una de las bases principales de la agricultura sostenible, existiendo una gran variedad de abonos utilizados por los campesinos, entre los que se tiene; el estiércol, compost, abonos verdes, etc.

### 2.6.1 Composición del estiércol de ovino.

Los resultados del análisis físico químico de dos tipos de estiércol: ovino y camélido, demuestra que el estiércol de ovino tiene altos niveles de fósforo y potasio total en comparación con el estiércol de camélido. En lo que respecta a la materia orgánica presenta menor contenido respecto a la del camélido.

**Cuadro 3: Análisis físico y químico de estiércol de diferentes especies**

| Características    | Expresado en 100 % de Materia Seca |          |
|--------------------|------------------------------------|----------|
|                    | Ovino                              | Camélido |
| Humedad %          | 44                                 | 45       |
| PH                 | 8,4                                | 7,9      |
| Salinidad mmhos/cm | 123,8                              | 7,3      |
| Materia seca       | 56                                 | 55       |
| Materia orgánica   | 56                                 | 76       |
| N total            | 1,53                               | 1,55     |
| P total            | 1,19                               | 0,81     |
| K total            | 1,38                               | 1,07     |
| Cenizas            | 44                                 | 24       |

Fuente: Cepeda (1997)

### 2.6.2 Rol de los principales nutrientes en la papa

**a) Nitrógeno.**

El nitrógeno es el motor del crecimiento 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 para formar aminoácidos y proteínas, un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante para absorción de otros nutrientes (FAO, 2002).

Este se constituye en el elemento más importante en la formación de proteínas y en la generación e grandes áreas fotosintéticas (tallos y hojas). Dosis demasiado altas alargan el periodo vegetativo, retarda la formación de tubérculos, además contribuyen a un bajo contenido de materia seca (Pardavé, 2004).

**b) Fósforo.**

El fósforo participa activamente en el metabolismo de los hidratos de carbono, formación de clorofila para el proceso fotosintético favorece el desarrollo radicular y acelera la maduración de los tubérculos. Se reporta también que el fósforo incrementa el número de tubérculos por planta (Pardavé, 2004).

**c) Potasio.**

El papel del potasio es importante e la síntesis de los azúcares y del almidón, es así que la función primaria del potasio está ligada al transporte y acumulación de azúcares dentro del tubérculo, esta función permite el "llenado" del tubérculo (López y Espinosa, 1995). Este elemento tiene fuerte influencia en la textura, coloración y piel y resistencia a los golpes (Pardavé, 2004).

El potasio es absorbido en forma de ion ( $\text{K}^+$ ) aunque no forma parte de la estructura de los compuestos orgánicos en la planta es fundamental debido a que capitaliza procesos tan importantes como la respiración, la fotosíntesis, la formación de clorofila y la regulación del contenido de agua (López y Espinoza, 1995). El potasio mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, helada y salinidad, además las plantas bien previstas de  $\text{K}^+$  sufren menos de enfermedades (FAO, 2002).

### 2.6.3 Requerimiento de nutrientes en el cultivo de papa

Es necesario señalar que para la producción de papa se hace necesario cubrir la demanda de nutrientes para incrementar los rendimientos.

**Cuadro 4: Demanda de nutrientes para un rendimiento de 50 TM/ha**

| <i>Nutriente</i>              | <i>Cantidad requerida Kg.</i> | <i>Nutriente</i> | <i>Cantidad requerida Kg.</i> |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| Ca                            | 15                            | Mo               | 0,1                           |
| N                             | 250                           | Cu               | 0,5                           |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 92                            | B                | 2                             |
| K <sub>2</sub> O              | 360                           | Mn               | 2.5                           |
| Mg                            | 20                            | Zn               | 3                             |
| S                             | 25                            | Fe               | 6                             |

*Fuente: Cepeda (1997)*

### 2.7. Uso de variedades de papa

Según Coca (1998), la actuación de proyectos de desarrollo rural que introducen variedades que logren un nivel de adaptación a las condiciones climáticas del altiplano, medianamente responde a las costumbres y realidad socio cultural del altiplano.

Según Mamani (2005), la búsqueda de variedades para el mejoramiento de la productividad y la exigencia del Mercado, hacen que los agricultores tengan preferencia por variedades mejoradas, desplazando a las diversas variedades nativas.

## 3. LOCALIZACIÓN

La presente investigación se realizó en la comunidad de Chojñapata, ubicada en la región del Altiplano Norte en el Municipio de Ancoraimes de la Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz, a 135 Km de la sede de gobierno, geográficamente se encuentra situado a 15° 57'4" Latitud Sur y 68° 45' 50" Longitud Este, a una altitud de 4258 m.s.n.m. Lugar de intervención de los Proyectos BOL 10/11590 y SANREM.

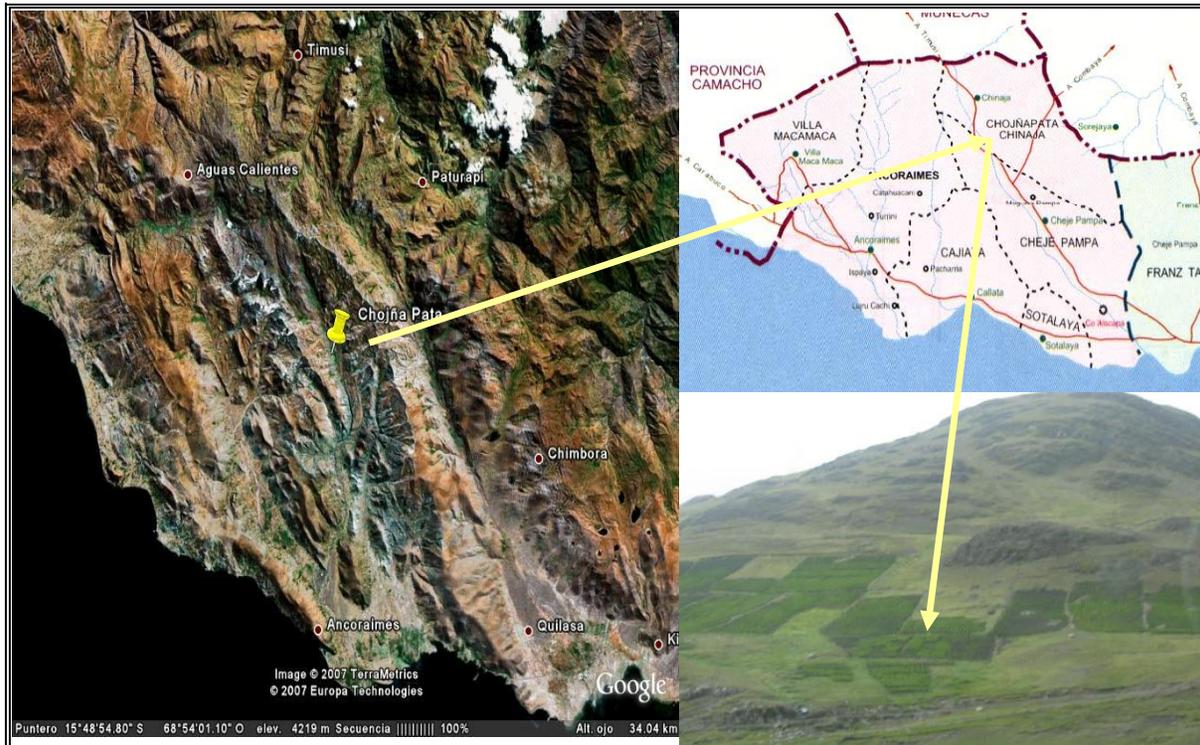


Figura 2: Ubicación geográfica del proyecto Bol 10/11590 y la parcela experimental.

### 3.1 Características agro ecológicas

#### 3.1.1Clima

Presenta un clima frío influenciado por la altitud, con una temperatura promedio de 7 a 8 °C, con precipitaciones promedio de 550 mm, humedad relativa influenciada por las épocas de lluvia, invierno seco y vientos con una velocidad promedio de 3m/seg (Ministerio de planificación del desarrollo, 2007).

Según MDSP (2002), el clima de la región en general es calificado como frío en la zona de vida. Las temperaturas que oscilan en la zona son de -4,8 °C A 17,2°C según SENAMI, (2000).

### **3.1.2 Fisiografía**

Según PDM (2006), fisiográficamente, el Municipio de Ancoraimes se distingue por sus:

- Colinas: caracterizadas por su moderada pendiente, levemente extendidas y con terrazas aluviales donde se desarrollan actividades agrícolas y de pastoreo.
- Llanuras fluvio lacustres: definidas por una topografía suavemente ondulada con cauces de ríos poco profundos y terrazas que llegan a ser utilizadas como áreas de cultivo y tienen la influencia directa del Lago Titicaca.

La Fisiografía de la zona es muy variable y compleja puesto que presenta una topografía accidentada, compuesto de colinas cerros y pie de monte (Aragón ,2003).

### **3.1.3 Suelos.**

Suelos muy superficiales en las laderas, de color pardo oscuro de textura franco arenoso y con un subsuelo gravoso pedregoso. La característica más generalizada de los suelos de Ancoraimes, es la baja fertilidad con los bajos niveles de materia orgánica en la zona Altiplanica, (ZONISIG, 1998).

Según CONTEXTO (2009), la importancia de la composición e interacción de las poblaciones microbianas en el suelo es indiscutible. En gran medida, la fertilidad del suelo está controlada por las actividades biogeoquímicas de la microbiota que actúa como abastecedor potencial de nutrientes para las plantas. Al respecto Sivila , (1994), citado por Contexto (2009), indica que las investigaciones pioneras sobre la microbiota del suelo en parcelas en descanso del altiplano boliviano se restringieron a pocos grupos microbianos cuya presencia está influenciada por el efecto rizoserico y el manejo del cultivo anterior.

### **3.2 Flora.**

Mostaza (*Brassica campesitris*), Sankayo (*Lobivia penthandii*), Airampu (*Opuntia cochabambensis*), Añahuaya (*Adesmia spinosissima*), Yauri Sauri (*Erodium cicutarum*), Q'ora (*Geranium spp.*), Chilliwa (*Festuca dolichophylla*), Sicuya (*Stipa ichu*), Sillu Sillu (*Lachemilla pinnata*), Keñua (*Polylepis incana*), Itapallo (*Urtica echinata*), Kiswara (*Buddleja coriacea*), (DRP's, 2007).

### **3.3 Fauna**

Lagartija (*Liolaemus pulcher*), Sapo (*Bufo spinulosus*), Ratón (*Akodon lutescens lutescens*), Cuy (*Galea musteloides auceps*), zorro andino (*Pseudoalopex culpaeus andina*), Pisak'a (*Nothoprocta pentladii*), Choka (*Anas puna*), Q'uta jamachi (*Playero calidris*), Q'uilli-q'ulli (*Vanellus resplendens*), María Alkamari (*Phalcoboenus megalopterus*), Leke-leke (*Carduelis crassirostris*), (DRP's, 2007).

## 4. MATERIALES Y METODOS.

### 4.1 Material experimental.

#### 4.1.1 Material biológico.

El material biológico (semilla) que se utilizó fueron cuatro variedades de papa; Waych'a, Ch'iar Imilla, Sani Negra y Sani Blanca, con una densidad de siembra de 4250 kg/ha., con 2,72425 Kg/ 6,4125 m<sup>2</sup> por unidad experimental, asíendo un total de 73,55475 Kg. por variedad, obteniendo una siembra total de 294,219 kg. de semilla en toda la parcela experimental. A continuación se describe algunas de las características de estas variedades:

##### a) Variedad Waych'a.

Esta variedad se caracteriza por tener un hábito de crecimiento semi – erecto, tallo de color verde con poca pigmentación, color de flor lila con rojo morado, fruto baya globosa de color verde, tubérculo redondo con yemas profundas, piel roja con áreas amarillas alrededor de los ojos, madurez tardía de 150 – 180 días (Ugarte, 1992) y presenta un rendimiento medio de 25 a 30 tm/ha (PROINPA – IBTA, 1994).

**Cuadro 5: Características de la variedad Waych'a**

| Caracteres morfológicos                         | Calidad de tubérculo            | Caracteres agronómicos                     | Zonas de cultivo  |
|---|---------------------------------|--|---|
| Forma del tubérculo: redondo con ojos profundos | Materia seca total: 24.3 %      | Hábito de crecimiento: semi-erecto.        | Alturas entre 2500 a 3800 msnm de los departamentos de Cochabamba, La Paz, Potosí, Chuquisaca y Oruro |
|   | Almidón: 17.71 %                | Ciclo vegetativo: tardío (150 a 180 días). |   |
|   | Glicoalcaloides: bajo contenido |  |   |

Fuente: PROINPA. 1995

##### b) Variedad Ch'iar Imilla

Especie: *Solanum tuberosum ssp. andigena*

Ploidia: 2n=4x=48

**Cuadro 6: Características de la variedad Ch'iar Imilla**

| <i>Caracteres morfológicos</i>   | <i>Calidad de tubérculo</i>  | <i>Caracteres agronómicos</i>              | <i>Zonas de cultivo</i>   |
|--|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forma del tubérculo: redondo con ojos profundos.</li> <li>• Color de la flor: Azul morado con jaspes violetas.</li> <li>• Color de la piel: Negro</li> <li>• Color de la pulpa: Blanco</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso específico: 1.095</li> <li>• Materia seca total: 23.1 %</li> </ul>   | Hábito de crecimiento: semi-erecto.        | Alturas entre 3000 a 4000 msnm de los departamentos de La Paz, Potosí, Oruro, Chuquisaca y Cochabamba <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistentes a heladas</li> </ul> |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Almidón: 16.60 %</li> <li>• Calidad culinaria: Excelente para ser consumida como papa hervida y en puré.</li> <li>• Glicoalcoholes: Bajo contenido (no amarga)</li> <li>Almidón: 16.60 %</li> </ul> | Ciclo vegetativo: tardío (150 a 180 días). |   |

Fuente: PROINPA. 1995

Las condiciones de almacenamiento para la variedad Imilla Negra son: humedad relativa mayor a 50%, temperatura entre 4 a 8 °C y buena ventilación que permita desplazar el calor y dióxido de carbono producido por las papas que pueden adquirir olores extraños, si son almacenados con bajo intercambio de aire. Tiene una vida útil de 6 meses, (Coopain Cabana, 2011)

### c) Variedad Sani Negra

La papa "sani negra" corresponde a un ecotipo local nativo, propio de la zona, conocida tradicionalmente como "papa de araca", su mercado es muy apetecido, tiene un ciclo biológico de 120 días y se produce entre los 3.300 a 4.000 m.s.n.m., con un rendimiento promedio de 20 tn/ha. Durante una última evaluación efectuada, se pudo constatar que durante la campaña agrícola 98/99, fueron desplazadas en general entre 60 y 80% de las variedades nativas de papa, algunas como la variedad "sani negra" se ha perdido en un 98%, (PNUD – CEPROMU, 2002)

**Cuadro 7: Características de la variedad Sani Negra**

| <i>Caracteres morfológicos</i>  | <i>Calidad de tubérculo</i>   | <i>Caracteres agronómicos</i>              | <i>Zonas de cultivo</i>  |
|---|-------------------------------|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forma del tubérculo: redondo con ojos semi-profundos.</li> </ul> | Materia seca total: 23.1 %    | Hábito de crecimiento: erecto.             | Alturas entre 2.800- 4.150msnm <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistentes a heladas</li> </ul> |
|   | Almidón: 16.60 %              | Ciclo vegetativo: tardío (150 a 180 días). |  |
|   | Bajo contenido de glicoalcole |  |  |

Fuente: PROINPA. 1995

### d) Variedad Sani Blanca

**Cuadro 8: Características de la variedad Sani Blanco**

| <b>Caracteres morfológicos</b>  | <b>Calidad de tubérculo</b>                 | <b>Caracteres agronómicos</b>             | <b>Zonas de cultivo</b>  |
|---|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forma del tubérculo: Redondo con ojos profundos.</li> <li>• Color de la piel: Crema.</li> <li>• Color de la pulpa: Blanca</li> </ul> | Peso específico: 1.096                      | Hábito de crecimiento: erecto             | Alturas entre 2400 a 3800 msnm de los departamentos de Chuquisaca, Potosí, La Paz, Oruro, Cochabamba y Tarija.<br><br>• Ligera tolerancia a heladas. |
|   | Materia seca total: 23.4 %                  | Ciclo vegetativo: tardío (150 a 180 días) |  |
|   | Almidón: 16.82 %                            |   |  |
|   | Glicoalcaloides: bajo contenido (no amarga) |   |  |

Fuente: PROINPA. 1995

#### 4.1.2. Insumos.

Como fertilizante orgánico se utilizó estiércol de ovino (wano), recolectado de los estercoleros de los productores de Chojñapata durante la época seca, mismo que posteriormente fue distribuida de acuerdo a las dosis requeridas; 0, 15, 30 TM/ha de estiércol de ovino respectivamente. Para la parcela experimental como se puede ver el primer caso de 0 TM/Ha de estiércol no implico ninguna aplicación de fertilizante, para la segunda dosis de 15 TM/Ha se utilizo 0,34614 TM de estiércol y para la tercera dosis (30 TM/Ha) 0,69228 TM de estiércol de ovino, asiendo un total de 1,03842 TM en toda la parcela. Señalando que por cada unidad experimental se utilizo 0,009615 TM. para la 2° dosis y 0,01923 TM. para la 3°.

#### 4.1.3 Material de campo y gabinete.

Los materiales utilizados durante el trabajo de campo fueron:

**Cuadro 9: Material utilizado**

| <b>Maquinaria Agrícola</b> | <b>Herramientas</b> | <b>Equipos</b>        | <b>Otros insumos</b> |
|----------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| Tractor Agrícola           | Pico                | Cámara fotográfica    | Estacas              |
|                            | Rastrillo           | Balanza de precisión  | Lana                 |
|                            | Pala                | Mufla                 | Venesta              |
|                            | Chontilla           | Equipo de computación | Nylon de colores     |
|                            | Barreno             |                       | Yutes                |
|                            | Romana              |                       | Bolsas de red        |

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2. Método de investigación.

#### **4.2.1. Diagnostico sobre la producción de papa en la comunidad de Chojñapata.**

El Diagnostico Rural Participativo (DRP's) se realizó en basé a encuestas que contenían preguntas sobre: épocas de siembra, aporque, cantidad de estiércol que acostumbran utilizar para el abonamiento, variedades de papa que se producía en la comunidad y los factores que afectaban la producción.

#### **4.2.2. Preparación del terreno**

Para iniciar la investigación de campo se realizó la preparación del terreno en el mes de mayo del 2007 por parte de los beneficiarios del Proyecto BOL 10/11590 con la ayuda de un tractor agrícola, removiendo el suelo a una profundidad aproximada de 25 a 40cm, posteriormente en el mes de septiembre se realizó el mullido con la misma maquinaria, una semana antes de cada siembra se realizo la limpieza general de malezas y piedras por bloque (época de siembra) de manera manual acompañada de un rastrillado para poder nivelar el terreno.

#### **4.2.3. Delimitación del terreno.**

Para la delimitación del terreno se tuvo la participación y ayuda de los beneficiarios del proyecto, con el propósito de que todos conozcan el trabajo que se estaba realizando en su comunidad. Para dicha actividad se utilizó, flexo, estacas y cordeles para poder demarcar los límites de los bloques y los tratamientos.

#### **4.2.4. Siembra.**

Para fijar las tres épocas de siembra se utilizó la información del diagnostico productivo de la comunidad Chojñapata, lo cual señalaba como la época normal de siembra al mes de octubre, sin olvidar la referencia del clima, por lo que considerando dicha situación se decidió la siembra adelantada para el meses de septiembre y noviembre como la siembra tardía, tomando al 28 de cada meses para realizar la siembra, con una diferencia de 30 días entre siembra. Para la siembra de cada época se convoco a los participantes para realizar el trabajo de manera conjunta.

Los surcos fueron aperturados a una distancia de 70 cm entre ellos, con dirección de 45° respecto a la pendiente, con el propósito de evitar la erosión, conservar el suelo y sus cualidades. El método de siembra utilizado fue de golpe, a una distancia de 30 cm. entre tubérculos.

#### **4.2.5. Fertilización orgánica.**

Una vez obtenido el estiércol de ovino (wano) se procedió a mezclarla para obtener un abono homogéneo, luego se procedió a pesarlo de acuerdo a lo requerido por el experimento a razón de: dosis 1= 0 TM/ha, 2 = 15 TM/ha, 3 = 30 TM/ ha. Luego de la siembra se procedió a aplicar el abono por surcos a chorro continuo sobre los tubérculos, llegando a cubrirlos en los casos de las dosis 2 y 3. Posteriormente se procedió a cubrir los surcos de tierra.

#### **4.2.6. Manejo agronómico.**

##### **a) Aporque y deshierbe.**

El aporque y deshierbe se realizó aprovechando el intervalo de lluvias del mes de febrero, tomando en cuenta que los meses anteriores presentaron altas precipitaciones lo que provocó la saturación del suelo e impidió la ejecución normal de las labores culturales. El trabajo fue realizado con la ayuda de una chontillas.

#### **4.2.7. Cosecha**

La cosecha fue realizada de manera particular en las tres épocas de siembra debido a que los tubérculos empezaron a sufrir daños en el subsuelo por las constantes heladas que se fueron presentando, sin permitir un registro de las fecha precisas para realizar dicha actividad. La cosecha fue realizada con la ayuda de una chontilla procediendo a sacar los tubérculos producidos por planta por 1m<sup>2</sup>/de tratamiento (6 pls./ tratamiento), mismos que luego fueron puestos en bolsas de redes de nylon para poder realizar las toma de datos de las variables agronómicas restantes (clasificación de tubérculos).

#### **4.2.8 Humedad del suelo**

La humedad del suelo fue obtenida realizando la toma de muestras de suelos con la ayuda de un barreno cada 30 días, a profundidades de 10 a 15 cm y de 15 a 20 cm respectivamente. Las cuales fueron pesadas a razón de 150 a 200 gr en suelo húmedo para luego ser introducidas a la mufla y así al cabo de 24 hr. obtener el peso seco de los mismos llegando a registrar la humedad gravimétrica de cada muestra.

#### **4.2.9 Análisis físico del suelo**

El análisis de suelo se realizó en el laboratorio de la Facultad de Agronomía, en base a muestras recolectadas de la parcela experimental a razón de 250 gramos, con la ayuda de un barreno y el método de análisis de textura de suelos.

#### **4.2.10 Toma de datos**

La toma de datos se lo realizó de acuerdo al desarrollo del cultivo y de las variables planteadas, para lo cual se utilizó diferentes instrumentos (cinta métrica, balanza y rejilla).

Las variables registradas fueron: fenológicas (días a la emergencia, floración y madurez fisiológica), fisiológicas (alturas de plantas, cobertura foliar, número de tallos por planta) y agronómicas (número de tubérculos por planta por diámetros y rendimientos).

Los datos climáticos fueron recolectados del SENAMI a partir de 1950 al 2008 y la mini-estación meteorológica instalada por el Proyecto SANREM – UMSA en la comunidad de Chojñapata durante la gestión 2007 - 2008, ambas registraron datos de: temperaturas máximas, temperaturas mínimas, precipitaciones, humedad relativa y otros.

### **4.3 Diseño experimental**

#### **4.3.1 Modelo estadístico**

El diseño experimental utilizado fue el de completo al azar en parcelas subdivididas, el cual facilitó el manejo de la parcela, los factores en estudio y el análisis de datos obtenidos al finalizar la investigación de campo (Ochoa, 2004).

### Modelo lineal aditivo

$$\chi_{ijkl} = \mu + \beta_l + \alpha_i + \varepsilon_a + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \varepsilon_b + \delta_k + (\alpha\delta)_{ik} + (\gamma\delta)_{jk} + (\alpha\gamma\beta)_{ijk} + \varepsilon_c$$

Donde

- $\chi_{ijkl}$  = una observación cualquiera
- $\mu$  = media general
- $\beta_l$  = efecto de la l-esimo bloque
- $\alpha_i$  = efecto del i-esimo nivel del factor A (*épocas*)
- $\varepsilon_i$  = error de parcela principal o error de A (*épocas*)
- $\gamma_j$  = efecto de la J-esimo nivel del factor B (*dosis de wano*)
- $(\alpha\gamma)_{ij}$  = interacción del i-esimo nivel de A (*épocas*) con el J-esimo nivel de B (*dosis de wano*)
- $\varepsilon_b$  = error de sub parcela o error de B (*dosis de wano*)
- $\delta_k$  = efecto del K-esimo nivel del factor C (*variedades*)
- $(\alpha\delta)_{ik}$  = interacción del i-esimo nivel de A (*épocas*) con el K-esimo nivel de C (*variedades*)
- $(\gamma\delta)_{jk}$  = interacción del J-esimo nivel de B (*dosis de wano*) con el K-esimo nivel de C (*variedades*)
- $(\alpha\gamma\beta)_{ijk}$  = interacción del i-esimo nivel de A con el J-esimo nivel de B y el K-esimo nivel de C
- $\varepsilon_c$  = error de sub sub parcela o error de C (*variedades*)

**Cuadro 10: Factores de estudio**

|                 |                                    |                             |    |
|-----------------|------------------------------------|-----------------------------|----|
| <b>FACTOR A</b> | EPOCAS DE SIEMBRA                  | Temprana (28 de septiembre) | E1 |
|                 |                                    | Normal (28 de octubre)      | E2 |
|                 |                                    | Tardía (28 de noviembre)    | E3 |
| <b>FACTOR B</b> | DOSIS DE ESTIERCOL DE OVINO (WANO) | 0 TM/ha                     | D1 |
|                 |                                    | 15 TM/ha                    | D2 |
|                 |                                    | 30 TM/ha                    | D3 |
| <b>FACTOR C</b> | VARIEDADES DE PAPA                 | Wach'a                      | V1 |
|                 |                                    | Ch'iar Imilla               | V2 |
|                 |                                    | Sani Negra                  | V3 |
|                 |                                    | Sani Blanca                 | V4 |

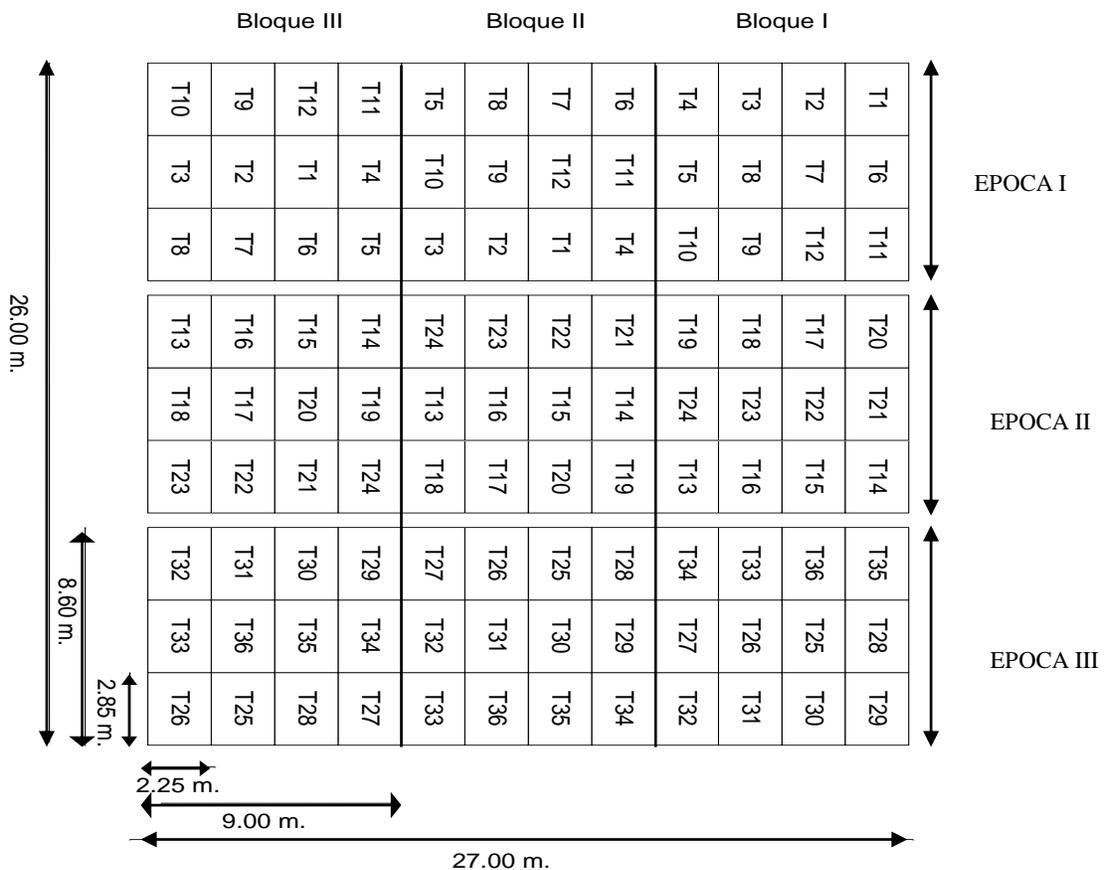
Combinación de los tres factores en tratamientos:

**Cuadro 11: Tratamientos aplicados en la investigación**

|               |                |                |
|---------------|----------------|----------------|
| T1 = E1*D1*V1 | T13 = E2*D1*V1 | T25 = E3*D1*V1 |
| T2 = E1*D1*V2 | T14 = E2*D1*V2 | T26 = E3*D1*V2 |
| T3 = E1*D1*V3 | T15 = E2*D1*V3 | T27 = E3*D1*V3 |

|                |                |                |
|----------------|----------------|----------------|
| T4 = E1*D1*V4  | T16 = E2*D1*V4 | T28 = E3*D1*V4 |
| T5 = E1*D2*V1  | T17 = E2*D2*V1 | T29 = E3*D2*V1 |
| T6 = E1*D2*V2  | T18 = E2*D2*V2 | T30 = E3*D2*V2 |
| T7 = E1*D2*V3  | T19 = E2*D2*V3 | T31 = E3*D2*V3 |
| T8 = E1*D2*V4  | T20 = E2*D2*V4 | T32 = E3*D2*V4 |
| T9 = E1*D3*V1  | T21 = E2*D3*V1 | T33 = E3*D3*V1 |
| T10 = E1*D3*V2 | T22 = E2*D3*V2 | T34 = E3*D3*V2 |
| T11 = E1*D3*V3 | T23 = E2*D3*V3 | T35 = E3*D3*V3 |
| T12 = E1*D3*V4 | T24 = E2*D3*V4 | T36 = E3*D3*V4 |

### 4.3.2 Croquis de la parcela experimental



### 4.3.3 Análisis estadístico de datos

El análisis estadístico se realizó con la ayuda del programa estadístico SAS al 5% de significancia, aplicando la prueba de medias de Duncan al 5 % lo cual nos

permitió analizar los resultados obtenidos en campo de las diferentes variables de respuestas y sus indicadores.

#### **4.4 Variables de respuesta.**

##### **4.4.1 Variables fenológicas.**

###### **4.4.1.1 Días a la emergencia.**

Para determinar este parámetro se contabilizó los días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que se supera el 51% de emergencia en cada tratamiento, realizando el conteo de las plantas emergidas en relación al total de las semillas sembradas en cada unidad experimental.

###### **4.4.1.2 Días a la floración.**

Se tomo en cuenta, los días transcurridos a partir de la siembra, hasta el momento en que se supera el 51% de los brotes florales en las planta, por tratamiento, el conteo de numero de planta con flor en relación al total de las planta emergida por cada unidad experimental, viéndose algunos tratamientos afectados por las intensas heladas del mes de marzo.

###### **4.4.1.3 Días a la madurez fisiológicas.**

Esta es una de las variables que no pudo ser evaluada con exactitud en las tres épocas de siembra, debido a que las plantas no se contabilizaron como en los casos anteriores, ya que las plantas de la parcela experimental sufrieron daños por las frecuentes heladas, que se hicieron presentes en el mes de marzo, abril, mayo y junio.

###### **4.4.1.4 Días a la cosecha.**

La fase de días a la cosecha presento una condición particular en las tres épocas de siembra debido a que los tubérculos empezaron a sufrir daños en el subsuelo por las constantes heladas que se fueron presentando, marcando a dicha fase como una de

las mas critica dentro del desarrollo del cultivo. Solo en el caso de la siembra de septiembre la evaluación de madurez del tubérculo fue realizada a través de la técnica del frote de la cáscara, debido a que la misma llevo a completar la fase de madurez fisiológica. En el caso de la siembra de octubre la misma presento en algunos tratamientos las condiciones adecuadas para su cosecha, mientras que en otros tratamientos como en el caso de la siembra de noviembre, se realizaron cosechas antes de llegar a madurar, debido a que los tubérculos sufrían daños debido a las constantes helas que se hicieron presentes.

#### **4.4.2. Variables morfológicas.**

##### **4.4.2.1 Altura de planta.**

La altura de planta fue resultado del promedio de los datos obtenidos las diferentes fechas colectadas durante el desarrollo de las plantas, para lo cual se tomo 10 plantas al azar por tratamiento. Las medidas se realizaron desde la base del tallo hasta la inserción de la última hoja apical del tallo.

##### **4.4.2.2 Número de tallos por planta.**

Para obtener los datos de esta variable se tomo a las 10 plantas que se evaluaban durante el ciclo de la investigación del cultivo. El número de tallos por planta, se determinó después de la fase de floración, debido a que en esta etapa la cantidad de tallos es invariable.

#### **4.4.3 Variables agronómicas.**

##### **4.4.3.1 Cobertura foliar.**

Esta variable fue registrada en la fase de la floración, con la ayuda de una rejilla de 1x1 metro ubicando dicha herramienta sobre las plantas entre los surcos interiores y centro de cada tratamiento, observando de arriba hacia abajo para poder contar el número de cuadritos (10 x 10 centímetros) que ocupan las plantas que enmarcaba la rejilla mismo que equivalió al porcentaje de cobertura foliar (Quispe, 1997).

#### 4.4.3.2 Número de tubérculos por planta.

Terminada la cosecha se procedió al conteo de los tubérculos producido por cada planta, dentro de cada tratamiento, y unidad experimental, tomando en cuenta todas las papas recolectadas.

#### 4.4.3.3 Número de tubérculos por diámetro por planta.

Para la evaluación de dicha variable se midió el diámetro de tubérculos por planta utilizando la metodología de clasificación de tubérculos que propone la Oficina Regional de Semillas La Paz 1997.

**Cuadro 12: Clasificación de los tubérculos por planta**

| Dominación | Tamaño | Diámetro       | Tipo de papa   |
|------------|--------|----------------|----------------|
| Primera    | I      | 55 mm >        | Papa comercial |
| Segunda    | II     | 45 mm – 55 mm  | Papa comercial |
| Tercera    | III    | 35 mm – 44 mm  | Papa semilla   |
| Cuarta     | IV     | 25 mm. – 34 mm | Papa semilla   |
| Quinta     | V      | 15 mm – 24 mm  | Papa menuda    |
| Descarte   |        | <15 mm         | Papa descarte  |

*Fuente: Oficina Regional de Semilla-La Paz (1997)*

#### 4.4.3.4 Rendimiento

El cálculo de la variable rendimiento se obtuvo una vez realizada la cosecha por metro cuadrado (6 plantas) ubicada en el centro de cada unidad experimental, para efectos de análisis estadísticos se utilizó la relación de conteo, clasificación por tamaño y peso de los tubérculos.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1. Condiciones Climáticas.

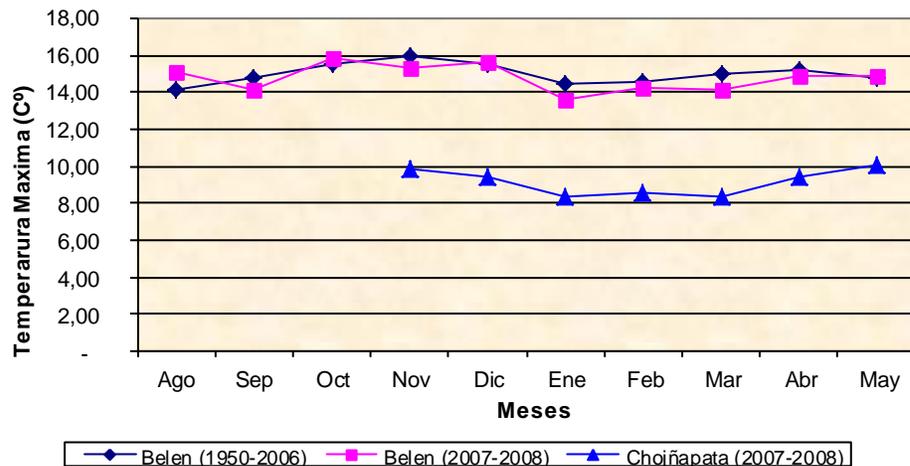
Las condiciones climáticas y medio ambientales, son consecuencia de las interrelaciones entre los diferentes factores: precipitación, temperatura, radiación solar, evapotranspiración, humedad relativa, nubosidad, entre otros.

A continuación se describirán algunos factores que definieron las condiciones climáticas que se presentaron en el sector de Chojñapata, mismos que según los datos obtuvieron, estos influyeron en la producción de papa de la gestión agrícola 2007-2008 en especial en la parcela experimental.

Se debe Indicar que los datos obtenidos en los dos primeros casos son del SENAMI – Estación Experimental de Belén y en el segundo de la microestación instalada en Chojñapata por parte del proyecto SAMREN del instituto de investigación de la Facultad de Agronomía de la UMSA.

### 5.1.1. Temperaturas

#### a) Temperaturas máximas



**Grafico 1. Registro de la temperatura máxima, durante el ciclo del cultivo**

En el grafico 1, se observa el registro de temperaturas máximas de la estación de Belén durante las gestiones agrícolas 1950-2006 y 2007-2008, mismas que se ubican en la parte superior, sobre un promedio mayor a los 13 C°.

Realizando una comparación en el comportamiento de los promedios de temperaturas máximas podemos ver que ambos son casi iguales, considerando que

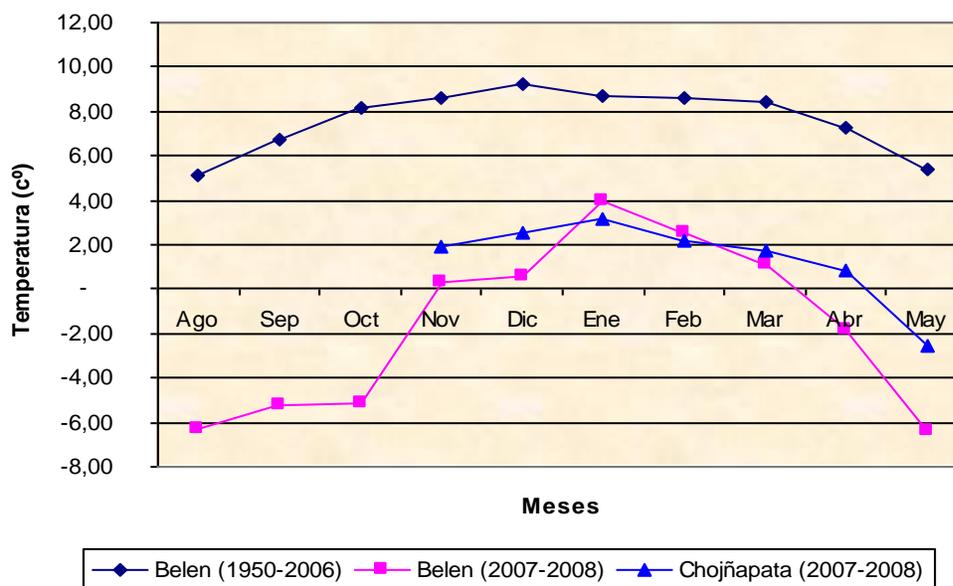
los meses de septiembre, noviembre, enero, febrero y marzo de la gestión 2007-2008 registraron valor menores que los de los años 1950 – 2006, por lo que podemos señalar que de un tiempo a esta parte se han ido produciendo cambios bruscos y bajas en los valores de las temperaturas máximas hasta llegar a un 13,7°C en enero y como un mayor hasta 16 °C en octubre siendo este en rango para la variación de este factor. Siendo el rango en el primer caso de 14°C en agosto como menor y 16 °C en noviembre como mayor.

En cuanto a los datos de la Comunidad de Chojñapata (lugar de estudio), se puede ver que los mismos muestran valores menores en comparación con los promedios de la estación de Belén, en un rango de 8°C (enero) a 10 °C (noviembre), con una diferencia de 6°C en el caso de promedios mayores y 5,7°C en los menores. Los valores señalados pudieren atribuirse a las características fisiográficas de la zona de estudio, lo cual de alguna manera influyo en el comportamiento y desarrollo de las plantas de la parcela experimental, favoreciendo en especial a la siembra de septiembre dado que para las de octubre y noviembre las temperaturas fueron disminuyendo perjudicando posiblemente el desarrollo normal de las plantas sobre todo en la provisión de energía solar, dado que la misma aporta en su crecimiento.

Román, (1990), citado por Condori (1999), menciona que la temperatura es uno de los elementos más importantes del tiempo y el clima, pues tiene influencia sobre toda forma de vida en el planeta y es la causa de muchos fenómenos como cambios de presión atmosférica, vientos, humedad del aire, formación de nubes y precipitación pluvial.

Salinas (2004), en su trabajo de investigación realizado en la Estación Experimental de Belén, señala que la temperatura máxima se presenta en noviembre y diciembre, con un promedio de 18,6°C en los demás meses, de 17,1 °C

## **b) Temperaturas mínimas**



**Grafico 2. Registro de la temperatura mínima durante el ciclo del cultivo**

El grafico 2, muestra que los valores de las temperatura mínimas registradas durante el ciclo agrícola 2007-2008, fueron menores a los promedios del periodo 1950-2006, asiendo notar una diferencia de 11,2 °C entre los valores más bajos registrados en el mes de agosto y de 5 °C entre los más altos presentándose en los meses de diciembre y enero de los dos parámetros de la estación de Belén.

Comparando datos de Chojñapata con Belén podemos ver que en relación con el primer caso (1950-2006) se tuvo valores menores que va de -2,52 en mayo °C a 3°C en enero con una diferencia de valores de 7,52 en los menores y 6,2 para los mayores, tomando en cuenta que Belén se mantuvo en un rango de 5°C en agosto a 9,2°C en diciembre.

En el segundo caso de Belén se puede ver que las temperaturas mínimas presentaron un comportamiento variado que va de -6,2°C de agosto a 4°C de enero mostrando una diferencia con Chojñapata de 3,48°C entre los valores menores y de 1°C entre los mayores.

Analizando las características de este factor podemos señalar que las temperaturas mínimas en la comunidad de Chojñapata se presentaron un comportamiento casi

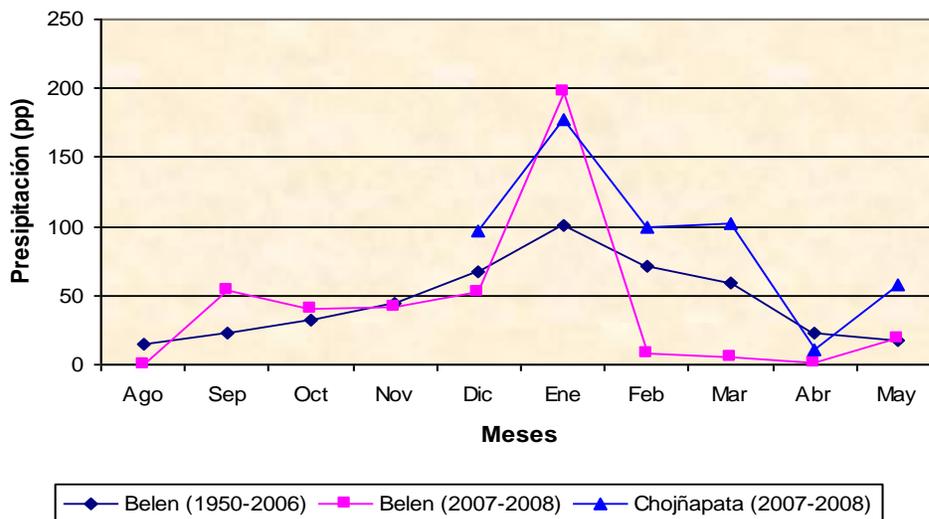
homogéneo sin hacer a un lado que los mismos se encuentran sobre los valores registrados en Belén durante la gestión 2007 y 2008 y por debajo de los promedios del periodo 1950 a 2006, los cuales influyeron manera negativa en la fase de tuberización y su madurez y como efecto en los rendimientos obtenidos en la parcela experimental dado que durante los meses de enero a mayo las temperaturas fueron descendiendo de sobre manera, sin dejar de lado los efectos de las heladas sobre la cobertura foliar y la fase de floración.

Al respecto Moreno (1985), citado por Mena (2005), menciona que la temperatura tiene un efecto morfogenético importante sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos de papa. Donde se hace mención que las bajas temperaturas tienen gran responsabilidad en inducir a la formación de tubérculos, en tanto las elevadas temperaturas las retardan.

Salinas (2004), en su trabajo de investigación realizado en la Estación Experimental de Belén, menciona que las temperaturas mínimas, ocurren a partir de noviembre con  $-3,9^{\circ}\text{C}$ , diciembre con  $-2,5^{\circ}\text{C}$ ; finalización entre enero a abril, con  $-1,6^{\circ}\text{C}$  de promedio finalizando entre enero a abril, con  $-1,6^{\circ}\text{C}$  de promedio época en que se realiza las siembras, el desarrollo del cultivo y es proclive al efecto de las heladas.

### **5.1.2. Precipitación pluvial**

La precipitación es un factor importante y determinante para la producción de papa, por lo que su presencia es imprescindible, tanto para su aporte en el desarrollo de las partes aéreas como en las subterráneas.



**Grafico 3. Registro de la precipitación durante el ciclo del cultivo**

El grafico 3, muestra la comparación de las precipitaciones promedio de las gestiones 1950- 2006 y gestiones agrícolas 2007-2008 de la estación de Belén y Chojñapata 2007-2008.

En el caso de la estación de Belén (2007-2008) las mayores lluvias se registraron en los meses de septiembre (53,7 mm), octubre (40,3 mm), noviembre (41,3 mm) y diciembre (52,3 mm), con un máximo de 197,7 mm en enero, el mes de agosto se caracterizo por 0,1 mm de lluvias seguido de abril con un 0,9 mm. por lo que podemos mencionar que las lluvias en relación a los años anteriores (1950- 2006) presento un comportamiento similar, resaltando las notorias diferencias entre ambas gestiones, es así que se obtuvo valores de 31,27mm para septiembre, 96,3mm enero, 65,6 mm febrero y 54.7 mm marzo .

También se observa que enero fue el mes que registró mayor precipitación tanto en caso de Belén (2007-2008) con 197,7 mm. y 178 mm. en Chojñapata (2007-2008) con una disminución del mismo durante los meses de febrero(100mm), marzo (102mm) y abril (10,2 mm) y un nuevo incremento brusco en mayo de 57.4 mm.

Adicionalmente en el caso de Chojñapata se puede ver que las más altas precipitaciones fueron registradas durante los meses en los que el cultivo presentaba mayor actividad de desarrollo y crecimiento a nivel de la parte aérea y subterránea,

por lo que en su mayoría las lluvias causaron daños a la planta debido a una acumulación de 535 mm en solo 5 meses registrados, sin dejar de lado que las mismas son necesarias en el suelo para poder proveer de nutrientes al cultivo de papa y que el suelo no presentaba una capa arable adecuada.

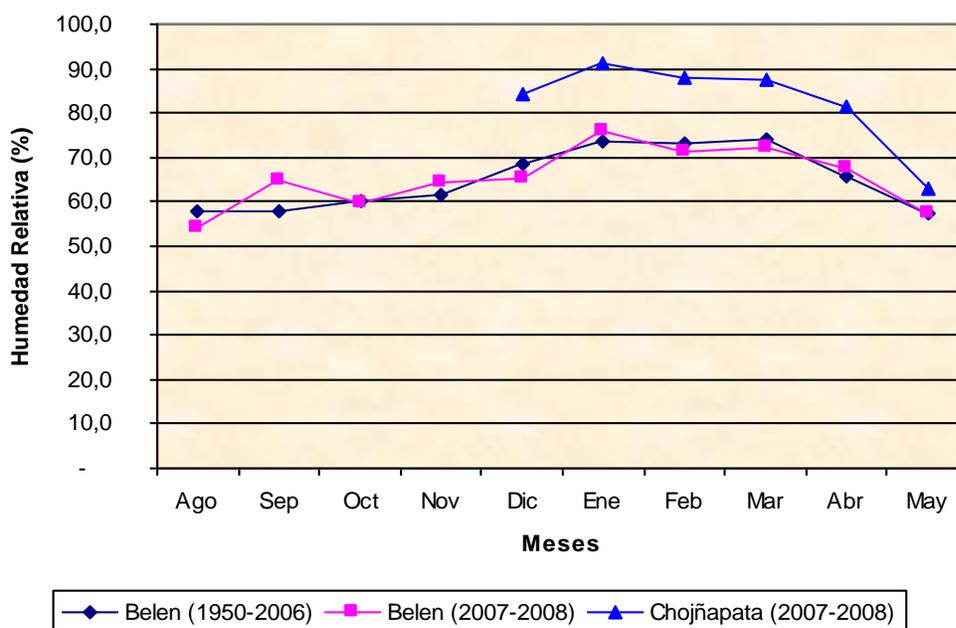
A respecto Orsay, (1989), citado por Condori (1999), señala que en el Altiplano existe déficit hídrico durante gran parte del año y además que el 75% de precipitación ocurre en tres a cinco meses, mientras que el 25% ocurre durante siete a nueve meses y además que la disponibilidad de agua para las plantas es bajo.

Oppliger (1985), señala que la papa requiere de una precipitación de 550 mm., de agua durante su vegetación (550mm-5500000 lt/ha-5500m<sup>3</sup>/ha), además señala que si la lluvia no alcanza en los periodos de desarrollo hay que regar, si hay lluvia persistente se deberá realizar drenajes para evacuar esta del cultivo.

Al respecto por la características especiales del Altiplano, Marlon (1979), citado por Condori (1999), aclara que la terminología estacional utilizada, invierno, primavera, verano, otoño, es equivocada pues, los valores de factores climáticos de energía solar, tensión de vapor de agua, duración del día, etc., son distintos de países donde han sido definidos, en consecuencia sugiere la siguiente terminología: temporada seca (mayo, junio, julio, agosto), temporada de lluvia (diciembre, enero, febrero, marzo), transición (abril, Septiembre, octubre, noviembre).

### **5.1.3. Humedad relativa**

La humedad relativa es otro de los factores que debe ser tomado en cuenta en la producción, ya que este es un medio de propagación y origen de algunas enfermedades en el cultivo de papa.



**Grafico 4. Registro de la humedad relativa durante el ciclo del cultivo**

El grafico 4, muestra que la gestión 2007-2008 y 1950-2006 de la estación de Belén presentó mayor humedad relativa con un comportamiento ascendente entre los meses de agosto a diciembre (57,81 %, 68,51%) y posterior descenso hasta el meses de mayo 57,51 %, situación atribuida a las precipitaciones que se presentaron en la zona.

También se observa que la humedad relativa que se presentó en Chojñapata en relación a la estación de Belén, fueron mayores debido a las altas precipitaciones que se suscitaron en la comunidad durante la gestión agrícola 2007-2008, excepto en enero que fue menor a 200 mm.

Salinas (2004), indica que en su investigación la concentración de humedad del medio ambiente durante el periodo vegetativo de la papa y su comportamiento respecto a la media normal, fluctuó de 55% para noviembre y 67,8% para marzo, valores muy inferiores a la media normal de 66% para noviembre y 72% para marzo. Para el Altiplano, los valores registrados indican un medio ambiente seco, no alcanzando el límite inferior de calificación del 75% para que sea considerado húmedo.

#### **5.1.4. Inclemencias climáticas presentadas en Chojñapata**

Los factores climáticos que afectaron el período de producción del presente trabajo de investigación fueron: la presencia de granizos y nevadas durante los meses de enero y marzo, mismos que causaron daños en el cultivo de papa.

El extremo de bajas temperatura (fenómeno de las heladas), fue la causa de mayor pérdida en la producción, presentándose en los meses de noviembre, diciembre, febrero, abril y mayo, con mayor frecuencia en marzo provocando graves daños.

Al respecto de las heladas, Román (1990), citado por Condori (1999), menciona que las heladas tempranas se presentan antes que inicie la estación de invierno o la época seca, ocasionando daños en la etapa final o en pleno crecimiento de las plantas. En nuestro medio este tipo de heladas por lo general se presenta con mucha frecuencia en, 24 de enero-helada de La Paz, 2 de febrero-heladas de Candelaria, Variables-heladas de Carnaval, Variable-heladas de Tentación.

En el caso de las heladas tardías según el mismo autor, estas se presentan después de haber terminado la época seca o invierno, a comienzos de primavera, ocasionando daños en la etapa inicial del crecimiento de la planta. En el Altiplano los que se presentan con frecuencia en, 31 de octubre-helada de San Andrés, 8 de octubre-helada de Santa Bárbara, 25 de diciembre-helada de Navidad.

Según Oviedo (1995), las condiciones climáticas y medio ambientales es consecuencia de las inter-relaciones entre los diferentes factores de precipitación, temperatura, radiación solar directa, evapotranspiración, humedad relativa, nubosidad, entre otros. Cuando llega a producirse un desbalance entre dichos factores casi siempre determinan efectos negativos para la producción.

Morales (1992), citado por Condori (1999), indica que el análisis y la descripción del clima en el altiplano son complejos y no se debe referir a los conceptos tradicionales de temperatura definidas por otros climas; el empleo de los mismos en el Altiplano muestran grandes variaciones espaciales y asociaciones muy particulares, como aire seco en zonas de lagunas, aunque llueva, frío nocturno intenso con días soleados,

zonas bajas más frías que zonas altas estas particularidades de clima, llevaron a los científicos a conclusiones erróneas sobre la clasificación del clima en el Altiplano.

## 5.2. Suelo

La investigación fue realizada en un suelo con tres años de descanso, misma que presentaba características tales como: suelo con alto grado de pendiente (30°), susceptible a erosión hídrica y eólica, cobertura vegetal de 50%, una capa arable de 20-30 cm. de color café oscuro, presentando a mayores profundidades una capa de arcilla y horizontes de rocas.

**Cuadro 13: Análisis físico químico del suelo**

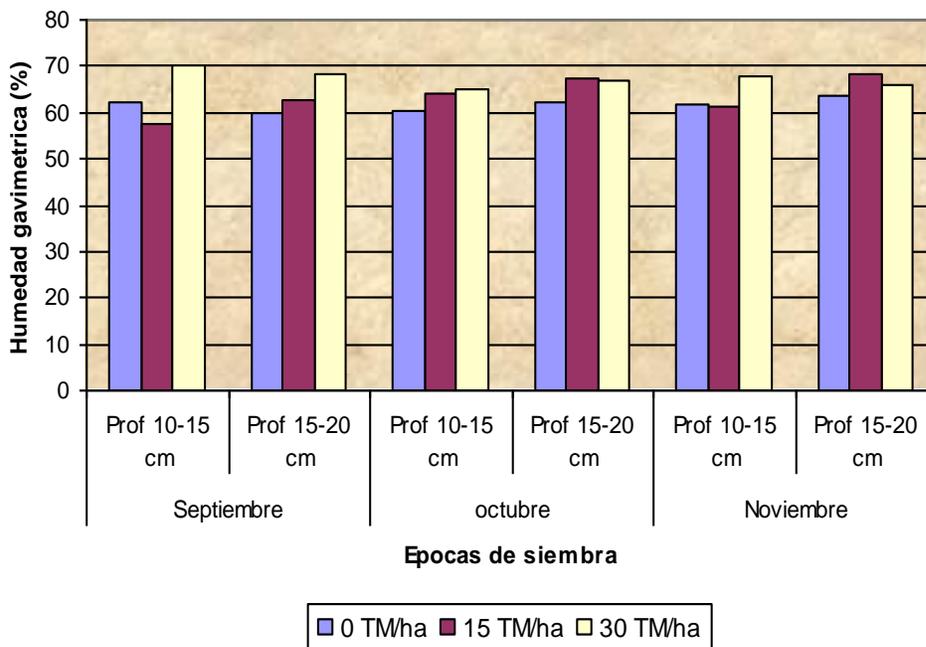
| DETALLE        | UNIDAD   | CANTIDAD       | DETALLE | UNIDAD          | CANTIDAD |
|----------------|----------|----------------|---------|-----------------|----------|
| Arena          | %        | 57             | N total | %               | 0,13     |
| Arcilla        | %        | 15             | P       | Ppm             | 4        |
| Limo           | %        | 28             | Ca      | Mec/100gr suelo | 7,3      |
| Clase textural | FA       | Franco arenoso | Mg      | Mec/100gr suelo | 2,7      |
| Ph             |          | 6,9            | Na      | Mec/100gr suelo | 0,15     |
| C.E.           | Mmhos/cm | 0,8            | K       | Mec/100gr suelo | 0,14     |
| Sat. Bas.      | %        | 99             | TBI     | Mec/100gr suelo | 10,6     |
| M.O.           | %        | 1,9            | CIC     | Mec/100gr suelo | 10,7     |

*Fuente: Laboratorio de suelos Fac. Agro – UMSA- 2007*

De acuerdo al cuadro 13. la parcela de investigación presenta un suelo de una clase textural Franco Arenoso, lo cual indica su aptitud para la agricultura y en especial para la producción de papa. A pesar de esta característica favorable, la misma no pudo ser aprovechada en un cien por ciento, debido inicialmente a la presencia de una capa arable susceptible a erosión hídrica, misma que tuvo su efecto negativo por altas precipitaciones que presentaron en la zona de investigación, lo cual dificultó la infiltración del agua en el suelo provocando su saturación y sobresaturación, y por tanto llegando a perjudicar el desarrollo de las plantas, en especial en la fase de la emergencia, crecimiento de raíces y la formación de tubérculos.

### 5.2.1. Humedad del suelo

La humedad del suelo es uno de los factores que fue tomado en cuenta debido a su influencia en el desarrollo de las plantas, especialmente de los tubérculos de papa.



**Grafico 5. Humedad gravimétrica del suelo a 10-15 y 15-20 cm de profundidad**

El grafico 5, describe la humedad gravimétrica del suelo, misma que fue evaluada a dos profundidades, en las tres épocas de siembra y de acuerdo a su comportamiento según la dosis aplicada en cada tratamiento.

Se puede observar que el comportamiento de la humedad en la parcela experimental fue en un rango de 57% a 70%, lo cual inicialmente muestra que se presentó una saturación del suelo debido a las altas y constantes precipitaciones pluviales, especialmente en la aplicación de 30 TM/ha de estiércol de ovino, presentando un comportamiento en un rango que fue de 65% a 70% de humedad gravimétrica, con una conducta similar en las tres épocas de siembra y a las dos profundidades (10-15 cm y 15-20 cm), debido a la incorporación de MO lo cual actuó como ente de absorción y retención de agua.

El comportamiento de la humedad gravimétrica del suelo con la aplicación de 15TM/ha, podría deberse a la misma condición que se generaron con la tercera

dosis, en el caso de 0 TM/Ha presenta un comportamiento en promedios menores a los otros dos, lo cual se debería primeramente a la inexistencia de un aporte adicional de MO, por lo cual estos tratamiento no hubieran podido concentrar agua dependiendo simplemente de las precipitaciones pluviales y sus excesos.

El exceso de humedad en los suelos fue un factor determinante para el desarrollo de las plantas, llegando a provocarles estrés fisiológico y limitando el uso eficiente del agua en las diferentes actividades metabólicas tales como: la absorción de nutrientes, la fotosíntesis y la transpiración. El desarrollo de los tubérculos también se vio perjudicado, debido a la concentración de agua en el suelo lo cual provoco un incremento en el porcentaje de contenido de este elemento en cada uno de ellos llegando a provocar su pérdida, las bajas temperaturas también aportaron a esta situación debido a sus efecto negativo en el suelo.

Adicionalmente la saturación hídrica del suelo obstaculizo las prácticas del manejo agronómico (aporque) del cultivo, lo cual tuvo su efecto durante y después del ciclo del cultivo.

Según Fuentes 1987, un suelo seco y/o labrado se enfría con mayor rapidez que un suelo húmedo y/o apelmazado, el alto contenido de humedad en el perfil del suelo, permite el almacenamiento de mayor energía calorífica.

### **5.3. Variables fenológicas**

#### **5.3.1. Días a la emergencia**

El análisis de varianza (ANVA) para la variable días a la emergencia presento un coeficiente de variación de 9.456 %, indicando aceptable el manejo de las unidades experimentales, además de mostrar diferencias altamente significativas entre las épocas de siembra, dosis de estiércol y variedades de papa.

#### ***Relación época de siembra***

Podría mencionarse que la significancia que se presentó entre las épocas de siembra se debió a que las mismas fueron realizadas en tres diferentes meses, septiembre, octubre y noviembre lo cual influyó de manera directa en los días a la emergencia, adicionalmente se debe tomar en cuenta que las lluvias se hicieron presentes con variaciones en el calendario agrícola que marca la región altiplánica.

Según DRP's (2007), en la comunidad de Chojañapata se acostumbra a realizar la siembra adelantada a fines del mes de septiembre junto a las zonas bajas, considerando una siembra normal a partir del 15 de octubre hasta fin de mes, las cuales son favorecidas por el inicio de las lluvias, dejando así la siembra tardía para el mes de noviembre misma que según pobladores es destinada para semilla de la próxima gestión.

**Cuadro 14: Prueba de Duncan para días a la emergencia en épocas de siembra.**

| SIMBOLO | EPOCAS DE SIEMBRA | DIAS A LA EMERGENCIA | PRUEBA DUNCAN = 0,05 | $\alpha$ |
|---------|-------------------|----------------------|----------------------|----------|
| E1      | Septiembre        | 62,47                | A                    |          |
| E3      | Noviembre         | 44,03                | B                    |          |
| E2      | Octubre           | 43,11                | B                    |          |

El cálculo de la prueba de medias de Duncan del cuadro 14, muestra que las plantas de la siembra de octubre emergieron en un promedio de 43,11 días, tiempo menor que la de noviembre (44,03 días), pero significativo en comparación con la siembra de septiembre (62,47días), encontrando una diferencia de 19,36 días entre la siembra adelantada y la media.

Podemos inicialmente mencionar que dicho comportamiento se debió a las fechas y lapsos marcados entre cada época de siembra (30 días), mismas que fueron definidas por las condiciones climáticas que se hicieron presentes en la gestión agrícola 2007-2008 de la comunidad de Chojañapata, tomando en cuenta cada época de siembra de manera individual.

Aitken (1987), menciona que la época de siembra varía según la zona. En el Altiplano van desde agosto hasta noviembre, en los valles desde julio hasta noviembre y en los llanos al finalizar la época de lluvias.

Condori (1999), en una investigación en el altiplano realizó su siembra el 25 de noviembre de 1996 época de siembra tardía, esto con el objetivo de asegurar la incidencia de heladas sobre el cultivo en invierno, para determinar el efecto de las heladas.

Otros aspectos que pudieron definir la variación de días a la emergencia podrían ser el porcentaje de la vigorosidad y viabilidad de las semillas, es así que en el caso de la siembra de septiembre se tenía una semilla joven que no habían iniciado su brotación lo cual incidió en una emergencia lenta que fue favorecida por las bajas precipitaciones.

Se puede ver que la siembra de octubre presenta una emergencia en menor número de días (prom.43, 11 días) que podría atribuirse a una brotación temprana debido a que las semillas eran más maduras, y que la presencia de lluvias provocó un incremento de la vigorosidad en las semillas.

Se observa que la siembra de noviembre muestra 19,11 días más en la fase de emergencia en comparación con la siembra de octubre, lo cual podría deberse posiblemente a que la semilla sufrió un estrés fisiológico como un efecto de las constantes y altas precipitaciones, mismo que llegó a reducir su capacidad de emergencia.

Al respecto Quiroga (2008), en la comparación de medias para épocas obtuvo que la época de septiembre tiene más días en llegar a esta fase, mientras que octubre y noviembre estadísticamente son similares, obteniendo promedios de días menores en emerger, estas diferencias de días entre épocas probablemente se deba a factores del estado fisiológico de la semilla que se encontraba en la siembra, como ser que el tubérculo se trate de un híbrido inestable (Bastin, 1970 citado por Quiroga 2008), requiere de un buen manejo de post-cosecha donde se pueda controlar los

factores de variedad, como condiciones de crecimiento, temperatura de almacenamiento, daños mecánicos, madurez y tamaño del tubérculo; para mantener el estado de dormancia del tubérculo semilla.

### **Relación dosis de estiércol aplicado**

**Cuadro 15: Prueba de Duncan para días a la emergencia con dosis de estiércol**

| SIMBOLO | DOSIS DE ESTIERCOL | DIAS A LA EMERGENCIA | PRUEBA DUNCAN = 0,05 $\alpha$ |
|---------|--------------------|----------------------|-------------------------------|
| D1      | 0 TM/ha            | 52,67                | A                             |
| D2      | 15 TM/ha           | 49,86                | B                             |
| D3      | 30 TM/ha           | 47,08                | C                             |

El cuadro 15, de cálculo de la prueba de Duncan, muestra que frente a una aplicación 0 TM/ha de estiércol de ovino los días de emergencia fueron mayor (52,67 días) en comparación con la dosificación de 15 y 30 TM/ha de estiércol de ovino, mismos que presentan valores promedios de 49, 86 y 47,08 días respectivamente. Comparando la dosis tres (D3) con la dosis uno (D1) se tuvo una diferencia de 5, 59 días y con la dosis dos (D2) una variación de 2,78 días.

De acuerdo a los comportamientos descritos anteriormente frente a la aplicación de las diferentes dosis podemos señalar que los días de emergencia fueron influenciados por el estiércol de ovino, ya que los tratamiento con 0 TM/ha de estiércol de ovino mostraron falencias por no contar con un aporte de fertilizante en sus suelos, motivo por el cual las semillas no tuvieron un agente que induzca su germinación llegando a prolongar la dormancia de los mismos, además de considerar las características de las precipitaciones en las diferentes épocas de lluvia.

Sánchez (2003), menciona que la quemadura por abono ocurre cuando demasiado abono es colocado muy cerca de la semillas, causando una alta concentraciones de sales solubles alrededor de la semilla o las raíces lo cual evita que las raíces absorban agua por lo que la semilla pueden germinar y emerger inadecuadamente.

El número menor de días que presentó la aplicación de 30 TM/Ha para emerger, pudo considerar un aporte mayor de calcio (Ca) la cual al hacerse presente en las zonas de crecimiento activo favoreció dicha fase, en el caso del magnesio (Mg) aparte de estar involucrado en la fotosíntesis interviene en la activación de muchos sistemas enzimáticos, lo que pudo generar una emergencia más rápida. En caso de la dosis de 15 TM/Ha la misma muestra 2,78 días más que los efectos de la dosis 3, mismo que se debería a que los elementos anteriormente mencionados fueron aportados en un menor porcentaje.

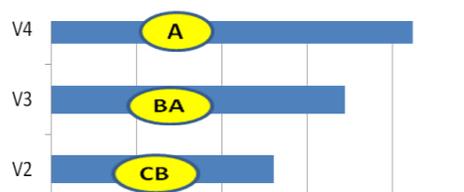
Según Herrera (2009), obtuvo un mayor porcentaje de emergencia con el T4 (estiércol de bovino) con un 95% seguido por el T3 (estiércol de ovino) con 92%, contrariamente al T2 (fertilizante) que tuvo un porcentaje de emergencia del 70% dividido a las características del suelo y la reacción que tuvo frente a la aplicación de los diferentes abonos.

Cabe recordar que las lluvias influyeron de manera directa en la conductividad eléctrica del suelo lo cual favoreció la asimilación de nutrientes por parte de las plantas y que fueron las bajas temperaturas las que perjudicaron la emergencia en las tres aplicaciones puesto que un rango para esta variable es de 15 a 20 días después de la siembra (Canahua,1991). Al respecto Evans (1983), indica que la tasa de emergencia se incrementa al aumentar la temperatura y la humedad del suelo.

### ***Relación variedades***

Realizando un análisis de días a la emergencia se encontró que la variedad Waych'a y Ch'iar Imilla lograron emerger en menos días que las variedades Sani Negra y Sani Blanca con una variación entre cada variedad de aprox. 2 días, tal como se describe a continuación:

**Cuadro 16: Prueba de Duncan para días a la emergencia en variedades**



| <b>SIMBOLO</b> | <b>VARIEDADES</b> | <b>DIAS A LA EMERGENCIA</b> | <b>PRUEBA DUNCAN<br/><math>\alpha = 0,05</math></b> |
|----------------|-------------------|-----------------------------|---|
| V4             | Sani Blanca       | 52,48                       | <b>A</b>  |
| V3             | Sani Negro        | 50,89                       | <b>AB</b>   |
| V2             | Ch'iar Imilla     | 49,22                       | <b>BC</b>   |
| V1             | Waych'a           | 46,89                       | <b>C</b>  |

El cuadro 16, muestra que existe variación numérica de días a la emergencia, pero que estadísticamente existe un comportamiento similar entre algunas variedades; Chiar Imilla con Waych'a y Sani Negro con Sani Blanca, se debe señalar que las variedades Waych'a y Sani Blanca presentan una amplia diferencia, pese a ser una variedad de características similares sobre todo en sus ciclos vegetativo (tardío) que va de 150 a 180 días, (PROINPA, 1995).

Uno de los aspectos que favoreció la emergencia en cada una de las variedades es el grado de adaptabilidad en la zona y especialmente en la comunidad de Chojñapata, dado que al producirse un incremento de las temperaturas en relación a los años anteriores (desde hace 25 -30 años), los productores fueron introduciendo estas variedades debido a su demanda, tanto para auto consumo y como para su comercialización, (DRP's, 1997).

Yucra (2006), muestra en su investigación que la variedad Waych'a obtuvo 78,34% de emergencia por su expresión al clima y la humedad existente en el suelo lo cual favoreció al microclima.

En relación a este hecho podemos señalar que la investigación muestra que las variedades Sani Negra y Sani Blanca no pudieron lograr una adaptabilidad total en la comunidad de Chojñapata, motivo por lo cual los días de emergencia fueron mayores; 50,89 y 52,48 días respectivamente. Adicionalmente se debe tomar en cuenta las condiciones de las semillas, puesto que esta variable pudo ser influenciada por aspectos de comportamiento genético y su manejo pos cosecha.

Al respecto Quiroga (2008), en la comparación de medias en variedades, obtuvo que las variedades Sani Imilla, Blanca, Imilla Negra y Waych'a, que son similares

estadísticamente al tener menos días para llegar a esta fase fenológica, mientras que la variedad Luck'i tuvo más días en llegar a la emergencia. Como resultado de esta diferencia probablemente se deba al comportamiento de cada variedad y del estado fisiológico en los manejos de post cosecha del tubérculo semilla de cada variedad. Las características agronómicas de cada variedad y su adaptación a las condiciones climáticas de la zona con ser las lluvias y temperaturas han variado en las tres épocas donde se han favorecido en tener días menores para llegar a la emergencia las variedades no amargas.

### 5.3.2. Días a la floración

El análisis de varianza para esta variable nos indica un coeficiente de variación de 2,09 %, lo cual indica que los datos registrados son estadísticamente confiables.

Respecto a esta variable, solo en épocas de siembra se realizó la prueba de Duncan, debido a que fue la única que mostro alta significancia en el análisis de varianza. En el caso de los factores; aplicación de dosis de estiércol y variedades, estos no presentaron significancia debido a que los mismos no pudieron ser evaluados de forma precisa a efecto de las inclemencias climáticas (granizo y nieve) que presentaron, lo cual llego a ocasionar daños hasta en un 80% en la flores.

#### **Relación época de siembra**

**Cuadro 17: Prueba de Duncan para días a la floración en épocas de siembra**

| SIMBOLO | EPOCAS DE SIEMBRA | DIAS A LA FLORACIÓN | PRUEBA DUNCAN $\alpha = 0,05$ |
|---------|-------------------|---------------------|-------------------------------|
| E1      | Septiembre        | 168,75              | A                             |
| E3      | Noviembre         | 160,13              | B                             |
| E2      | Octubre           | 156,89              | C                             |

El cuadro 17, muestra la variación de días a la floración en relación a las épocas de siembra, donde se observa que el número menor fue establecido por la siembra de octubre con un promedio de 156,89 días, seguida por la de noviembre con 160,13 días y finalmente septiembre con 168,75 días.

Inicialmente se debe tomar en cuenta que según Canahua (1991), la fase de floración en las papas de variedad dulce se inicia a partir de los 20 a 25 días después de la emergencia, lo cual en relación al presente estudio se tiene para septiembre 106.28 días, 113.78 días para la siembra de octubre y 116.1 días para noviembre, todos estos valores a partir de la emergencia. Este comportamiento podría atribuirse a las condiciones climáticas adversas que se hicieron presentes en la comunidad tales como: bajas temperaturas, presencia de heladas, presencia de nieve y granizos, mismos que provocaron daños en las plantas debido a su frecuencia en los meses de marzo, abril y mayo, especialmente en la parte aérea de la planta en la que se encuentran los botones florales.

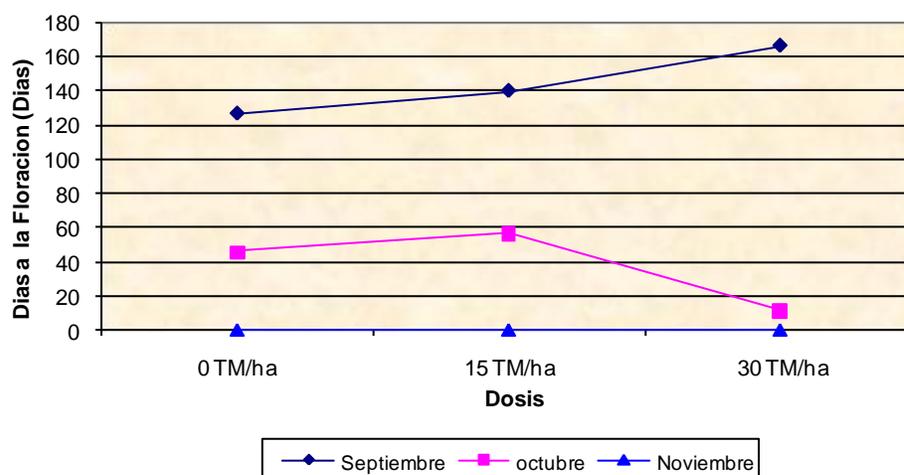
Oviedo (1995), señala que el número de días desde la fecha de emergencia hasta que el 50% de las plantas de una accesión presenta la apertura de botones florales con un promedio de  $57,96 \pm 16$ , 23 días, debido a las características de cada accesión. Menciona también que, las accesiones amargas no concluyeron la fase de floración, por la presencia de heladas tempranas debido a que la siembra fue retrasada por falta de humedad en el suelo.

Otro de los probables factores que influyo en esta variables fue el estado fisiológico en la que se encontraban las semilla utilizadas, sobre todo tomando en cuenta que para septiembre se contaba con semillas nuevas, lo cual pudo provocar un incremento de días para llegar a la floración, en los casos de octubre y noviembre los días fueron mucho mayor debido a que las altas precipitaciones provocaron un estrés fisiológico a nivel del follaje de la planta mismo que derivo en daños a nivel de las flores.

Al respecto Quiroga (2008), al comparar las medias en épocas, obtuvo que la época 1 (septiembre), tiene más días en llegar a esta fase, mientras que para las épocas 2 (octubre) y 3 (noviembre), que estadísticamente son similares con menores días en florecer diferencia que probablemente se deba al estado fisiológico del tubérculo-semilla, donde la semilla joven tienen una emergencia y floración lenta; mientras que las semillas viejas se obtienen un menor tiempo en llegar a estas fases. Peña (2001) citado por Quiroga (2008), indica también que las condiciones de temperatura y el

fotoperiodo para la época 1 y con ausencia de precipitaciones presenta un lenta floración, para la época 2 es favorable el fotoperiodo por la presencia de días soleados y días lluviosos, mientras que la época 3 tiende a ser afectado por su fotoperiodo afectado por la presencia de días nublados y con lluvias.

### Análisis de interacción de días a la floración



**Grafico 6. Interacción época de siembra Vs. dosis de estiércol en la floración**

El grafico 6, de interacción entre épocas de siembra y dosis de estiércol muestra claramente que existe una diferencia significativa entre las épocas de siembra de septiembre, octubre y noviembre dentro de los niveles de estiércol aplicado, es así que la siembra temprana floreció en mayores días (168,75) manteniendo un efecto ascendente frente a la aplicación de mayores cantidades de estiércol, la siembra de octubre presento mayor número de días con una aplicación de 15 TM/ha de estiércol de ovino produciéndose un efecto no significativo frente a un aporte de 30 TM/ha de estiércol en comparación con la siembra de noviembre.

En la siembra de noviembre se observa que los días a la floración fueron menores en comparación con la siembra de septiembre y octubre debió a que el periodo de esta época presento mayores inclemencias climáticas (bajas temperaturas, vientos con altas velocidades), que causaron daños tales como: quemaduras en la cobertura foliar, en botones florales y por ende perjudicaron el desarrollo de las plantas.

### 5.3.3. Días a la cosecha

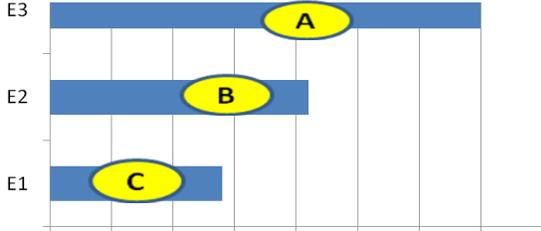
El análisis de varianza para los días a la cosecha mostró un coeficiente de variación de 8,43% dando confiabilidad a los datos presentados en el análisis de varianza. Describiendo los datos obtenidos en el análisis podemos indicar que no se presentaron diferencias en relación a la aplicación de dosis de estiércol en variedades de papa.

Dicho resultado pudo haberse dado a que la cosecha se realizó de forma particular ya que los nuevos tubérculos fueron afectados por el efecto de las constantes e intensas heladas de marzo, abril y mayo, lo cual llegó a limitar la normal madurez fisiológica de los mismos.

### **Relación época de siembra**

**Cuadro 18: Prueba de Duncan para días a la cosecha en épocas de siembra**

| SIMBOLO | EPOCAS DE SIEMBRA | DIAS A LA COSECHA | PRUEBA DUNCAN $\alpha = 0,05$ |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------------------|
| E3      | Noviembre         | 250               | A                             |
| E2      | Octubre           | 236               | B                             |
| E1      | Septiembre        | 229               | C                             |



El cuadro 18, muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa, entre las épocas de siembra para la variable días a la cosecha, lo cual en su mayor influencia se debió a las intensas heladas que se hicieron presentes y probablemente a la resistencia de la planta y el tubérculo frente a dicho fenómeno climático.

De acuerdo con la prueba de media los días a la cosecha en relación a la época de siembra presentan diferencia entre sí mostrando que la siembra de septiembre presentó 7 días menos que la de octubre lo cual pudo deberse a la maduración fisiológica completa de los tubérculo motivo por el cual se pudo ver los efectos de la senescencia y abscisión en la parte aérea de las plantas.

Se considera otros de los factores que favoreció los días a la cosecha fue la aplicación inicial del wano lo cual debido a su contenido de nutrientes probablemente habría influido en su cosecha y la resistencia de los tubérculos, tanto en las siembras

de septiembre, octubre y especialmente en la de noviembre en la cual se intensificaron las heladas, provocando una cosecha casi uniforme en los tratamientos.

Otra de las posibles causas para la variación de la cosecha pudo haber sido las condiciones edáficas del suelo durante el periodo de cosecha puesto que los mismos presentaban un porcentaje alto de humedad lo que de alguna forma habría influido en la resistencia de los tubérculos de las siembras de septiembre y octubre, pero limitado por las intensas heladas.

Al respecto Quiroga (2008), en la comparación de medias en épocas, obtuvo que estadísticamente las tres épocas no son similares, donde la época de octubre tuvo más días en llegar a la madurez fisiológica, seguido de septiembre y noviembre con días promedios menores estas diferencias probablemente se deba a la maduración de los tubérculos, donde ocurre la senescencia y abscisión de la parte aérea de la planta que se considera un indicador de cosecha, esto debido a los factores internos de crecimiento, como los factores edáficos y a la influencia del clima sobre el cultivo, con lo que se obtuvo que la época 3 ha sido la más favorecida entre las otras épocas.

Salinas (2004), indica que la cosecha de papa de la variedad Waych'a, tuvo su proceso, para ello recurrió a la información clave de los lugareños que indicaban que el momento propicio de la cosecha del cultivo de papa es cuando la piel del tubérculo se encuentra adherida muy fuertemente y no presenta daño alguno cuando se la somete al rasguño con cierta precisión. Así el momento oportuno de la cosecha según los lugareños es cuando el tubérculo conserva sus propiedades organolépticas.

Según Yucra 2006, antes de realizar la cosecha por unidad experimental, verifíco en los tubérculos (sin sacar la planta), con el fin de determinar la dureza de la cáscara y el color amarillo del área foliar. Esto permitió determinar la época de cosecha por la alta diferencia de madurez que presentaban los cultivares y las variedades testigo.

## 5.4. Variables morfológicas

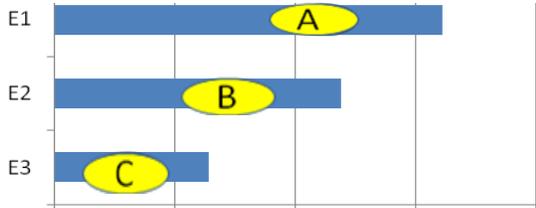
### 5.4.1. Altura de planta

El análisis de varianza para la variable altura de planta muestra un coeficiente de variación de 10.1968%, indicando aceptables el manejo de las unidades experimentales y que los datos son confiables, indicando también que se obtuvieron diferencias altamente significativas en los factores: épocas de siembra, dosis de estiércol, variedades de papa y sus interacciones.

#### *Relación época de siembra*

**Cuadro 19: Prueba de Duncan para altura de planta en épocas de siembra**

| SIMBOLO | EPOCAS DE SIEMBRA | ALTURA DE PLANTA | PRUEBA DUNCAN $\alpha = 0,05$ |
|---------|-------------------|------------------|-------------------------------|
| E1      | Septiembre        | 32,14            | A                             |
| E2      | Octubre           | 23,78            | B                             |
| E3      | Noviembre         | 12,74            | C                             |



El cuadro 19, muestra que la siembra de septiembre presento plantas con las mayores alturas promedios (32,14 cm.), seguido de la siembra de octubre con 23,78 cm. y una diferencia estadística de 8,36 cm. entre ambas, la siembra de noviembre presento un promedio menor (12,74 cm.) que comparado con la siembra de septiembre muestra un valor de 19,4 cm. menos.

La diferencia entre altura de plantas puede deberse a que cada ciclo de siembra tubo sus propias características climática influenciadas por las precipitaciones, humedad del ambiente, velocidad del viento, radiación solar, temperaturas máximas y mínimas diferenciadas y su presencia en cada fase fonológica del cultivo, es así que la siembra de septiembre posiblemente presento las mejores condiciones de resistencia frente a cada uno de estos factores climáticos.

En caso de la siembra de octubre la misma podría deberse a condiciones regulares del clima puesto que se presentaron mayor número de días nublados lo cual pudo influir en el fotoperiodo de las plantas llegando a reducir posiblemente su capacidad

de producir células meristemáticas que pudieron favorecer el crecimiento de las plantas, a lo que se adiciona las precipitaciones que fueron incrementándose paulatinamente llegando a producir un estrés fisiológico a causa de una alteración metabólica. La siembra de noviembre incremento dicha condiciones mostrando el mayor perjuicio.

Al respecto Quiroga (2008), en la comparación de medias para épocas, obtuvo que la época 3 (noviembre) obtuvo más alturas, mientras que la época 1 (septiembre) tuvo promedios menores, estas diferencias entre épocas probablemente se deba a que el crecimiento de una planta no solo se limita reacciones químicas metabólicas y enzimáticos que sucede desde el momento de la brotación hasta la floración, sino que también depende para su culminación de variaciones de todos los factores del medio ambiente (temperatura, precipitación), por lo que las épocas 2 (octubre) y 3 obtuvieron mayores alturas al ser favorecidos con la temperatura y precipitación; mientras que la época 1 solo la temperatura y fotoperiodo fueron los óptimos.

### **Relación dosis de estiércol**

**Cuadro 20: Prueba de Duncan para altura de planta con dosis de estiércol**

| SIMBOLO | DOSIS DE ESTIERCOL | ALTURA DE PLANTA | PRUEBA DUNCAN $\alpha = 0,05$ |
|---------|--------------------|------------------|-------------------------------|
| D3      | 30 TM/ha           | 26,14            | A                             |
| D2      | 15 TM/ha           | 25,08            | B                             |
| D1      | 0 TM/ha            | 17,44            | C                             |

El cuadro 20, muestra que estadísticamente las alturas obtenidas frente a la aplicación de diferentes dosis de estiércol de ovino, las plantas presentaron diferencias significativas en sus alturas, ya que con la aplicación de 30 TM/ha de estiércol de ovino, se obtuvo mayores alturas de plantas con un promedio de 26,14 cm, seguido de la dosis 15 TM/ha, con una altura de 25,08 cm. existiendo una diferencia entre ambos de 1,06 cm. En el caso de la aplicación de 0 y 15 TM/ha de estiércol de ovino con 17,44 cm. y 25,08 cm. respectivamente presentando una diferencia de alturas de 7,64 cm entre ambos.

Esta diferencia de alturas podrían ser atribuido a las condiciones de asimilación de nutriente del suelo y del estiércol incorporado y su disponibilidad, considerando que el contenido de potasio pudo ayudar a soportar las heladas y que la reducción del nitrógeno provocó un crecimiento mínimo de la planta, a efecto de los constantes procesos de lixiviación provocados por las altas precipitaciones registradas en la zona de estudio.

Se debe considerar que el proceso de absorción de nutrientes se produce bajo condiciones adecuadas del clima, siendo que durante la presente investigación estos factores fueron variando en los diferentes meses, tales como las altas precipitaciones, altos porcentajes de humedad del ambiente, días nublados, altas velocidades del viento y reducidas horas luz.

Al respecto Morales (2000), indica que las condiciones climáticas del Altiplano posiblemente no favorecen a la manifestación total del efecto de fertilizantes sobre el cultivo de papa, por la baja precipitación y temperaturas existente. Lo cual hace constar que los factores climáticos extremos desfavorecen una absorción regular de nutrientes y su aporte para el crecimiento y desarrollo de la planta

Oviedo (1995), señala en su investigación realizada que el crecimiento de las plantas es una expresión genética complementada por la fertilidad del suelo, buen contenido de materia orgánica y regular la precipitación acumulada anual que permitió mantener la humedad del suelo en capacidad de campo, constante durante el crecimiento de las plantas.

Blackman citado por Bertch (1995), indica que un proceso (en este caso la altura) es condicionado en su expresión por un número determinado de factores separados (luz, agua, dióxido de carbono, oxígeno, temperatura y nutrimentos). En otras palabras, el crecimiento de la planta no puede ser mayor que el permitido por el factor disponible en menor cantidad.

### ***Relación variedades de papa***

#### **Cuadro 21: Prueba de Duncan para altura de planta en variedades**

| SIMBOLO | VARIETADES   | ALTURA DE PLANTA | PRUEBA DUNCAN $\alpha = 0,05$ |
|---------|--------------|------------------|-------------------------------|
| V1      | Waycha       | 25,84            | A                             |
| V2      | Chiar Imilla | 24,05            | B                             |
| V3      | Sani Negra   | 22,43            | C                             |
| V4      | Sani Blanco  | 19,23            | D                             |

La prueba de Duncan del cuadro 21, muestra que estadísticamente existe diferencias significativas en las alturas en relación a las variedades Waych'a, Chiar Imilla, Sani Negro y Sani Blanca.

Las variedades Waych'a y Chiar Imilla presentaron una diferencia de alturas entre ambas de 1,79 cm. indicando que la primera variedad presento las mayores alturas, seguida de la Chiar Imilla con un valor de 22,43 cm, esta situación probablemente pudo deberse a las características genéticas y su adaptabilidad ya que en el caso de la Waych'a esta fue una de las variedades anteriormente introducidas en el sector llegando a mostrar características satisfactorias en su producción. Sin dejar de lado su preferencia por la variedad Chiar Imilla, misma que según el sector donde se realizo la investigación depende no solo de su adaptabilidad sino también de las condiciones fisiográficas tal como la altura sobre el nivel del mar.

La variación de las alturas promedio de las variedades, posiblemente pudo deberse no solo al clima en general sino también a las condiciones micro edafo climáticas que se generaron en cada tratamiento y la incorporación de estiércol en cada uno de ellos, lo cual pudo contribuir en el crecimiento y desarrollo de las plantas y en algunos casos limitando los mismos.

La capacidad de resistencia a las heladas en cada variedad fue un factor importante ya que el proceso de regeneración de células meristemáticas en el ápice de las plantas determino la obtención de las alturas, a lo cual se añade su capacidad de asimilación de nutrientes siendo estos los promotores del desarrollo y crecimiento a través de los procesos metabólicos especialmente de la fotosíntesis.

Otro posible factor de influencia en la altura de planta pudo haber sido la procedencia y madurez de la semilla lo cual repercutió en la repuesta genética original de cada variedad sin dejar de lado su comportamiento fisiológico.

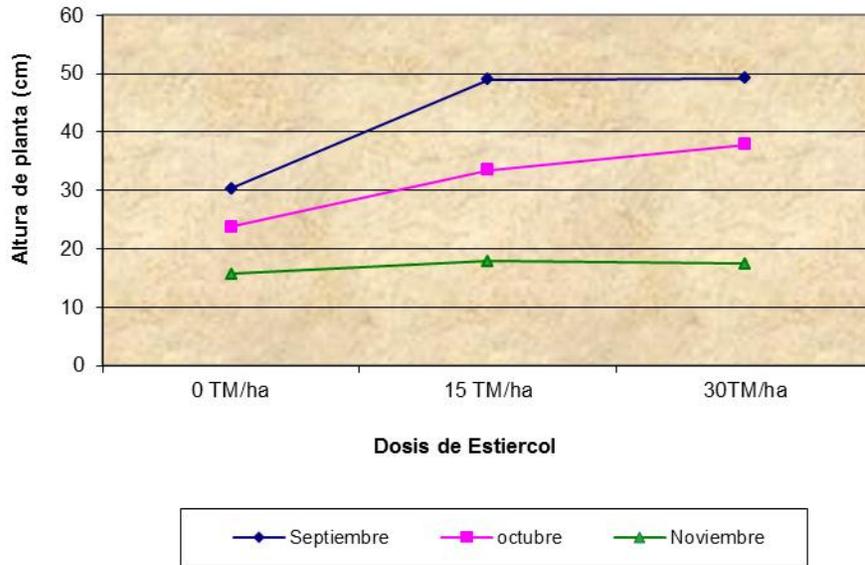
El aporque se considera como una de las actividades más importantes dentro de la producción, misma que no pudo ser realizada a cabalidad debido a que la parcela experimenta no presento las condiciones adecuadas, mostrándose una sobre saturación del suelo a efecto de las altas precipitaciones, mismo que provoco un proceso erosivo y disminuyendo el contenido de nutrientes que debieron ser dispuestos para su asimilación por la planta llegando a perjudicar su crecimiento.

Oviedo (1995), menciona que el crecimiento de las plantas no fue interrumpido por el efecto de los fenómenos adversos como la sequía, helada y granizo hasta la fase fonológica de madurez fisiológica, registrando un promedio de altura de planta de  $59,63 \pm 20,36$  cm. Generalmente las variedades dulces Way'cha, Ch'iar Imilla, tienden a crecimiento mayor atribuido a una mejor respuesta de a su expresión genética. Al respectó Antezana (1992), señala que las diferencias de alturas de planta en las diferentes variedades de papa, son debidas a la respuesta genética particular de cada una de ellas.

Según Bertch (1995), debido a controles genéticos dentro de las plantas, los productos fotosintéticos se distribuyen de una manera particular en cada planta, generando una expresión en la altura de planta característica de cada variedad.

Quiroga (2008), indica que en la comparación de variedades, obtuvo que las variedades Imilla Negra y Blanca son similares. Este resultado de diferencias de alturas probablemente se deba a las características morfológicas y agronómicas de cada variedad con relación a las variaciones del clima y el factor edáficos de la zona. Como al cultivo se considera una planta neutra o indiferente a las horas luz no le afectan en su crecimiento, pero cuando el fotoperiodo es bajo tienden todas la variedades a tener un mayor crecimiento como se tiene en la época 3 (noviembre) con días nublados y se consideran que los rendimientos son bajos.

### **Análisis de interacción época de siembra y dosis de estiércol**



**Grafico 7. Interacción época de siembra Vs. dosis de estiércol en altura de planta**

La grafica 7, de interacción entre épocas de siembra y dosis de estiércol muestra que frente a una aplicación de una dosis determinada de estiércol se presentaron valores estadísticamente significativos con un efecto ascendente en cada época de siembra (septiembre, octubre y noviembre)

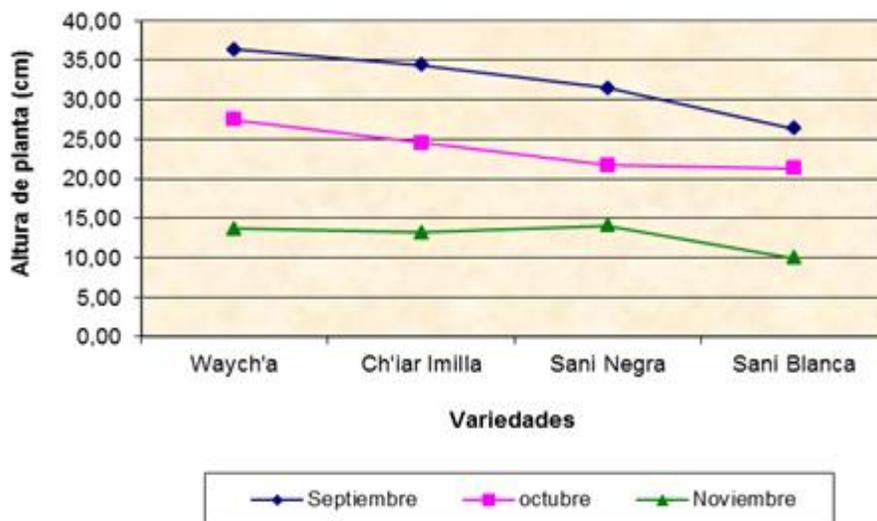
Es así que frente a una la aplicación de 0 TM/ha de estiércol, las tres épocas de siembras (septiembre, octubre y noviembre), presentaron un comportamiento similar mostrando menores alturas en comparación con la aplicación de otras dosis. Es así que frente a una dosificación de 15 TM/ha de estiércol se produjo un efecto ascendente mostrando una altura promedio mayor en la siembra de septiembre y octubre.

En el caso de la aplicación de 30 TM/ha de estiércol, la misma muestra mayores alturas promedio en las tres épocas de siembra en comparación con la dosis de 15TM/ha de estiércol. En el caso de la siembra de septiembre con la aplicación de la dosis 3 se obtuvo un promedio mayor en comparación a las dosis 1 y 2.

De acuerdo al cuadro de interacción que se puede ver a continuación se considera que la época de siembra es un factor determinante para la asimilación de nutrientes

aportados por la incorporación del estiércol de ovino al suelo, condicionando que la altura de las plantas fueran limitados o favorecido por su aporte de acuerdo a cada tratamiento.

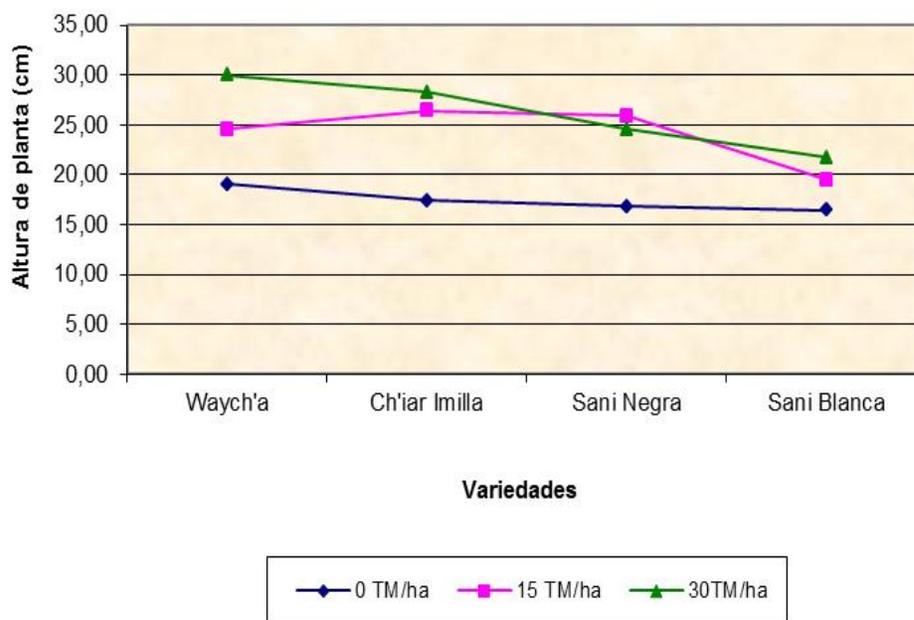
### ***Interacción época de siembra y variedades***



**Grafico 8. Interacción época de siembra Vs. variedades de papa en altura de planta**

La grafica 8 muestra que las cuatro variedades de papa (Waych´a, Ch´iar Imilla, Sani Negra y Sani Blanca) recibieron la influencia de las épocas de siembra sobre la altura de sus plantas, siendo que la siembra de septiembre obtuvo las mayores alturas en las cuatro variedades y la época 3 las menores. Dicha situación posiblemente se debió a las condiciones particulares del clima que se hicieron presentes en cada ciclo y fase fenología de cada variedad y planta, lo cual también pudo influir en la respuesta genética de los mismos.

### ***Interacción dosis de estiércol y variedad de papa***



**Grafico 9. Interacción dosis de estiércol Vs. variedades de papa en altura de planta**

El grafico 9 de interacción muestra que la aplicación de 0 TM/ha de estiércol de ovino tuvo efectos significativos en las variedades de papa, manteniendo un rango mínimo en la altura de plantas. En el caso de la dosificación de 15 TM/ha de estiércol se observó que la variedad Waych'a presentó las menores alturas de planta en comparación con las variedades Ch'iar Imilla y Sani Negra, mientras que la Sani Blanca mostró alturas mucho menores frente a las otras variedades.

En el caso de 30 TM/ha se puede ver un efecto descendente en la altura de las plantas de las variedades Ch'iar Imilla, Sani Negra y Sani Blanca siendo estos menores frente a la Waych'a, considerando que cada una pudo presentar características diferentes respecto a la asimilación de nutrientes debido al aporte de estiércol, siendo las variedades Ch'iar Imilla y Sani Negra las que mostraron una mejor asimilación frente a una dosificación de 15 TM/ha de estiércol mostrando su efecto en la altura de sus plantas.

#### **5.4.2. Número de tallos por planta**

El análisis de varianza para la variable número de tallos por planta nos muestra un coeficiente de variación del 9.32 %, indicando confiabilidad en lo dato y aun manejo

aceptable. También muestra que las épocas de siembras presentaron diferencias altamente significativas indicando que dicho factor influyo en la formación del número de tallos por planta, dicho efecto atribuido probablemente al parámetro de diferencia de días a la siembra y por ende a su periodo vegetativo, mismos que presentaron condicione particulares respecto a temperaturas, precipitaciones, humedad relativa y velocidad del viento.

Dicho efecto también pudo producirse debido al estado de madure de la semilla, al número de ojo por semilla, o así como a la reacción de las plantas de cada tratamiento frente a la asimilación de nutriente y a su disposición.

### ***Relación época de siembra***

**Cuadro 22: Prueba de Duncan para número de tallos por planta en épocas de siembra**

| SIMBOLO | EPOCAS DE SIEMBRA | NUMERO DE TALLOS POR PLANTA | PRUEBA DUNCAN $\alpha = 0,05$ |
|---------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| E1      | Septiembre        | 2,71                        | A                             |
| E2      | Octubre           | 2,40                        | B                             |
| E3      | Noviembre         | 1,17                        | C                             |

El Cuadro 22, de la prueba de Duncan para el número de tallos por planta muestra que estadísticamente existen diferencias entre los valores obtenidos en relación a las épocas de siembra de septiembre, octubre y noviembre. Presentando diferencias de 0,31 entre septiembre (2,71 unidades) y octubre (2,40 unidades), con relación a noviembre (1,17 unidades) fue de 1.23 unidades respectó a la segunda épocas de siembra.

Se observa que la siembra de septiembre presento los mayores números de tallos (2-3 und.), seguido de la siembra de octubre con un aproximado de 2 tallos por planta y un mínimo de 1 tallo en la siembra de noviembre. Al respecto Choque (2000), señala que en condiciones del Altiplano Norte el número de tallos por planta está en un rango de 2 a 6 unidades.

Los datos obtenidos podrían estar sujetos a los efectos del tiempo, provocado por la presencia de altas precipitaciones, nieve, granizo y heladas, que influyeron en el

comportamiento de cada época de siembra, siendo que estos tuvieron sus efectos en las plantas provocándoles quebramiento y resquebrajamiento de los tallos tanto al inicio y durante su decrecimiento y desarrollo.

Debemos tomar en cuenta que las variedades utilizadas Waych'a, Ch'iar Imilla, Sani Negro y Sani Blanca son similares en cuanto al número de tallos que presentan. Al respecto Morales (2000), indica que el número de tallos en su generalidad va del orden de 2,6 y 2,2 tallos por planta para Sani Imilla y Waych'a respectivamente en condiciones Altiplano Central a secano.

Al respecto Quiroga (2008), en su comparación de medias para épocas, obtuvo que la época 3 (noviembre) tiene el mayor número de tallos por planta, mientras que para las épocas 2 (octubre) y 1 (septiembre) que estadísticamente son similares obtuvieron menores promedios, estas diferencias probablemente se deba a que las variables climáticas fueron las más favorables para la época 3 por la presencia de lluvias constante donde se tiene un crecimiento, también al estado fisiológico de cada semilla (joven o vieja) que al momento de emerger con sus brotes apicales se forman los tallos.

Otros de los aspectos que pudieron haber influido en el número de tallos respecto a las épocas de siembra, son las características morfológicas, número de brotes apicales y su comportamiento filológico frente a los otros factores.

Oviedo (1995), menciona que existe una estrecha relación entre el número de tallos con el número de ojos del tubérculo, aunque en las variedades mejoradas se tiende a tallo único, en las variedades comerciales ocurre lo contrario por tanto se observa una alta correlación entre estas dos características que posteriormente se expresa en abundante follaje y consecuentemente mayor fotosíntesis.

Quispe (2002), menciona que para la época normal (octubre) el número de tallos/m<sup>2</sup> en un intervalo es de 9,5 a 14,26. Mientras que Torrez (2005), logró obtener en una época adelantada un promedio de 4 tallos por planta debido a las condiciones climáticas del sector (Copacabana).

### ***Relación dosis de estiércol***

En cuanto a la aplicación de dosis de estiércol de ovino (wano) en los diferentes tratamientos, los mismos nos muestran que el número de tallos no dependió de dicho factor sino de la etapa de desarrollo en el que se encontraban las planta. A lo que Condori (2003), indica que no encontró diferencias significativas para el factor fertilizante, pero menciona de modo referencial que en la localidad de Achacachi se cuantifico 2.51 tallos/planta para Sani Imilla y 2,58 tallos /planta para Waych'a en condiciones a secano.

### ***Relación con variedades***

La aplicación de variedades de papa en los diferentes tratamientos no fue determinante para definir el número de tallos en las plantas de la parcela experimental, debido a los daños en la parte foliar y a nivel de los tallos provocados por las inclemencias del tiempo respecto al clima, lo que limito una evaluación precisa de dicha variable motivo por el que se considera que los valores presentados en el análisis estadístico no mostraron significancia.

Al respecto Torrez (2005), durante la gestión 2001-2002 obtuvo 2,0 y 2,1 tallos por planta para las variedades Sani Imilla y Waych'a en condiciones a secano y con la adición de 12 t/ha de estiércol de bovino.

## **5.5. Variables agronómicas**

### **5.5.1. Cobertura foliar**

El análisis de varianza para la cobertura foliar, nos presenta un coeficiente de variación de 13.20 %, lo cual nos indica que los datos son confiables, mostrando además diferencias altamente significativas en los factores A (época de siembra) y B (dosis de estiércol de ovino) y significativo en el caso del factor C (variedades de papa).

### ***Relación con época de siembra***

**Cuadro 23: Prueba de Duncan para cobertura foliar en épocas de siembra**

| SIMBOLO | EPOCAS DE SIEMBRA | COBERTURA FOLIAR (%) | PRUEBA DUMNCAN $\alpha = 0,05$ |
|---------|-------------------|----------------------|--------------------------------|
| E1      | Septiembre        | 39,00                | A                              |
| E2      | Octubre           | 27,50                | B                              |
| E3      | Noviembre         | 19,01                | C                              |

El cuadro 23, muestra las diferencias entre la cobertura foliare de las plantas en relación a las épocas de siembra, donde el valor (30%) promedio mayor se presento en la siembra de septiembre, seguido de octubre con 27,50 %, y un mínimo promedio en la siembra de noviembre (19,01%), dicha situación se debió a que las plantas de la primera siembra presentaron un mayor desarrollo y crecimiento en comparación con la otra dos épocas.

Al respecto Quispe (2002), obtuvo en la época normal de 56,9 a 81,8 % de cobertura foliar. En cambio Torrez (2005), indica valore promedio menores (42,8%). en la época adelantada en comparación con el anterior autor. En cuanto a la época normal Condori (2005), obtuvo valores de 45,66 a 55,94 % de cobertura foliar.

Comparando el análisis de las épocas de siembra e debe considerar primeramente que la influencia de los cambio bruscos del tiempo en el clima (bajas temperaturas, nevadas y granizos) causaron daños en las tres épocas de siembra, principalmente a nivel de cobertura foliar limitando así la formación de nuevos brotes, sin dejar de lado el estrés fisiológico provocado a las plantas, lo cual pudo condicionar su metabolismo normal llegando a perjudicar su desarrollo. Al respecto Fuente (1987), indica que el control de heladas es casi imposible, pues el movimiento de aire roba el calor de las plantas, causando destrucción muy severa.

Yucra (2006), menciona que a medida que se desarrollan los tallos secundarios y la emergencia de nuevos brotes, existe un mayor desarrollo de los tallos principales incrementando la cobertura foliar. Es a partir de esta fase en que el desarrollo de las plantas se diferencia significativamente.

Al respecto Quiroga (2008), en la comparación de medias para épocas, obtuvo que la época 3 (Noviembre) presento mayor cobertura foliar, y que las época 1 (septiembre) valores menores, estas diferencias probablemente se hayan debido a la suplencia de humedad deficitaria, dado que los requerimientos del cultivo no pudieron ser abastecidos a plenitud, la velocidad de transpiración es superior a la velocidad de absorción de agua por las raíces y la planta reduce la transpiración mediante el cierre de sus estomas retrazándose el desarrollo de los tallos y hojas en crecimiento como se tiene en la época 1(septiembre). También se debe considerar a las caídas de granizos y presencia de plagas pudieron afectar a esta época en obtener buenos promedios.

### **Relación con aplicación de dosis de estiércol**

**Cuadro 24: Prueba de Duncan para cobertura foliar con dosis de estiércol**

| SIMBOLO | DOSIS DE ESTIERCOL | COBERTURA FOLIAR (%) | PRUEBA DUNCAN $\alpha = 0,05$ |
|---------|--------------------|----------------------|-------------------------------|
| D3      | 30 TM/ha           | 40,14                | A                             |
| D2      | 15 TM/ha           | 35,08                | B                             |
| D1      | 0 TM/ha            | 18,01                | C                             |

El cuadro 24, nos muestra, que existe una amplia diferencia en el porcentaje de cobertura foliar en relación a la aplicación de diferentes dosis de estiércol, lo cual podría atribuirse al grado asimilación de nutrientes por parte de las plantas y a la poca disponibilidad de los mismos debido a la lixiviación provocado por las elevadas precipitaciones que saturaron los suelos.

En la pampa el 67,7% de área foliar se presenta debido a la presencia de humedad en el suelo que influye en los procesos de crecimientos, fotosíntesis y absorción de minerales por la planta (Montaldo, 1984 citado por Yucra, 2006).

El estrés fisiológico provocado por las inclemencias del tiempo no permitieron una absorción adecuada de los macro y micro nutrientes, siendo estos los elementos

esenciales que contribuyen con el desarrollo de la parte aérea de las plantas tales como los tallos, y especialmente las hojas órgano esencial para el proceso de la fotosíntesis. Por lo que se señala que una buena asimilación de la planta frente a la adición de materia orgánica se ve influenciada en el incremento de su cobertura foliar debido al aprovechamiento favorable del nitrógeno proveniente del estiércol, produciendo de esta manera mayor materia verde.

Otro factor que pudo haber favoreció un mayor porcentaje de cobertura foliar es la descomposición de la materia orgánica en el suelo proceso en el cual se libera CO<sub>2</sub>, principales elementos para la fotosíntesis siendo que frente a la aplicación del estiércol de ovino la misma dependió posiblemente de la radiación solar y la cantidad de lluvias, siendo que en algunos tratamientos se presento casos extremos como la sobre saturación hídrica de suelos lo que redujo drásticamente sus porcentaje y condiciono dicha variable, además de haberse producido evaporación y lixiviación de otros elementos esenciales para el desarrollo del área foliar. Al respecto Salinas (2004), con relación al factor niveles de estiércol, el ANVA muestra una relativa diferencia sobre la incidencia a 5% de significancia. Esta diferencia implica que existe una mínima influencia por la adición de estiércol sobre la cobertura vegetal del cultivo.

La FAO (1998), indica que el nitrógeno es un elemento esencial para el crecimiento de la planta, principalmente de las hojas las cuales reflejan el estado nutricional de las plantas. Por otro lado, Bertch (1995), señala que en la etapa vegetativa el nitrógeno es usado principalmente para la formación de hojas (follaje). Al respecto Matos (1994), señala que el magnesio forma parte de la clorofila y es así que ello afecta directamente en el proceso de la fotosíntesis y Bohórquez (2001), manifiesta que el calcio forma compuestos (pectato de calcio) que son parte de las paredes celulares, López y Espinosa (1995), añaden que este elemento participa como un activador de enzimas y actúa en el proceso de división celular, estimulando de esta forma el desarrollo de las raíces y hojas.

### ***Relación con variedades de papa***

**Cuadro 25: Prueba de Duncan para cobertura foliar en variedades**

| SIMBOLO | VARIEDADES   | COBERTURA FOLIAR (%) | PRUEBA DUNCAN $\alpha = 0,05$ |
|---------|--------------|----------------------|-------------------------------|
| V1      | Waycha       | 42,81                | A                             |
| V2      | Chiar Imilla | 38,20                | A                             |
| V3      | Sani Negra   | 17,00                | B                             |
| V4      | Sani Blanco  | 11,25                | B                             |

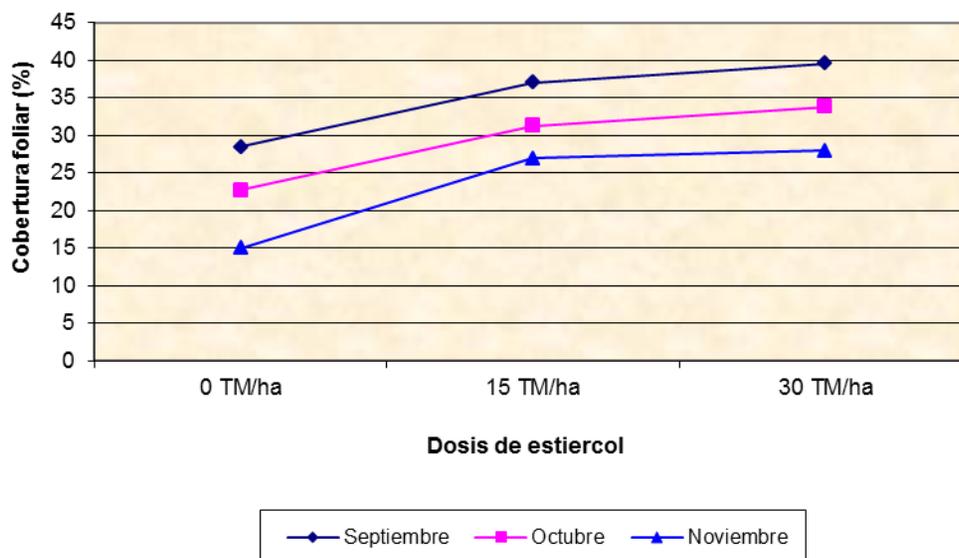
El cuadro 25, nos muestra la conformación de dos grupos en los cuales sus valores no fueron significativos, en el primero se hallaban la variedad Waych'a y Chiar Imilla y el segundo la Sani Negra y Sani Blanca, la condición de estas dos últimas variedades pudieron deberse a su poca adaptabilidad a la característica edafo climática de la zona, condición contraria a las otras dos variedades de papa. Otro de los aspectos de influencia para dicho comportamiento pudo ser la morfología generada por cada variedad tanto de origen como de los generados a causa de los eventos adversos del clima tales como la nieve, el granizo y las heladas, limitando el proceso fotosintético y derivando en una baja producción de materia seca.

Al respecto Quispe (2002), tuvo como resultados de cobertura foliar a la Waycha con 81,8 %, Imilla Negra 64,8% y Sani Imilla 56,9%. En este sentido numérico Torrez (2005) obtuvo en la Waycha (28,3%), Imilla negra (24,8%), y Sani Imilla (23,9%). A lo que Condori (2005), indica un valor promedio de cobertura foliar para la Waych'a de 52,03 %. Los DRP's (2007), de la comunidad de Chojñapata indica que las variedades de mayor uso son la Waych'a y Chiar Imilla, debido a su características en la producción (tamaño de planta y tubérculos y cobertura foliar) y su adaptabilidad a las condiciones climáticas adversas de la zona.

Según Quiroga (2008), comparando de medias para variedades, obtuvo que todas las variedades son diferentes en promedios de cobertura foliar, exceptuando las variedades Imilla Negra y Sani Imilla que estadísticamente son similares; Esta diferencia probablemente han dependiendo de los factores edáficos, climáticos y morfológicos propios de cada variedad para lograr obtener una cobertura foliar, y se

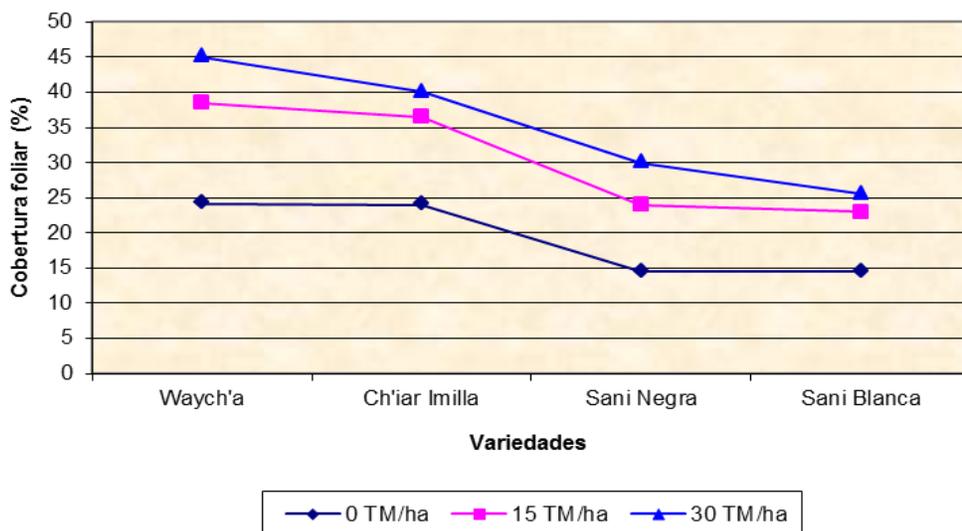
tenga una buena fotosíntesis o producción de materia seca. La variedad blanca es la que tuvo mayor cobertura foliar y se adaptó a las condiciones del clima de la comunidad.

### ***Análisis de interacción de cobertura foliar***



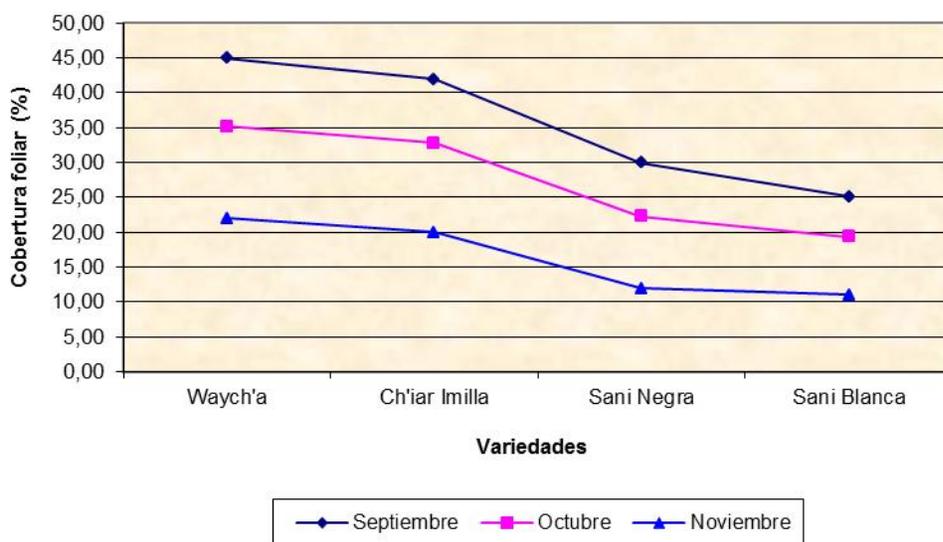
**Grafico 10. Interacción épocas de siembra Vs. dosis de estiércol en cobertura foliar**

El gráfico 10, de interacción nos muestra claramente que existe influencia de las épocas de siembra en cada una de las aplicaciones de estiércol de ovino, mostrando un efecto ascendente en relación a la misma. En tal caso se observó que a mayor dosis de estiércol en la siembra de septiembre se obtuvieron plantas con mayor cobertura foliar, caso opuesto a la aplicación de 0 TM/ha de estiércol de ovino dispuesta en la siembra de noviembre las cuales presentaron menor cobertura foliar.



**Grafico 11. Interacción de dosis de estiércol Vs. variedades en cobertura foliar.**

El grafico 11, muestra el efecto de la aplicación de las diferentes dosis de estiércol en cada una de las variedad, donde se observa que la variedad Waych'a desarrollo mayor cobertura foliar con las aplicaciones de 15 y 30 TM/ha de estiércol seguidos de las otras tres variedades, en comparación con la dosis 1 en las cuales se muestran valores mínimos en cada variedad situación claramente influenciada por no presentar un aporte extra de nutrientes en el suelo.



**Grafico 12. Interacción de épocas de siembra Vs. variedades de papa en cobertura foliar.**

El grafico 12, de interacción épocas de siembra en variedades nos muestra que fue la siembra de septiembre la que obtuvo mayores porcentajes de cobertura foliar, y noviembre las menores, efecto que se presento en todas las variedades. Se considera que dicha variable fue influenciada principalmente por los fenómenos climáticos adversos (granizos, nevadas y heladas) que causaron daños en las plantas, principalmente en las hojas, señalando que la siembra de noviembre mostró menor resistencia a las heladas motivo por el cual registro alturas mínimas, sin dejar de lado que las tres épocas de siembra presentaron menor número de tallos.

Las variedades de papa presentaron un similar comportamiento en lo que se refiere a la cobertura foliar de sus plantas, situación atribuida posiblemente a las características genéticas de cada uno, lo cual pudo influir en su resistencia al clima y su comportamiento.

Al respecto Quiroga (2008), en su análisis de interacción de cobertura foliar obtuvo, que dentro de las épocas cuatro variedades son significativas y que dentro de las variedades las épocas son significativas, Noviembre) tiene el mayor numero de tallos por planta, mientras que para las épocas 2 (octubre) y 1 (septiembre)

En cuanto a las variedades dentro del bloque de épocas, la variedad Imilla Negra (26.08%), no demuestra una diferencia entre las coberturas de cada época. Para la variedades Sani Imilla (26.85%), en septiembre tiene un menor desarrollo de la cobertura foliar, pero en forma gradual aumenta tanto para octubre y Noviembre, para la variedad Waych'a (38.18%) esta logra obtener una buen desarrollo en septiembre, aumentando en forma gradual su cobertura foliar, (Quiroga, 2008).

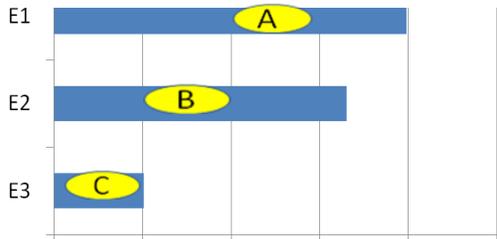
### **5.5.2. Número de tubérculos por planta**

E análisis de varianza para los números de tubérculos por planta nos indica que existe un coeficiente de variación de 6.31 %, afirmando que los datos son confiables y que se tuvo un buen manejo de los tratamientos del experimento.

## Relación época de siembra

**Cuadro 26: Prueba de Duncan para número de tubérculos por planta en épocas de siembra.**

| SIMBOLO | EPOCAS DE SIEMBRA | NUMERO DE TUBERCULOS POR PLANTA | PRUEBA DUNCAN $\alpha = 0,05$ |
|---------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| E1      | Septiembre        | 19,89                           | A                             |
| E2      | Octubre           | 16,51                           | B                             |
| E3      | Noviembre         | 5,07                            | C                             |



El cuadro 26, muestra el número de tubérculos por planta en relación con las épocas de siembra (septiembre, octubre y noviembre), los cuales presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ellas, llegando a observar que la siembra de septiembre muestra una diferencia de 3,38 tub/pl y 14,89 tub/pl respectivamente en relación con las siembras de octubre y noviembre. Dicha variación pudo deberse a la resistencia de las plantas a los factores climáticos adversos durante la gestión de la investigación, lo cual influyo en la fase de tuberización, produciendo adicionalmente un estrés fisiológico en la planta, una baja asimilación de nutrientes y reduciendo su desarrollo y crecimiento, lo cual habría perjudicado la fase de descolonización y la formación de los tubérculos.

Debemos tomar en cuenta también que la cobertura foliar fue uno de los factores determinantes para la formación de tubérculos, señalando que los datos obtenidos para esta variable presentaban una similar situación de ascenso respecto a las épocas de siembra.

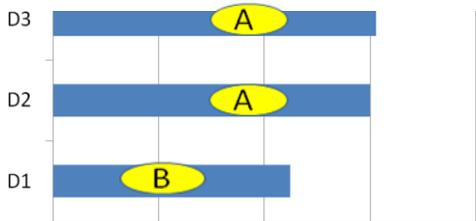
Al respecto Quiroga (2008), en su comparación de medias para épocas obtuvo que la época 3 (noviembre), presento promedios mayores en esta variable, mientras que septiembre estadísticamente obtuvo menores cantidades, estas diferencias de promedios probablemente dependiendo de los factores edáficos, climáticos y morfológicos para el desarrollo su cobertura foliar, donde se tenga una buena fotosíntesis o producción de materia seca. Para que se tenga la formación de los estolones y su acumulación de carbohidratos para formar los tubérculos.

Según Oviedo (1995), muestra en su trabajo de campo que el crecimiento y desarrollo de las plantas no fueron interrumpidos por los fenómenos naturales como la sequía, helada, ni granizadas, el promedio de producción para las diferentes accesiones el buen resultado se atribuye a la buena fertilidad del suelo, contenido de materia orgánica y regular precipitación anual.

### **Relación con dosis de estiércol**

**Cuadro 27: Prueba de Duncan para número de tubérculos por planta con dosis de estiércol.**

| SIMBOLO | DOSIS DE ESTIERCOL | NUMERO DE TUBERCULOS POR PLANTA | PRUEBA DUNCAN $\alpha = 0,05$ |
|---------|--------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| D3      | 30 TM/ha           | 15,28                           | A                             |
| D2      | 15 TM/ha           | 14,99                           | A                             |
| D1      | 0 TM/ha            | 11,21                           | B                             |



El cuadro 27, nos muestra que las mayores cantidades de tubérculos fueron obtenidas con las aplicaciones de 30 y 15 TM/ha de estiércol de ovino, sin mostrar una diferencia estadísticamente significativa, en caso de 0 TM/ha presentaron un promedio de 11,21 tub/pl, sin dejar de considerar que aunque la diferencia entre las tres aplicaciones de estiércol no fueron amplias, la calidad de dichos tubérculos determinaron los rendimientos. En relación a los tratamientos con 0 TM/ha de estiércol, estos obtuvieron cantidades menores de tubérculos en comparación con la aplicación de las otras dos dosis de estiércol, debido probablemente a que cada una presento una particularidad en la absorción y asimilación de los nutrientes del estiércol y del suelo debido a las lluvias.

Adicionalmente la obtención de mayor número de tubérculos puede atribuirse a una mayor presencia o asimilación de potasio presentes en el sustrato, el cual presento disponibilidad en la fase de tuberización del cultivo debido a que esta etapa coincidió con los meses (enero –febrero) de mayor precipitación, provocando posiblemente una mayor solubilidad de nutrientes en el suelo para su aprovechamiento, lo cual influyo en las planta para la formación de tubérculos.

Al respecto Bertch (1995), indica que cada una de las etapas del ciclo del cultivo involucra nutrientes cualitativamente y cuantitativamente diferentes, además de que cada elemento tiene su etapa de máxima absorción de esa manera el potasio es fundamental durante el “llenado” de tubérculos (etapa de tuberización) ya que es la fase de máxima absorción y juega un rol muy importante en la calidad (color, sabor) debido a su participación en el desplazamiento de carbohidratos y en el equilibrio hídrico de la planta.

Pardavé (2004), señala que los estiércoles, aportan con nutrientes secundarios (Ca-Mg-S) y oligoelementos, los cuales colaboran a un mejor desempeño fisiológico de la planta y esto permite obtener mayores rendimientos debido a que no existe limitación de nutrientes primaria, secundaria u oligoelementos.

Guerrero (1996), indica que los oligoelementos son necesarios para la planta en cantidades pequeñas, esto aumenta el desarrollo de las raíces forman parte de las enzimas de gran importancia (hierro, cobre, zinc, molibdeno) o al menos son activadores de las mismas. Según Bohórquez (2001), añade, cuando algún oligoelemento hace falta este puede limitar el crecimiento y los rendimientos de cultivo.

INFOAGRO (2004), menciona que en suelos arenosos se llega a promover el enraizamiento de cultivares y de esta manera se produce un alargamiento de los estolones, sin llegarse a producir una gran cantidad de tubérculos, y en suelos compactados se reducen los tubérculos y se promueve las malformaciones mecánicas, todos estos aspectos hacen que este cultivo requiera suelos ligeros y arcillosos ricos en humus y con un subsuelo profundo.

### ***Relación con variedades de papa***

**Cuadro 28: Prueba de Duncan para número de tubérculos por planta en variedades**

| SIMBOLO | VARIETADES   | NUMERO DE TUBERCULOS POR PLANTA | PRUEBA DUNCAN $\alpha = 0,05$ |
|---------|--------------|---------------------------------|-------------------------------|
| V4      | Sani Blanca  | 15,68                           | A                             |
| V3      | Sani Negra   | 14,89                           | A                             |
| V1      | Waycha       | 12,70                           | B                             |
| V2      | Chiar Imilla | 12,03                           | B                             |



El cuadro 28, muestra que las variedades Sani Blanca y Sani Negra, obtuvieron los mayores números de tubérculos por planta (15,68 tub/pl y 14,89 tub/pl) en comparación con las variedades Waych'a y Chiar Imilla con cantidades de 12,70 tub/pl y 12,03 tub /pl respectivamente, a pesar de ello estos últimos presentaron mejor calidad. Dicha situación podría deberse a una variación en las características fenotípicas de cada variedad, tomando en cuenta su adaptabilidad al clima del sector, tales como temperaturas máximas y mínimas, humedad, horas sol, etc.

Lo cual también podría atribuirse a la presencia de lluvias, lo que favoreció la disposición y asimilación de los nutrientes contenidos en el estiércol de ovino (wano), durante la fase de tuberización. Adicionalmente se debe considerar que la aplicación de estiércol probablemente influyo en el metabolismo de las plantas de cada variedad, siendo este el facto determinante para la formación de tubérculos, motivo por el cual se obtuvieron mayor número de tubérculos en la variedad Waych'a con la aplicación de 15 TM /ha, seguida de la Sani Negra y Blanca con la aplicación de 30 TM/ha en la siembra de septiembre.

Otro aspecto importante que influyo en las variedades de papa para obtener dicho número de tubérculos fue la no ejecución oportuna de los apoques debido a que la parcela experimental presento suelos anegados por la saturados de agua, los cuales en días de sol produjeron su encostramiento, mismos que dificultaron el desarrollo de dicha labor cultural, lo cual tuvo como efecto la reducción de las capacidad de las plantas para la formación y desarrollo de los tubérculos.

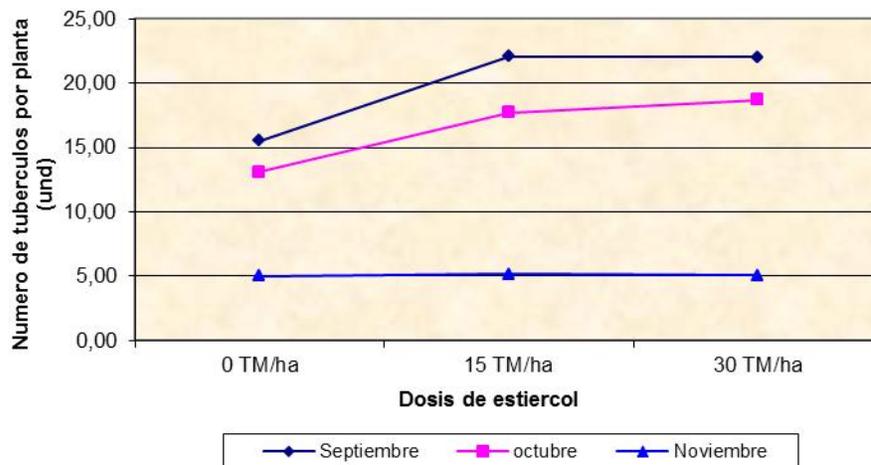
Al respecto Quiroga (2008), en su comparación de medias para variedades, obtuvo que las variedades Blanca y Imilla Negra obtuvieron los mejores promedios en el

número de tubérculos por plantas, mientras que las variedades luck'i, Waych'a y Sani Imilla obtuvieron menores cantidades de tubérculos por planta; como resultado de esta diferencia probablemente se deba a como ha respondido cada variedad a las adaptaciones del clima de la zona. Como también a la eficiencia de las labores culturales que se tuvo en las diferentes épocas, exceptuando la época 3 (noviembre) debido a la presencia de lluvias y que dificulta realizar estas actividades.

Herrera (2009), muestra valores de 10,2 tub/pl con un la aplicación de estiércol de ovino en comparación con la aplicación de estiércol de bovino en el cual obtuvo 9,6tub/pl, respectivamente en el caso de la variedad Waych'a.

Al respecto los DRP's (2007), de la comunidad de Chojañapta, señalan que las variedades Sani Negra y Sani Blanca no son de privilegio de los productores, debido a que si bien presentan mayores números que los tubérculos estos no muestran buena calidad (menudos), caso contrario a las variedades Waych'a y Chiar Imilla que presentan buena calidad y tamaño llegando a ser estas dos variedades las de mayor producción en la zona.

**Análisis de interacción de número de tubérculos por planta.**



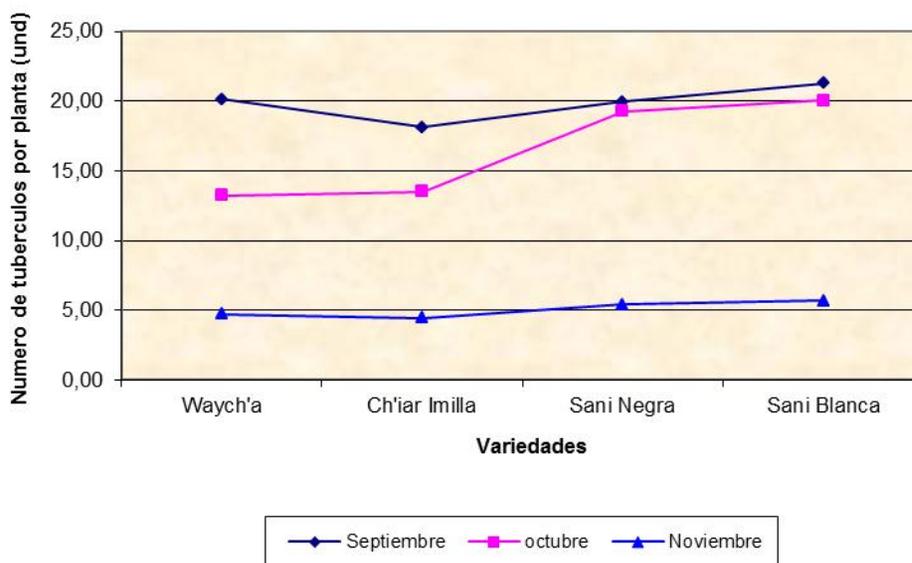
**Grafico 13. Interacción de épocas de siembra Vs. dosis de estiércol en número de tubérculos por planta.**

El grafico 13, de análisis de efecto simple para número de tubérculos por planta entre épocas de siembra y dosis de estiércol, presenta diferencias significativas con la

aplicación de 0, 15, 30 TM/ha de estiércol de ovino en las tres épocas siembra (septiembre, octubre y noviembre). Puesto que se observó que la siembra de noviembre muestra valores menores en comparación con las otras dos épocas de siembra (septiembre y octubre). Así mismo la época 3 muestra valores similares frente a la acción del estiércol de ovino, motivo por el cual sus diferencias no son significativas.

La cobertura foliar que se presentó en cada época de siembra fue determinante para la formación de los estolones que dieron inicio a la formación de los tubérculos debido al proceso físico-químico de la fotosíntesis, que se ve favorecido por las características cuantitativas y cualitativas de las hojas.

Según Condori (1999), fisiológicamente se explica que las formaciones del número de tubérculos se presentan antes de la floración, además que la formación de los estolones es función de la humedad del suelo y no tanto por los efectos en el follaje.

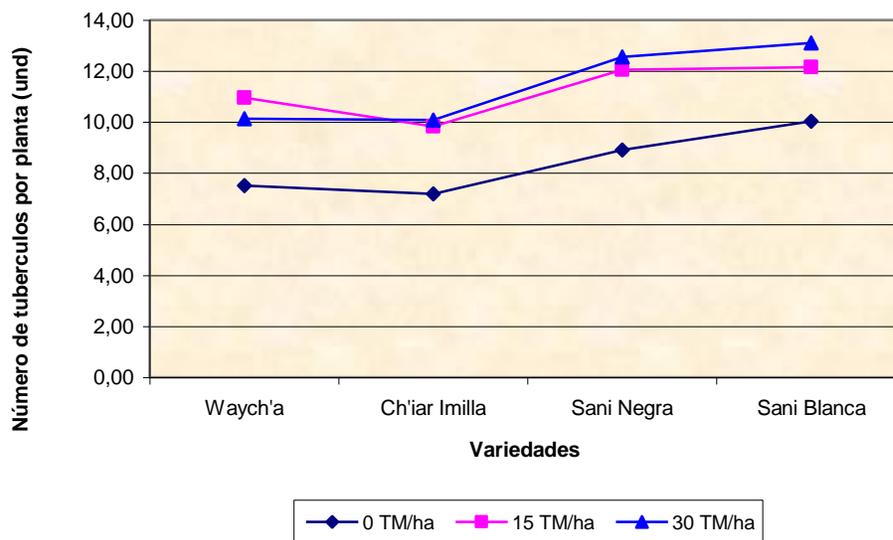


**Grafico 14. Interacción de épocas de siembra Vs. variedades de papa en número de tubérculos por planta.**

La grafica 14, confirma lo indicado por el análisis de efecto simple, mostrando un mayor número de tubérculos en las variedades Sani Negra y Sani Blanca en las siembras de septiembre y octubre. En las cuales las variedades Waych'a y Ch'iar

imilla presentaron amplias diferencias, debido probablemente a la respuesta genética de cada variedad y su adaptabilidad al clima de la zona.

La siembra de noviembre no muestra diferencias extremas en su comportamiento para el número de tubérculos por planta, situación atribuida a que todo el bloque sufrió daños por las inclemencias climáticas, especialmente en la parte aérea.



**Grafico 15. Interacción de dosis de estiércol Vs. variedades de papa en número de tubérculos por planta.**

El gráfico 15, confirma lo indicado por el efecto simple, mostrando además que el número de tubérculos de las cuatro variedades utilizadas no muestran una amplia diferencia frente a la aplicación de 15 y 30 TM/ha de estiércol de ovino, pero que estadísticamente son significativos. Para el caso de 0 TM/ha de estiércol la diferencia de número de tubérculos en relación a las dosis 2 y 3, fueron menores pero con carácter también significativo, dicho comportamiento muestra que al no existir nutrientes adicionales al suelo las plantas redujeron su capacidad de formar tubérculos.

### 5.5.3. Número de tubérculos por diámetro por planta.

De acuerdo al análisis de varianza para la variable número de tubérculos según su diámetro como efectos de las épocas de siembra, dosis de estiércol, variedades de

papa y la interacción entre estos, se obtuvieron niveles significativos, por lo que se realizó el estudio de medias y el análisis de interacción.

### **Relación con época de siembra**

**Cuadro 29: Prueba de Duncan para número de tubérculos según su diámetro en épocas de siembra.**

| EPOCAS     | TAMAÑO |        |        |        |        |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|            | I      | II     | III    | IV     | V      |
| Septiembre | 5,70 A | 4,81 A | 4,32 A | 2,06 B | 1,21 B |
| Octubre    | 3,63 B | 2,87 B | 2,91 B | 2,27 B | 2,34 A |
| Noviembre  | 0,00 C | 0,00 C | 0,43 C | 3,23 A | 1,25 B |

El cuadro 29, nos muestra el número de tubérculos por tamaño por planta en cada época de siembra, clasificándolas en cinco categorías de acuerdo a su diámetro que representa su calidad, llegando a observar que la siembra de septiembre muestra el mayor número de tubérculos en las calidades I, II y III, sufriendo una disminución en cantidad en los tamaños IV y V en comparación con octubre y noviembre. En relación con la siembra de octubre el número de tubérculos en cada tamaño no muestran variaciones extremas, excepto para el tamaño I.

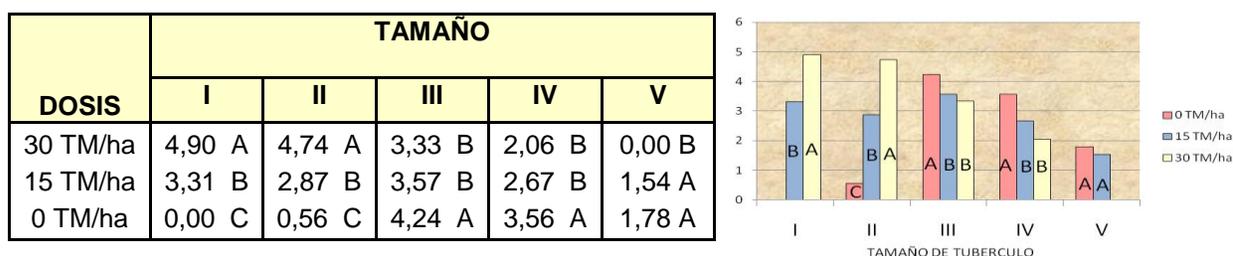
La siembra de noviembre en particular muestra valores de 0 en los tamaños I y II, y valores menores en el III y V, exceptuando al tamaño IV donde se obtuvo 3,23 tubérculos.

Estas características cuantitativas y cualitativas que se hicieron presente en el cuadro 29 pudo deberse probablemente a la influencia de los factores edafoclimáticos que se hicieron presentes durante la fase de tuberización, tales como las altas precipitación, estructura y textura de los suelos, temperaturas y humedad del ambiente y del suelo, ya que dichos factores deben ser los adecuados para estimular la formación de estolones para dar inicio a la formación y desarrollo de los tubérculos. Dichos resultados también pudieron atribuirse a los efectos del aporque, debido a que este no pudo ser realizado en un tiempo oportuno ya que las causas negativas que presentaba el suelo no fueron favorables.

Al respecto Quiroga (2008), en la comparación de medias para épocas, para el tamaño I, se obtuvo en las épocas 1 y 2 que estadísticamente son similares, obtuvieron mayor número de tubérculos con este diámetro en comparación con la época 3. Para el tamaño II se tuvo con la época 1 una mayor cantidad. Mientras que para los tamaños III y IV se obtuvieron un mayor número en la época 3. Como resultado de esta diferencia se deba probablemente a en las épocas 1 y 2 se tienen una eficiencia en cumplir con las labores culturales, donde se obtuvieron tubérculos de mayor diámetro donde su cobertura foliar y altura de planta fueron menores, mientras que la época 3 tuvo los mejores promedios.

### **Relación dosis de estiércol**

**Cuadro 30: Prueba de Duncan para número de tubérculos según su diámetro en relación con dosis de estiércol.**

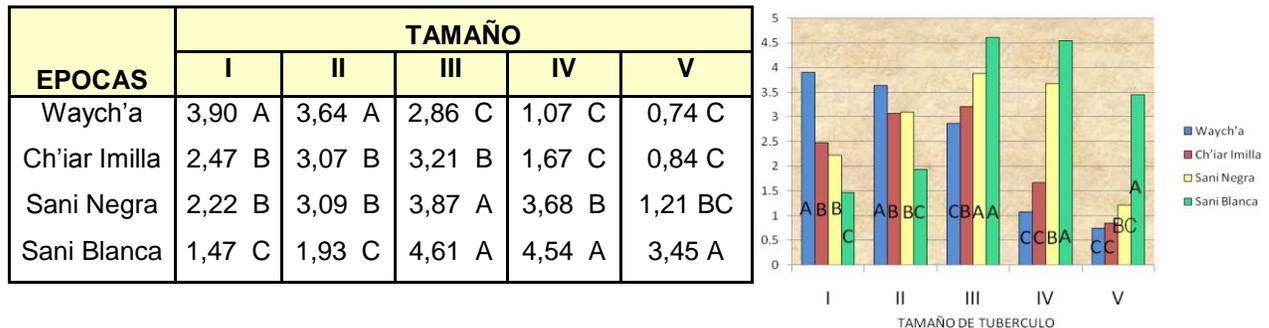


El cuadro 30, nos muestra que frente a la aplicación de 30TM/ha de estiércol se obtuvieron las mayores cantidades de tubérculos en las calidades I y II mientras que en el caso de 0 TM/ha estiércol, nos muestra mayor número de tubérculos en las categorías IV y V, exceptuando la calidad III que obtuvo un valor mayor en comparación con las dosis 2 y 3. Las características de presentar mayor cantidad y no calidad o viceversa se debió a la capacidad de las plantas para poder absorber, asimilar y metabolizar los nutrientes presentes en el suelo y en el estiércol, considerando que las plantas utilizaron toda su energía en dar calidad a los tubérculos y no así a generar nuevos. En el segundo caso se tuvo mayor cantidad y menor calidad lo que no solo pudo ser un factor de asimilación de los nutrientes, sino de disponibilidad para las plantas además de tomar en cuenta la capacidad de la misma para poder transformar estos nutrientes y reducirlos en formación y desarrollo de los tubérculos.

Al respecto Pardavé (2004), indica que el potasio incrementa la eficiencia en la elaboración y movilización de azúcares y almidones en los tubérculos incrementando así su tamaño.

### **Relación con variedades de papa**

**Cuadro 31: Prueba de Duncan para número de tubérculos según su diámetro con relación a las variedades.**



El cuadro 31, nos muestra el número de tubérculos según su diámetro en las diferentes variedades, es así que la mayor cantidad de tubérculos (3,90 tubérculos y 3,64 tubérculos) de mayores diámetros (I y II) las obtuvo la variedad Waych'a, seguida de las variedades Ch'iar Imilla, Sani Negra y por último la Sani Blanca.

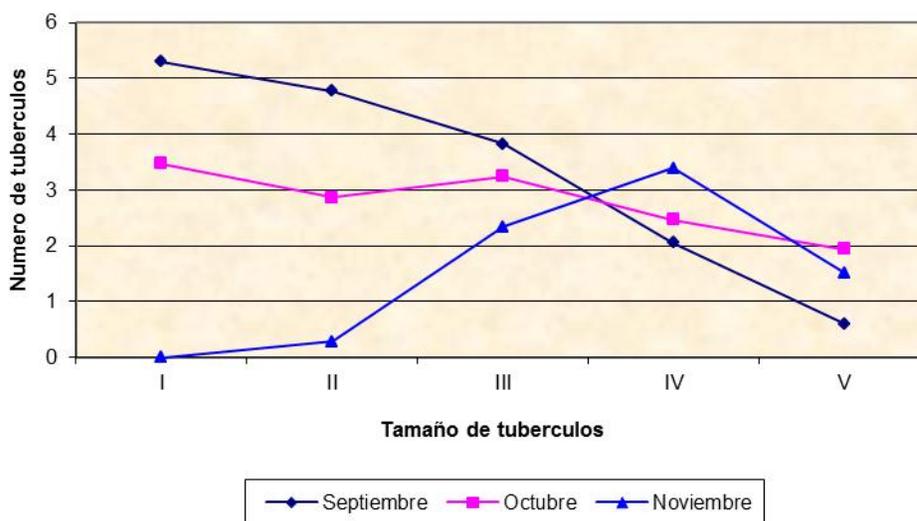
Considerando el número de tubérculos en relación con su diámetro (calidad III, IV y V), estos fueron presentados por las variedades Sani Blanca y Sani Negra con valores de 4,61, 4,54 y 3,45 tubérculos respectivamente.

Las causas para dicho comportamiento pudo haber sido la respuesta a las características genéticas de cada variedad, que mostraron su efecto en las fases fenológicas y principalmente en la tuberización, lo cual también dependió del desarrollo de la cobertura foliar de las plantas considerando a este como al principal aportante de carbohidratos para la formación de tubérculos, sin dejar de lado los efectos producidos por los fenómenos climáticos, y su reacción o adaptabilidad a las misma.

Al respecto Quiroga (2008), en la comparación de medias en variedades, obtuvo que para el tamaño tipo I se tuvo a las variedades sani imilla, blanca y huaycha que

estadísticamente son similares, logrando obtener un mayor número de tubérculos, para el tamaño II se tiene solo a la variedad imilla negra, en cuanto al tamaño III se tienen a las variedades imilla negra, blanca y luck'i y finalmente para el tamaño IV se tiene a la variedad luck'i. Esta diferencia de promedios obtenidos se deba probablemente a que cada variedad como se ha adaptado con el clima de la zona, como las labores culturales realizadas, donde se ha tenido un desarrollo de su cobertura foliar y la altura de planta en sus promedios. Como los tiempos de días en llegar a la floración y madurez fisiológica.

### Análisis de interacción de número de tubérculos según al diámetro



**Grafico 16. Interacción de épocas siembra en número de tubérculos por diámetro**

En el grafico 16, podemos ver la influencia de las épocas de siembra en la calidad de los tubérculos (diámetro de tubérculo), asiendo notar que la siembra de septiembre presento mayor numero (5,4) de tubérculos en las calidades I y II, lo que probablemente se debió a que las características climáticas que se presentaron en esta siembra aportaron en el desarrollo, tanto a nivel de plantas y especialmente en la formación de estolones, fase de tuberización y madurez del mismo. Sin dejar de lado que las cuatro variedades mostraron variado grado de resistencia a las heladas, granizos, nevadas, y sobre todo las altas precipitaciones.

Así mismo podemos ver que la siembra de noviembre presento mayor número de tubérculos en la calidad VI, lo que se reduce a no considerar dicho resultado como positivo para la producción de papa.

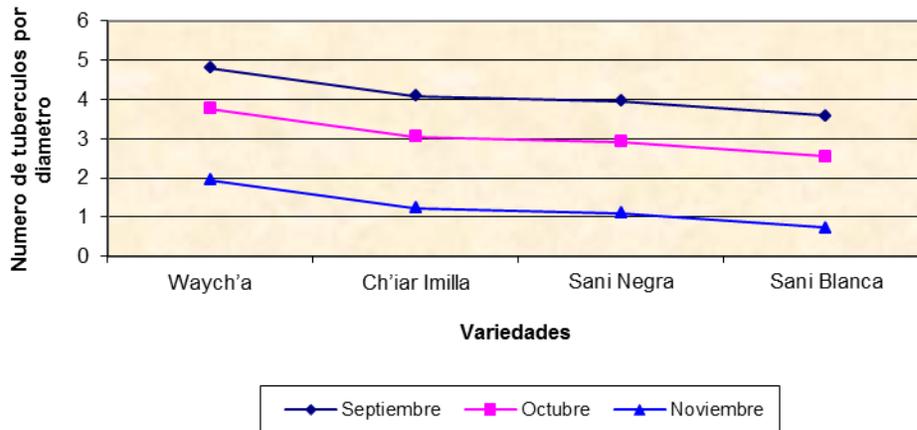
En caso de la siembra de octubre su comportamiento en las calidades I,II,III,IV y V son similares, lo cual podría deberse a la adaptabilidad adquirida por las variedades respecto a características climáticas del lugar, y su grado de resistencia a las inclemencias climáticas como ser: heladas, granizos, nevadas y altas precipitaciones.

Para el caso de noviembre la calidad de tubérculos fue menor con un ascenso de la curva, lo que indica menor calidad, esta situación pudo presentarse debido a que las plantas sufrieron daños por las heladas que llegaron a perjudicar de sobre manera la formación de tubérculos y su tamaño.

De acuerdo a las descripciones anteriores se deduce que el comportamiento para la formación de los tubérculos respecto a su número y diámetro es significativa en relación a las épocas de siembra, llegando a mostrar una futura preferencia por la época de siembra de septiembre debido a las características que sus tubérculos presentaron.

Quiroga (2008), en su análisis de interacción de número de tubérculos según al diámetro obtuvo los siguientes resultados, que dentro de las épocas las variedades son significativas tanto para los tamaños III y IV, y en cuanto a las variedades con las épocas también fueron significativas en los cuatro tipos de tamaños.

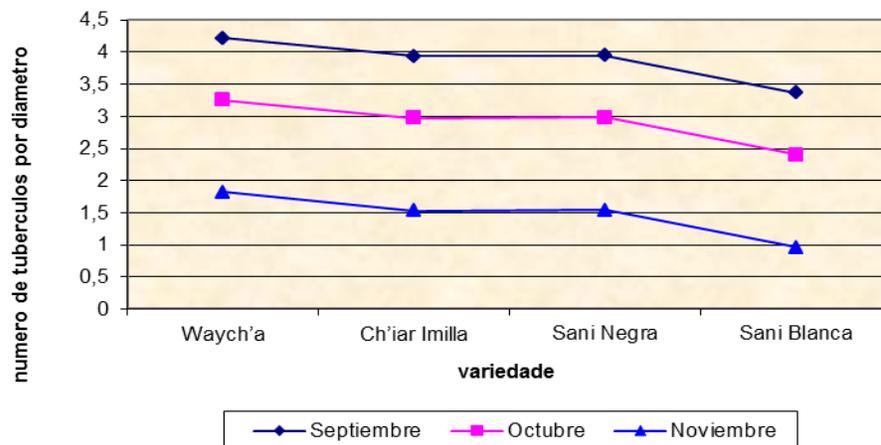
## **Tamaño I**



**Grafico 17. Interacción de épocas de siembra Vs. variedades de papa en número de tubérculos por diámetro (I)**

El grafico 17, nos muestra que la mayor cantidad de tubérculos respecto a la calidad I, la obtuvo la variedad Waych'a, mostrando un comportamiento similar en las tres épocas de siembra, considerando un descenso para las variedades Ch'iar Imilla, Sani Negra y Sani blanca, efecto atribuido a la adaptabilidad de la variedad y las condiciones climáticas que se hicieron presentes.

## Tamaño II

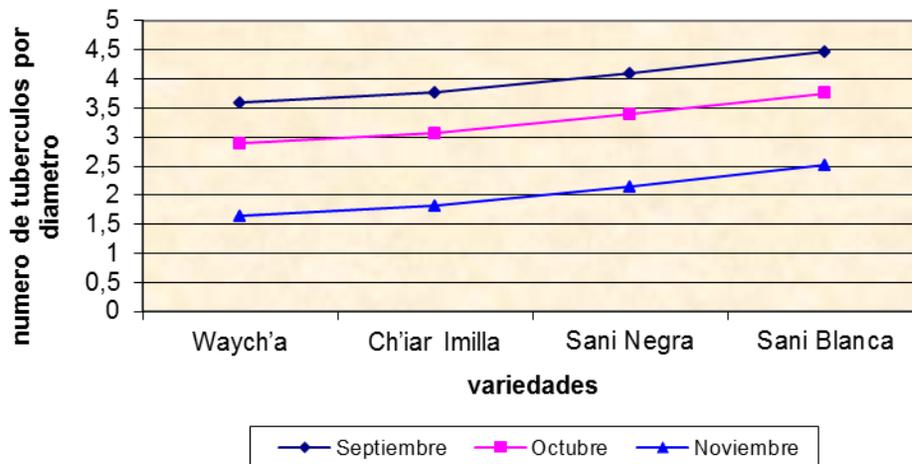


**Grafico 18. Interacción de épocas de siembra Vs. variedades de papa en número de tubérculos por diámetro (II)**

El grafico 18, muestra que la menor cantidad de tubérculos fue registrada en la siembra de noviembre en toda las variedades, y en caso contrario se tiene a la siembra de septiembre con registros de mayores números de tubérculos en la

categoría II, dicho efecto probablemente se debió a la influencia del clima en cada variedad, tomando en cuenta que durante esta época se recrudecieron las heladas y se incrementaron las precipitaciones, lo cual se considera que llegaron a perjudicar el desarrollo de las plantas y como efecto la formación y desarrollo de los tubérculos.

### Tamaño III

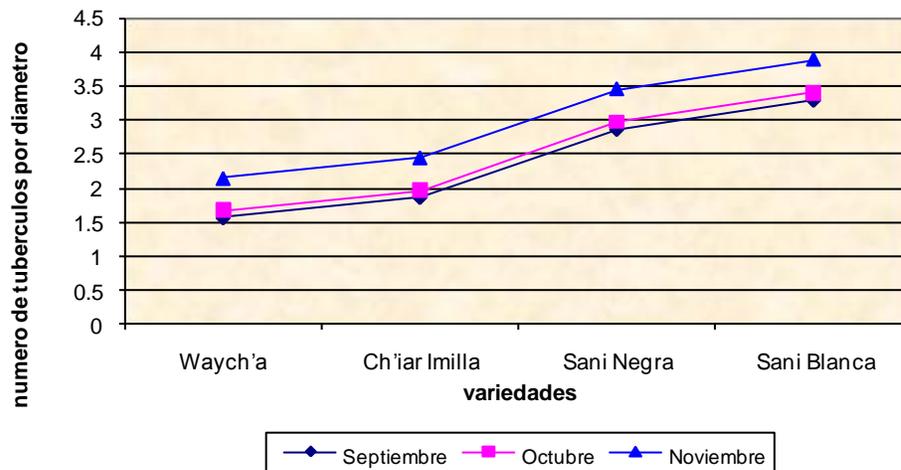


**Grafico 19. Interacción de épocas de siembra Vs. variedades de papa en número de tubérculos por diámetro (III)**

Se debe mencionar, respecto al grafico 19 que la siembra de septiembre obtuvo en todas las variedades mayor número de tubérculos del tamaño III, en comparación con las épocas de octubre y noviembre. Entre las variedades dentro de épocas se tiene que la variedad Sani Blanca, en septiembre obtuvo el mayor número de tubérculos en comparación con la Waych'a, Ch'iar Imilla y Sani Negra.

Se puede ver también que las cuatro variedades muestran un comportamiento ascendente en las tres época de siembra, lo cual se debió a la adaptabilidad de los mismos respecto al clima (temperaturas, humedad relativa, precipitaciones, velocidad del viento, horas sol, etc.), considerando adicionalmente el fotoperiodo para cada una de ellas lo que pudo favorecer el desarrollo de los tubérculos.

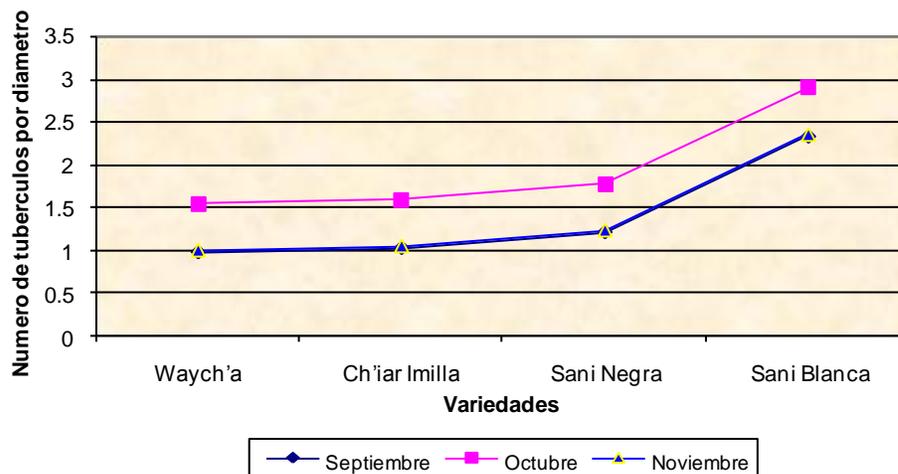
### Tamaño IV



**Grafico 20. Interacción de épocas de siembra Vs. variedades de papa en número de tubérculos por diámetro (IV)**

El grafico 20, nos muestra que los mayores números de papa del tamaño IV se presentaron en la siembra de noviembre, tomando en cuenta un comportamiento similar en las cuatro variedades. Señalar también que la siembra de septiembre fue la que menor cantidad de tubérculos del tamaño cuatro presento entre las cuatro variedades y que el comportamiento fue similar en las tres épocas de siembra.

### Tamaño V



**Grafico 21. Interacción de épocas de siembra Vs. variedades de papa en número de tubérculos por diámetro (V)**

El grafico 21, nos muestra un comportamiento particular entre las épocas de siembra de septiembre y noviembre, las cuales fueron muy similares en cuanto a números de

tubérculos por diámetro, considerando a la siembra de octubre como la época con mayor número de tubérculos en todas las variedades.

En cuanto a las variedades se puede ver que la Waych'a, fue la que menor número de tubérculos obtuvo en las tres épocas de siembra en categoría V, seguida de la Ch'iar Imia y Sani Negra y con mayor cantidad en la Sani Blanca, atribuyendo dicho comportamiento a las condiciones climáticas del lugar y su efectos en la fisiología de las plantas.

#### 5.5.4. Rendimiento

El análisis de varianza para rendimientos nos muestra un coeficiente de varianza de 27.9869 % lo que indica que los datos son confiables y que el manejo de los tratamientos fue bueno.

#### *Prueba de medias para rendimientos*

**Cuadro 32: Prueba de Duncan para rendimiento en épocas de siembra**

| SIMBOLO | EPOCAS DE SIEMBRA | RENDIMIENTO (TM/ha) | PRUEBA DUNCAN $\alpha = 0,05$ |
|---------|-------------------|---------------------|-------------------------------|
| E1      | Septiembre        | 3,36                | A                             |
| E2      | Octubre           | 2,14                | B                             |
| E3      | Noviembre         | 0,21                | C                             |

El cuadro 32, muestra que los rendimientos de papa en las épocas de siembra de septiembre, octubre y noviembre presentaron valores significativos. Obteniendo el mayor rendimiento en la siembra de septiembre con 3,36 TM/ha de papa y el menor rendimiento en Noviembre con 0.21 TM/ha de papa, dicho comportamiento se lo podría atribuir a las condiciones climáticas presentadas durante la gestión agrícola, mismo que pudo perjudicar a la obtención de mejores rendimientos debido a su influencia en la formación, desarrollo y maduración de los tubérculos.

La siembra de septiembre probablemente fue favorecida por la presencia de plantas con características fenotípicas óptimas (mayor altura de planta, mayor cobertura

foliar), que favorecieron la adaptabilidad y resistencia a las inclemencias climáticas (heladas, altas precipitaciones, presencia de granizos, nevadas y otros) del sector.

Otro de los aspectos que debe ser tomado en cuenta para los rendimientos respecto a las épocas de siembra, es la características del suelo y su comportamiento frente a las altas precipitaciones, dado que la capa arable fue reduciendo a medida que se fueron presentando las lluvias, produciendo erosión hídrica en la parcela, llegando a limitar el desarrollo de los tubérculos. A ello se añade el comportamiento de las temperaturas a nivel de suelo, ya que las bajas temperaturas llegaron a dañar los tubérculos aun no maduros, alterando su rendimiento futuro.

Según PDM (2006), el rendimiento promedio de la papa en el municipio de Ancoraimes es igual a 40 quintales por hectárea. Estos bajos rendimientos se explican como parte de los efectos provocados por factores climáticos (heladas, sequía), presencia de plagas y enfermedades en los cultivos.

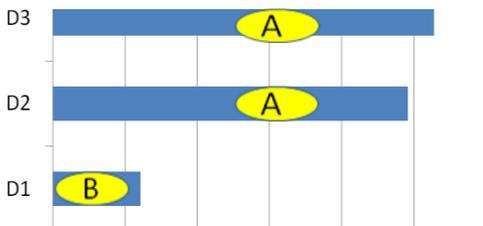
Al respecto Torrez (2005), señala que probando épocas de siembra y usando estiércol de bovino en la localidad de Copacabana, obtuvo rendimientos de 24.4 y 32.1 t/ha en la época 1 y 11.6 y 11.1 t/ha en la época 3 para las variedades Sani Imilla y Waycha respectivamente, llegando a concluir que las variedades tienden a reducir su rendimiento, debido a las condiciones climáticas (temperaturas, precipitaciones, humedades relativas) poco favorables que se presentan al retrasar la época de siembra.

Según Condori (1999), indica que realizó su siembra el 25 de noviembre de 1996 (siembra tardía) con el objetivo de asegurar la incidencia de heladas sobre el cultivo en invierno de 1997, para determinar el efecto de las heladas sobre cada uno de los tratamientos en el rendimiento, sin embargo se realizó observaciones en todo el ciclo del cultivo.

Torrez (2005), indica que se ha demostrado mediante modelos de simulación de vulnerabilidad del cultivo de papa al cambio climático, que variando las fechas de siembra se pueden incrementar los rendimientos.

**Cuadro 33: Prueba de Duncan para rendimiento con dosis de estiércol.**

| SIMBOLO | DOSIS DE ESTIERCOL | RENDIMIENTO (TM/ha) | PRUEBA DUNCAN $\alpha = 0,05$ |
|---------|--------------------|---------------------|-------------------------------|
| D3      | 30 TM/ha           | 2,64                | A                             |
| D2      | 15 TM/ha           | 2,46                | A                             |
| D1      | 0 Tn/ha            | 0,61                | B                             |



El cuadro 33, de la prueba de Duncan para la variable rendimiento en relación a la aplicación de estiércol de ovino, muestra que en entre las dosis de 30 TM/ha y 15 TM/ha no existe diferencias significativas en cuanto a sus rendimientos se refiere. En el caso de la dosis de 0 TM/ha de estiércol la misma muestra un rendimiento de 0,61 TM/ha con una diferencia de 1,85 en comparación con a la dosis 2 (15 TM/ha de estiércol), llegando a constituirse en un valor estadísticamente significativo.

En el caso de las dos primeras aplicaciones, los resultados obtenidos pudieron atribuirse a la asimilación de los nutrientes por parte de la planta y la disponibilidad de los mismos en el suelo. Considerando además la estructura y textura del mismo y su aporte.

En cuanto a la aplicación de 0 TM/ha de estiércol, los rendimientos fueron bajos en las tres épocas de siembra, debido a que no existió ningún tipo de aporte de nutrientes a nivel de suelo para la asimilación de las plantas y su posterior contribución en su desarrollo, especialmente de los tubérculos. Adicionalmente se debe considerar que pese a no haber fertilizado el suelo durante la investigación se obtuvo un resultado mínimo, comportamiento atribuido a que el suelo presentaba restos de aplicación de fertilizantes orgánicos de gestiones pasadas y que por el tiempo de descanso ya abrían sufrido el proceso de descomposición, ayudado de alguna manera a la obtención de dichos rendimiento.

Los valores obtenidos bajo la aplicación de las tres dosis de estiércol atribuyen su comportamiento también a las condiciones climáticas como ser: las altas precipitaciones que perjudicaron la asimilación óptima de los nutrientes y que no favorecieron el proceso metabólico de las plantas, tanto en su crecimiento y como en su desarrollo, las temperaturas del ambiente y del suelo, y la humedad en ambos también contribuyeron con los resultados, las cuales fueron determinados por el grado de adaptabilidad y resistencia de cada variedad.

Herrera (2009), en una investigación científica en la comunidad de Conani en Ancoraimes, obtuvo un rendimiento de 14,4 Tn./ha en la variedad Waych'a frente a una aplicación de estiércol de ovino, seguido de un 12,2 Tn./ha con aplicación de estiércol de bovino respectivamente, debido a los diferentes porcentajes de asimilación de nutrientes de los abonos.

Por otra parte el mayor desarrollo foliar redundará sobre los rendimientos ya que existirá una mayor producción de fotosintatos, los cuales serán trasladados a los órganos de reserva, que en la papa son los tubérculos (Piwa, 2000 citado por Yucra, 2006).

Bravo (1995), indica que la aplicación de estiércol de ovino en niveles apropiados incrementa el rendimiento en los tubérculos (papa), y mejora las propiedades físico-químicas del suelo. El mismo autor. Aplicando niveles de 05 tn/ha y 15tn/ha de estiércol de ovino, encontró resultados de 2.899 kg/parcela, 5.614/parcela y 6.711 kg/parcela respectivamente. Por tanto, recomienda que para obtener rendimientos adecuados y de buena categoría de papa, se debe utilizar el nivel de 15 tn/ha de estiércol de ovino.

Según del Castillo (1995), con la aplicación de estiércol de ovino y camélido, aplicado al fondo del surco a razón de 6t/ha, en condiciones asecano se observó un comportamiento similar que está determinado fundamentalmente por la temperatura, pero también por sus características fisiológicas y morfológicas de cada variedad

misma que determina la variación entre ellas así como el comportamiento observado en el transcurso del día. Para la siembra de noviembre dentro de las diferentes aplicaciones de estiércol de ovino, no registro significancia entre los valores de rendimientos obtenidos.

Chilon (1997), reporta un trabajo de investigación realizado en la comunidad de Huaraco (Provincia Aroma), del departamento de La Paz, donde aplico experimentalmente en banda continua y al fondo del surco los siguientes abonos orgánicos. Estiércol de oveja (1.02% N, 30.42% c), estiércol de llama (1.30% N, 24.5% C) mas el aporte de material carbonaceo o paja brava.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: el estiércol de llama mas paja brava en dosis de 100 kg. de N/ha, dio el más alto rendimiento con 8432.73 kg. de papa/ha, en segundo lugar el estiércol solo de llama produjo 7750.13 kg/ha. En tercera lugar el estiércol de oveja mas paja brava con 7642.47 kg/ha, en cuatro lugares solo el estiércol de oveja 6105.76 kg/ha.

Al respecto Fuentes, (1987), señala que los suelos sueltos y pedregosos se enfrían con mayor rapidez que los compactados, debido a que estos últimos conducen mejor el calor y tienen mayor exposición a la intemperie; los suelos de textura arenosa se enfrían más rápido que los suelos de textura arcillosa.

**Cuadro 34: Prueba de Duncan para rendimiento en variedades**

| SIMBOLO | VARIEDADES    | RENDIMIENTO (TM/ha) | PRUEBA DUNCAN $\alpha = 0,05$ |
|---------|---------------|---------------------|-------------------------------|
| V1      | Waych'a       | 2,74                | A                             |
| V2      | Ch'iar Imilla | 2,22                | A                             |
| V3      | Sani Negra    | 1,42                | B                             |
| V4      | Sani Blanca   | 1,24                | B                             |

El cuadro 34, muestra que las variedades Waych'a y Ch'iar Imilla presentaron los mayores rendimiento de papa 2,74 TM/ha y 2,22 TM/ha respectivamente, con una diferencias numérica de 0.52 TM/ha entre ambas lo cual estadísticamente no representa un valor significativo. Las variedades Sani Negra (1,42 TM/ha) y Sani

Blanca (1,24 TM/ha) presentaron una diferencia entre ambas de 0,18 TM/ha sin implicar una diferencia significativa.

Conociendo que la variedad Waych'a fue la que mejor rendimiento obtuvo durante la investigación seguido de la Ch'iar Imilla se considera que dicho comportamiento podría ser atribuido a su adaptabilidad frente a los factores edafo-climaticas del sector, llegando a coincidir con los motivos de preferencias de los productores de la zona. Respecto a las variedades Sani Negra y Sani Blanca estas formaron el segundo grupo por presentar rendimientos bajos, atribuidos a la poca adaptabilidad a las condiciones anteriormente mencionadas.

Otro de los factores que posiblemente promovió los resultados de los rendimientos en las variedades, fue el origen de las semillas, considerando la transmisión de características genéticas respecto a sus particularidades fenológicas y fenotípicas de cada una, sin dejar de lado su grado de adaptabilidad respecto a condiciones del altiplano.

Al respecto Mamani (2005), indica que en el cantón de Chojñapata se agrupo a la Waych'a y Ch'iar Imilla en un grupo, en el cual se obtuvo un redimiendo de 8,1 TM/ha, que es relativamente bajo respecto al piso ecológico del altiplano, y a las Sani Negra y Blanca en otro grupo en el cual se obtuvo 4,7 TM/ha. Dichas situación es atribuida de forma especial a las características fisiográficas y ambientales de dicha comunidad.

Yucra (2006), indica que los rendimientos de la variedad Waych'a paceña presentaron 27,11 t/ha en el sistema de pampa debido a las características microclimáticas y las condiciones del suelo.

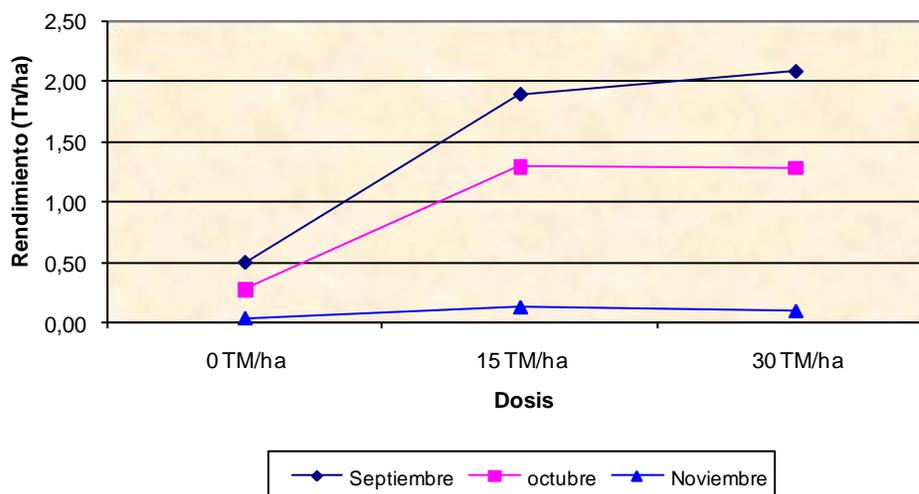
Según Salinas (2004), indica que la variedad Waych'a presenta alta sensibilidad a los cambios bruscos de temperatura. El rendimientos de papa promedio es de 29 t/ha para riego mas estiércol de bovino; 29,1 t/ha para riego sin estiércol, 24,7 t/ha para sin riego con estiércol y 21,8 t/ha sin riego sin estiércol, donde las superioridad se

debe al efecto del riego por aspersión en presencia de heladas y para los demás tratamientos la presencia de heladas a mermado su desarrollo y rendimiento.

Según Ochoa (1990) mencionado por Coca (2000), indica que el Altiplano Norte del departamento de La Paz; es influenciado por el valle de Sorata donde se cultiva tradicionalmente diferentes variedades de papa. Siendo este uno de los posibles motivos para la obtención de los rendimientos en la presente investigación, ya que según los productores de Chojñapata ellos se proveen de semillas del sector de los valles mas cercanos, mismos que consideran les permite la obtención de mayores rendimiento.

### **Análisis de interacción de rendimiento**

El análisis de efecto simple para rendimiento entre épocas de siembra Vs dosis de estiércol, muestra que la aplicación de las diferentes dosis de estiércol de ovino en las tres épocas de siembra fueron significativas y que tuvieron su influencia en los rendimientos obtenidos.

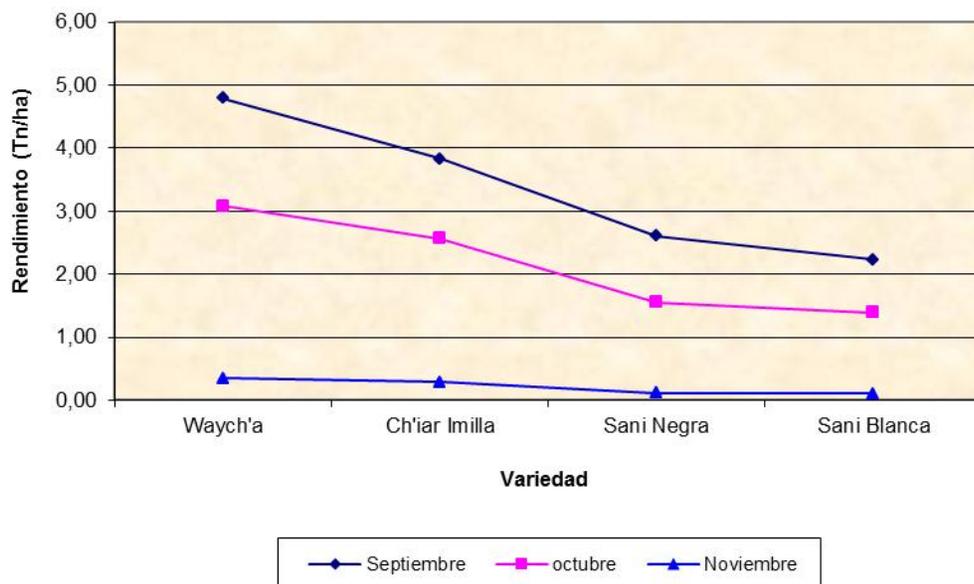


**Grafico 22. Interacción de épocas siembra Vs. dosis de estiércol en rendimiento**

El gráfico 22, de interacción nos muestra que la diferencia existente entre los rendimiento logrados en las tres épocas de siembra (septiembre, octubre y noviembre), bajo la aplicación de las tres dosis de estiércol es estadísticamente

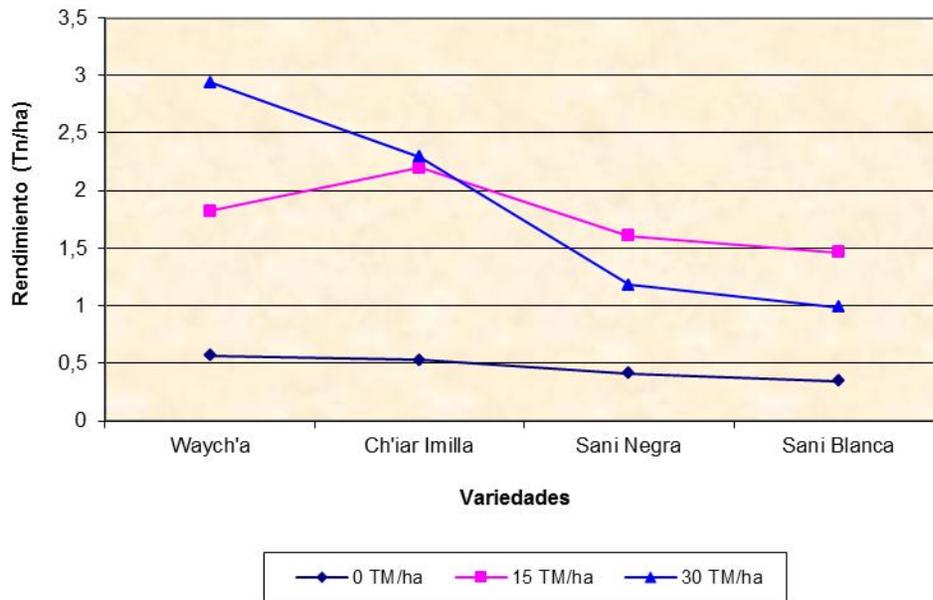
significativa. En el caso especial de la época 3 (noviembre), frente a la aplicación de las tres dosis de estiércol, en la investigación no muestra diferencias significativas en su rendimiento, ya que sus valores fueron menores al 0,5 TM/ha efecto atribuido a las condiciones climáticas que se presentaron.

La interacción nos muestra que existe influencia de las épocas de siembra en cada una de las aplicaciones de estiércol de ovino provocando un efecto ascendente. En tal caso se observó que a mayor dosis de estiércol en una siembra adelantada, se obtendrán mayores rendimientos.



**Gráfico 23. Interacción de épocas de siembra Vs. variedades de papa en rendimiento**

El análisis de efecto simple muestra que el uso de las diferentes variedades de papa en las diferentes épocas de siembra presentó significancia. Es decir que las variedades utilizadas tuvieron diferentes comportamientos en cada siembra, lo cual llegó a influir en los rendimientos de cada una de ellas, efecto atribuido posiblemente a la adaptabilidad de la misma frente a las condiciones edafo-climáticas del lugar, llegando a producir bajos rendimientos y baja rentabilidad en su producción. De acuerdo al gráfico 23, la variedad Waych'a obtuvo los valores más altos y la Sani Blanca las menores, llegando a presentarse dicho comportamiento en las tres épocas de siembra.



**Grafico 24. Interacción de dosis de estiércol Vs. variedades de papa en rendimiento**

El grafico 24, de interacción de la aplicación de estiércol frente al uso de las variedades de papa, vemos que la dosis de 0 TM/ha de estiércol de ovino no muestra diferencias significativas en los rendimiento, manteniendo valores menor a 1 TM/ha, efecto provocado por la falta de aporte de nutrientes al suelo.

Considerando la aplicación de 15TM/ha de estiércol se puede ver que la variedad que obtuvo mayor rendimiento fue la Ch'iar Imilla, efecto atribuido probablemente a su aptitud de asimilación de nutriente y/o su disponibilidad en el suelo.

También podemos ver que con la aplicación de 30 TM /ha de estiércol de ovino, en la variedad Waych'a, se favoreció los mayores rendimientos, mostrando un efecto descendente de esta variable en un orden de Ch'iar Imilla, Sani Negra y Sani Blanca respectivamente.

De acuerdo con el análisis realizado se puede ver que las variedades de papa varían su rendimiento de acuerdo con las dosis de estiércol aplicado, exceptuando el comportamiento frente a una inaplicación de estiércol de ovino.

## 5.5.5. Análisis Económico

**Cuadro 35: Presupuesto económico parcial para una hectárea**

| Tratamiento    | Rendimiento Promedio (Tn./ha) | Rendimiento Ajustado (Tn./ha) | Beneficio Bruto (Bs./ha) | Costo Variable (Bs./ha) | Relación B/C | Beneficio Neto (Bs./ha) |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------|-------------------------|
| T1 = E1*D1*V1  | 1,30                          | 1,10                          | 2645,23                  | 5400                    | 0,49         | -2754,77                |
| T2 = E1*D1*V2  | 1,20                          | 1,02                          | 2448,90                  | 5400                    | 0,45         | -2951,10                |
| T3 = E1*D1*V3  | 1,14                          | 0,97                          | 2165,69                  | 5400                    | 0,40         | -3234,31                |
| T4 = E1*D1*V4  | 0,85                          | 0,73                          | 1511,25                  | 5400                    | 0,28         | -3888,75                |
| T5 = E1*D2*V1  | 6,38                          | 5,42                          | 13018,33                 | 5550                    | 2,35         | 7468,33                 |
| T6 = E1*D2*V2  | 5,18                          | 4,40                          | 10567,74                 | 5550                    | 1,90         | 5017,74                 |
| T7 = E1*D2*V3  | 3,85                          | 3,27                          | 7323,80                  | 5550                    | 1,32         | 1773,80                 |
| T8 = E1*D2*V4  | 3,41                          | 2,90                          | 6024,87                  | 5550                    | 1,09         | 474,87                  |
| T9 = E1*D3*V1  | 6,71                          | 5,70                          | 13687,04                 | 5650                    | 2,42         | 8037,04                 |
| T10 = E1*D3*V2 | 5,12                          | 4,35                          | 10448,50                 | 5650                    | 1,85         | 4798,50                 |
| T11 = E1*D3*V3 | 2,83                          | 2,41                          | 5388,32                  | 5650                    | 0,95         | -261,68                 |
| T12 = E1*D3*V4 | 2,44                          | 2,07                          | 4315,10                  | 5650                    | 0,76         | -1334,90                |
| T13 = E2*D1*V1 | 0,82                          | 0,70                          | 1563,82                  | 5450                    | 0,29         | -3886,18                |
| T14 = E2*D1*V2 | 0,77                          | 0,65                          | 1405,76                  | 5450                    | 0,26         | -4044,24                |
| T15 = E2*D1*V3 | 0,46                          | 0,39                          | 835,38                   | 5450                    | 0,15         | -4614,62                |
| T16 = E2*D1*V4 | 0,48                          | 0,41                          | 777,92                   | 5450                    | 0,14         | -4672,08                |
| T17 = E2*D2*V1 | 3,82                          | 3,25                          | 7274,55                  | 5600                    | 1,30         | 1674,55                 |
| T18 = E2*D2*V2 | 3,18                          | 2,70                          | 5829,30                  | 5600                    | 1,04         | 229,30                  |
| T19 = E2*D2*V3 | 2,39                          | 2,03                          | 4392,32                  | 5600                    | 0,78         | -1207,68                |
| T20 = E2*D2*V4 | 2,27                          | 1,93                          | 3699,20                  | 5600                    | 0,66         | -1900,80                |
| T21 = E2*D3*V1 | 4,59                          | 3,90                          | 8737,46                  | 5695                    | 1,53         | 3042,46                 |
| T22 = E2*D3*V2 | 3,76                          | 3,20                          | 6907,64                  | 5695                    | 1,21         | 1212,64                 |
| T23 = E2*D3*V3 | 1,80                          | 1,53                          | 3301,74                  | 5695                    | 0,58         | -2393,26                |
| T24 = E2*D3*V4 | 1,42                          | 1,20                          | 2313,09                  | 5695                    | 0,41         | -3381,91                |
| T25 = E3*D1*V1 | 0,14                          | 0,12                          | 245,37                   | 5500                    | 0,04         | -5254,63                |
| T26 = E3*D1*V2 | 0,14                          | 0,12                          | 227,94                   | 5500                    | 0,04         | -5272,06                |
| T27 = E3*D1*V3 | 0,06                          | 0,05                          | 93,57                    | 5500                    | 0,02         | -5406,43                |
| T28 = E3*D1*V4 | 0,05                          | 0,05                          | 81,48                    | 5500                    | 0,01         | -5418,52                |
| T29 = E3*D2*V1 | 0,45                          | 0,39                          | 772,37                   | 5650                    | 0,14         | -4877,63                |
| T30 = E3*D2*V2 | 0,43                          | 0,36                          | 700,67                   | 5650                    | 0,12         | -4949,33                |
| T31 = E3*D2*V3 | 0,18                          | 0,15                          | 289,95                   | 5650                    | 0,05         | -5360,05                |
| T32 = E3*D2*V4 | 0,17                          | 0,15                          | 255,82                   | 5650                    | 0,05         | -5394,18                |
| T33 = E3*D3*V1 | 0,46                          | 0,39                          | 782,00                   | 5800                    | 0,13         | -5018,00                |
| T34 = E3*D3*V2 | 0,29                          | 0,25                          | 478,61                   | 5800                    | 0,08         | -5321,39                |
| T35 = E3*D3*V3 | 0,10                          | 0,08                          | 158,30                   | 5800                    | 0,03         | -5641,70                |
| T36 = E3*D3*V4 | 0,09                          | 0,08                          | 135,14                   | 5800                    | 0,02         | -5664,86                |

El cuadro 35, muestra los costos de producción de cada tratamiento, mostrándonos además en los beneficios netos, en los que se observa valores positivos debido a los rendimientos

obtenidos por los mismos, y negativos debido a la pérdida de la producción causada principalmente por las inclemencias climáticas que se hicieron presentes en la zona.

**Cuadro 36: Análisis de Dominancia**

| Tratamiento    | Costo Variable (Bs./ha) | Beneficio Neto (Bs./ha) | Dominancia  |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------|
| T5 = E1*N2*V1  | 5550                    | 7468,33                 | No dominado |
| T6 = E1*N2*V2  | 5550                    | 5017,74                 | Dominado    |
| T7 = E1*N2*V3  | 5550                    | 1773,80                 | Dominado    |
| T8 = E1*N2*V4  | 5550                    | 474,87                  | Dominado    |
| T17 = E2*N2*V1 | 5600                    | 1674,55                 | Dominado    |
| T18 = E2*N2*V2 | 5600                    | 229,30                  | Dominado    |
| T9 = E1*N3*V1  | 5650                    | 8037,04                 | No dominado |
| T10 = E1*N3*V2 | 5650                    | 4798,50                 | Dominado    |
| T21 = E2*N3*V1 | 5695                    | 3042,46                 | Dominado    |
| T22 = E2*N3*V2 | 5695                    | 1212,64                 | Dominado    |

**Cuadro 37: Tasa de Retorno Marginal**

| Tratamiento   | Costos Variable (Bs./ha) | Costos Marginales (Bs./ha) | Beneficio Neto (Bs./ha) | Beneficio Marginal (Bs./ha) | Tasa de Retorno Marginal (%) |
|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| T5 = E1*N2*V1 | 5550                     |                            | 7468,33                 |                             |                              |
|               |                          | 100,00                     |                         | 568,71                      | 17,58                        |
| T9 = E1*N3*V1 | 5650                     |                            | 8037,04                 |                             |                              |

El cuadro 37, muestra la tasa de retorno marginal donde se observa con mayor claridad los tratamientos que sobresalen T5 y T9, mismos que podrían generar mayores beneficios en la producción. Se debe señalar que después del análisis de la tasa de Retorno Marginal de dichos tratamientos, se obtuvo que el T9 (Septiembre\*30 TM de estiércol de ovino\*Waych'a) es con el que mayores ganancias podría obtener el productor ya que este presenta un valor de 17,58 %, lo que significa que por cada boliviano invertido, el agricultor puede esperar recuperar lo invertido y ganar el 17,58% adicional.

## 6. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

Que las temperaturas máximas se han reducido en un promedio de 1 °C y las mínimas en un 7,5 °C, provocando efectos negativos en el cultivo de papa a nivel de crecimiento y desarrollo de las plantas.

En cuanto a las precipitaciones, estas fueron mayores que en las gestiones pasadas y adelantaron su época, lo que causó la saturación y sobre saturación hídrica del suelo, dificultando la asimilación normal de nutrientes en las diferentes fases fenológicas.

Las temperaturas, precipitaciones y humedad relativa presentaron una gran variación, llegando incluso a producirse inclemencias climáticas (lluvias, nevadas, granizos y heladas) que provocaron pérdidas en la producción y en el rendimiento del cultivo de la papa.

Las condiciones anteriormente mencionadas limitan la producción de papa. Por esta razón podemos concluir que la productividad de las cuatro variedades de papa (Waych'a, Ch'iar Imill, Sani Negra, Sani Blanca) en la comunidad de Chojñapata presentan rendimientos de 0.90 TM/ha a 6.8 TM/ha en la gestión 2007 y 2008, frente a una aplicación de estiércol de ovino a razón de 15 TM/ha y 30 TM/ha, representando un alto valor en comparación con los rendimientos de las zonas.

En cuanto a los rendimientos de las diferentes épocas de siembra, se puede indicar que septiembre obtuvo 6,8 TM/ha siendo el mayor valor dentro de este factor, seguida de la siembra de octubre, siendo que la siembra de noviembre de la gestión agrícola 2007-2008 fue la que registró los menores rendimientos como efecto de las condiciones climáticas extremas que perjudicaron el desarrollo de los tubérculos.

Al analizar los efectos de la aplicación de los tres niveles de estiércol de ovino en el cultivo de la papa, encontramos que los rendimientos con la dosis de 0 TM/ha fueron los menores debido a que en el suelo no existió un aporte o incremento de nutrientes

necesarios para la planta, frente a las dosis 15 y 30 TM/ha de estiércol los cuales mostraron su efectos en los rendimiento.

Comparando las características agronómicas y fenológicas de las cuatro variedades de papa bajo las diferentes dosis de estiércol de ovino, encontramos que la variedad Waych'a es la variedad que presenta mejores características morfológicas: altura de planta y agronómicas: calidad y rendimiento, seguida de la variedad Ch'iar Imilla.

En cuanto a las Sani Negra y Sani Blanca presentan similares características especialmente en el número de tubérculos con una menor calidad, atribuyendo dicho comportamiento a la poca adaptabilidad al clima del sector y a la asimilación de nutrientes.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las cuatro variedades presentan diferencias mínimas en sus características fenológicas, considerando que algunas de las fases no pudieron ser evaluadas con exactitud, como la fase de madurez fisiológica debido a la influencia de las inclemencias climáticas adversas presentes en la gestión agrícola 2007-2008.

En cuanto al análisis económico realizado, se considera que frente a una siembra en mes el septiembre con aplicación de 30 TM/Ha de estiércol de ovino y usando la variedad Waych'a, se obtendría altos beneficios por su producción, siendo que en la presente investigación se obtuvo un 17,58 % de en su Tasa de Retorno Marginal, significando que por cada boliviano invertido se ganara dicho porcentaje aparte de recuperar lo invertido.

## **7. RECOMENDACIONES**

Realizar la misma investigación en dos gestiones seguidas mínimamente, para ver la influencia de los factores climático en la producción de papa y la evolución del propio clima.

Motivar las siembras tempranas en las nuevas gestiones agrícolas para ver su efecto en el rendimiento y calidad de tubérculos de papa.

Realizar siembras tempranas a partir de las primeras semanas de septiembre para ver la influencia de las lluvias, la evapotranspiración y las heladas en la producción de papa y su calidad.

Utilizar diferentes abonos orgánicos y dosis en la producción de papa para evaluar el grado de asimilación y balance de nutrientes expresados en el rendimiento de los tubérculos y su calidad.

Realizar pruebas con el uso de semilla certificada de diferente tamaño, para ver su adaptabilidad y resistencia a las heladas en la zona de estudio, ya que los pobladores del sector indican que existe una mayor resistencia a mayor diámetro de la semilla.

Utilizar semillas de variedades dulces producida en el sector para ver sus rendimientos frente a las semillas certificada y de otro sector (valles) ya que según los productores los rendimientos y calidad de los tubérculos obtenidos varían.

Realizar siembras en suelos con y sin limpieza de rastrojos del terreno, ya que durante la investigación se observó que los terrenos con presencia de los mismos presentaron mayor retención de agua en la superficie, actuando como una esponja, lo cual posiblemente favoreció la producción de papa en algunas familias.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

Aitken, J. 1987. Manual Agrícola, Programa de Micro Proyectos Rurales, Potosí Bolivia. pp. 97.

Aragón, 2003. Caracterización de recursos forrajeros nativos en e municipio de Ancoraimes (Provincia Omasuyos), Mediante Percepción Remota y Sistema de Información Geográfica, La Paz- Bolivia.

AGRUCO, 1992. Agroecología y saber campesino, Imp. Boletín trimestral, N° 4 del programa Agroecología. UMSS, Cochabamba-Bolivia, pp1-2.

Bertsch, F. 1995, La Fertilidad de Suelos y su Manejo, Segunda Edición, San José, Costa Rica, INPOFOS, pp138-139.

Bojanic, A. 2000. Política de investigación y transparencia de tecnología, Bolivia. s. e. pp.27.

Bohórquez, F. 2001. Manual de fertilidad de suelos. 8ª reimp. España. s.e. pp. 26-35.

Bravo R. 1995, "Efecto de la Incorporación del Estiércol de Ovino en suelos con Problemas de Carbonatos en Agro Ecosistemas de Waru Waru". Tesis Ing. Agr. , Facultad de Ciencia Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano Puno. Puno Perú. pp 85.

Del Castillo, C. 1995, Comportamiento hídrico y fotosíntesis de variedades de papa amarga y dulce en el altiplano central, Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz -Bolivia, pp 105.

Canahua, A. 1991. Agroecología de la papa amarga en Puno IM: 1 MESA REDONDA. Perú- Bolivia, La Paz -Bolivia. pp. 57 -68.

Campo, I. 1981. Suelos abonos y fertilizantes. Barcelona, España. De Venchi. pp. 207.

Cahuana, R. 1993. Programa internacional de Waru Waru, variedades de papa más importantes en Perú y lineamiento para su caracterización. 1ª ed. Puno- Perú, CIMA. pp. 210

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Programa de economía. México D.F.- México pp. 27-28; 39 y 66.

Condori, J. 2005. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos mejorados en el cultivo de la papa amarga (*solanum juzepczukii*) en el altiplano central, Tesis de grado, Ing. Agr. Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz- Bolivia. pp. 6-23

Condori, J. 2003. Evaluación agronómica de especies nativas de papa (*solanum tuberosum*, *ssp. andigena* y *juzepczukii*) bajo riego por aspersion y fertilización adicional, en el altiplano norte de La Paz. Tesis de grado, Ing. Agr. Facultad de Agronomía, UMSA. La Paz- Bolivia. pp. 70.

Condori, D. 1999. Evaluación microclimática de tres métodos de protección contra heladas en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*) en el altiplano norte. Tesis de grado, Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz – Bolivia, 18-22 pp.

Coca, M. 1998 Situación y preexpectativas de la producción de papa Departamento de La Paz. Revista de desarrollo rural en Procampo CID/Bolivia. N° 70 pp.29-33.

Coca M. 2000. Informe Anual de la Estación Experimental de Belén, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz –Bolivia, pp 5.

CONTEXTO, 2009, Efecto del Descanso Agrícola sobre la Microbiota del Suelo- Altiplano Central Boliviano La Paz – Bolivia, pp11.

Chilon, C., E. 1997. Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas. Primera Impresione Edición C.I.D.A.T. La Paz, Bolivia. pp185.

Choque R. 2000. Efecto de niveles de fertilización con estiércol de llama (*Lama glama*) en tres ecotipos de Kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). En el altiplano

norte (Región Cordillera). Tesis de grado. Ing. Agr. Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz - Bolivia. pp 70-87.

Choque, G. 2000. Análisis descriptivo de características agromorfológicas en 271 accesiones de papa nativa en la estación experimental Belén. Tesis de grado Ing. Agr. Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz- Bolivia. pp 217.

DRP's, 2007. Diagnostico Rural Participativo- Comunidad Chojñapata, Municipio de Ancoraimes, Informe Proyecto BOL 10/11590, Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz- Bolivia.

Evans, L.T. 1983. Manejo Agronómico de Cultivos Semilleros de papa, Programa Papa - Universidad Agraria la Molina Perú, pp 394-395.

FAO. 2000. Efectos de los fenómenos climatológicos adversos en la producción y el comercio de los alimentos. 26<sup>a</sup> CONFERENCIA REGIONAL DE LA FAO PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/meeting/x4583s.htm> . Consultado él: 18 de abril de 2008.

FAO 2002. 15<sup>o</sup> Periodo de sesiones el cambio climático y el protocolo de Kyoto: cuestiones fundamentales del sector forestal. Disponible en <http://www.fao.org>. Consultado el 13 de marzo de 2008.

FAO 2004, variabilidad y cambio de clima: un desafío para la producción agrícola sostenible, Disponible en <http://Windows.Uca>, Consultado el 20 de mayo de 2008.

FAO 1998, La Panoplia de la Producción Agrícola, Santa Cruz de la Sierra – Bolivia, Itinerario Técnico, pp50-60.

FAO 2009. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. <http://www.fao.org>. Consultado el 28 de agosto 2009.

Fuentes, J. 1987. Protección contra heladas, Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid – España, pp 9-12.

Guerrero, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Reimp. Mundi-Prensa. México pp.139.

Herrera, E. 2009, Efecto de Aplicación de Abonos Orgánicos y Químicos en el Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum*), y su Comportamiento en las Propiedades Físicas del Suelo, Tesis de grado Ing. Agr. Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz- Bolivia, pp108.

INFOAGRO, 2005. "Instituto interamericano de cooperación para la agricultura" Unidad de desarrollo rural sostenibles en <http://www.infoagro.gov.bo>. Consultado el 20 de marzo de 2008.

López, A. 1998. Manual de nutrición y fertilización. Quito, Ecuador. pp. 20.

López, A y Espinoza, J. 1995. Manual de nutrición y fertilización. Instituto de la Potasa y el Fósforo (IMPOFOS).ed. rev. Quito Ecuador. s.e. pp.16.

Mena, F. 2005. Producción ecológica de papa (*Solanum tuberosum ssp. Andigenum* variedad Imilla negra con la aplicación de abono Bocachi en el altiplano central de La Paz, Tesis de grado, Ing. Agr., Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz- Bolivia, pp 95.

Mamani, J. 2005. Caracterización morfológica de germoplasma de tubérculos, en el municipio de Ancoraimas cantones, Chejepampa y Chojñapata. Tesis de grado, Ing. Agr., Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz- Bolivia, pp 105.

Matos, G. 1994, Rol fisiológico de los nutrientes en la vida de la planta, La Paz- Bolivia. s.e. p.3-31.

Montalvo, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. San Jose, IICA.Costa Rica. pp. 676.

Martínez, C y Huaman, C. 1987. Programa de papa: Aspectos Fisiológicos en el cultivo de papa. Universidad Agraria La Molina. Perú, pp. 37.

Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación (MDSP). 2002. Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio y Variabilidad Climática de los Sistemas Alimentarios en zona Semiáridas de Montaña. La Paz, Bolivia, Disponible en <http://www.unfccc.int/resource/doc/natc/boladd4.pdf>. Consultado él: 30 de noviembre de 2007.

Ministerio de Planificación del Desarrollo. 2007. Vulnerabilidad y adaptación al Cambio Climático en las regiones del Lago Titicaca y los valles cruceños de Bolivia. Disponible en [http://nlcap.net/fileadmin/NCAP/Countries/Bolivia/Bolivia\\_V\\_A\\_](http://nlcap.net/fileadmin/NCAP/Countries/Bolivia/Bolivia_V_A_)

REPORT01-02-06.pdf. Consultado él: 25 de junio 2008.

Ministerio de Planificación del Desarrollo. 2007. Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático, OGP Internacional, La Paz- Bolivia, pp. 9-19.

Michel, G. 1997. Zonificación agroclimática de los riesgos de sequía en el Altiplano paceño utilizando modelos de simulación, Tesis de grado, Ing. Agr., Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz- Bolivia 3-58 pp.

Morales, E. 2000, Selección de cultivares nativos de papa de diferentes especies (*solanum ajanhuiri*, *juzepczukii* *andigena*) por su respuesta a bajos niveles de fósforo. Tesis de grado, Ing. Agr., Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz- Bolivia pp. 62-63.

Ochoa, R. 2004. Diseños experimentales. Ed, Universidad Católica Boliviana "San Pablo". La Paz – Bolivia. pp115

Oviedo, E. 1995. Caracterización y determinación de accesiones fenotípicas para 45 variedades de papa (*Solanum sp*) en condiciones de altiplano norte de La Paz, Tesis de grado Ing. Agr., Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz-Bolivia, 30-67 pp.

Oficina Regional de Semillas La Paz 1997. Manual del usuario y productor de semillas. La Paz, Bolivia, pp.9.

Oppliger, H 1985 Cultivo de la papa. Secretaria Nacional de Servicio Departamento de Obras Rurales, 2º Edición, Editorial Metodista, La Paz- Bolivia, 56 pp.

PROINPA – IBTA, 1994.Catalogó Boliviano de cultivares de papa nativa. Estación experimental Toralapa N° 2, Cochabamba-Bolivia.

PROINPA. 1995, Informe compendio del programa de investigación de la papa, PROINPA, COTESU, Cochabamba-Bolivia.

Parrada, V. 1998.Época de incorporación y dosis de estiércol sobre la productividad de la papa (*solamun tuberosum ssp. Amiligena*) en zonas de altura de Cochabamba. Facultad de Agronomía (UMSA).La Paz- Bolivia. pp128.

Pardave, C. 2004.Cultivo y comercialización del cultivo de papa. Perú. Palomino. pp 133.

Plan de Desarrollo Municipal de Ancoraimes. 2006 .La Paz- Bolivia. pp 130.

Proyecto de Zonificación Agroecológica y Establecimiento de Base de Datos y Red de Sistemas de Información Geográfica en Bolivia (ZONISIG), 1998. Zonificación Agroecológica y socioeconómica de la cuenca del Altiplano del Departamento de La Paz . La Paz, Bolivia. pp.38.

Quiroga, J. 2008. Efecto de tres épocas de siembra y uso de variedades de papa como opciones de adaptación al cambio climático en la comunidad de Viluyo, provincia Manco Kapac, departamento de La Paz. Tesis de grado, Ing. Agr. Facultad de Agronomía (UMSA).La Paz- Bolivia. pp 98.

Quispe, A. 2002. Introducción de cuatro variedades de papa (*solamun tuberosum L.*) bajo dos densidades de siembra en la Localidad de Phusa – Ichoca Provincia Inquisivi. Tesis de grado, Ing. Agr. Facultad de Agronomía UMSA, La Paz- Bolivia, pp120.

Quispe, D. 2006. Efecto de fertilizantes químicos en la producción de variedades de papa (*Solanum tuberosum L. ssp. Andigena*) a secano en Kallutaca, provincia Los

Andes, Tesis de grado, Ing. Agr. Facultad de Agronomía UMSA. La Paz- Bolivia. pp 81.

Resquejo, M. 1999. Botánica On line. Nutrición mineral de las plantas, Disponible en [http://www.Abocol.com/articulo\\_especial.htm](http://www.Abocol.com/articulo_especial.htm)., Consultado 5 de febrero de 2009.

Romero, W. 2003. Macronutrientes importantes en la fertilización radicular y foliar Argentina, Disponible en [http://www.Fisicanmet.Com.Ar/monografias/es\\_1/es\\_04\\_ciclo\\_de\\_Azufre.php](http://www.Fisicanmet.Com.Ar/monografias/es_1/es_04_ciclo_de_Azufre.php). Consultado él: 7 de enero de 2008.

Sanchez, R. 2003. Abonos Orgánicos y Lombricultura, Primera Impresión, Lima-Perú, pp17.

Salinas, F. 2004. Influencia del riego por aspersión y la incorporación de estiércol en el efecto de heladas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la localidad de Belén del Altiplano Norte de La Paz. Tesis de grado, Ing. Agr. Facultad de Agronomía UMSA. La Paz- Bolivia. pp 99.

Sierra, C. 2005. Fertilización de la papa. Chile. Disponible en <http://www.El sitio agricola.com/articulos/sierra/fertilizacion%20potasica%20de%20papa%20en%20suelo%20andisoles>. Consultado él: 30 de marzo de 2009.

Soto, H. 1997. Oportunidad de riego según el acceso al agua en las comunidades de Pucara y Larasuyu de la Provincia Punata. Tesis de grado Ing. Agr. Facultad de Agronomía, UMSS, Cochabamba-Bolivia, pp 88.

Tapia, M. 1990. Cultivos andinos explotados y su aporte en la alimentación, Lima Perú. s.e. p.2005.

Terrazas, J. 1998. Efecto de la fertilización química y abono orgánico en el comportamiento del “Laq’atu” en la papa (*solamun tuberosum*) en la Provincia Tomina – Chuquisaca. Tesis de grado, Ing. Agr. Facultad de Agronomía UMSA. La Paz- Bolivia, pp125.

Torrez L. 2004. Caracterización del sistema de comercialización de la papa en el Municipio de Guaqui. Tesis de grado, Ing. Agr. Facultad de Agronomía UMSA. La Paz- Bolivia. pp 94.

Torrez, R. 2005. Época de siembra y variedades de papa nativa (*Solanum tuberosum* subsp. *Andigenum* y s. *xjuzepczuki*) como alternativa de adaptación al cambio climático en la Provincia Manco Cápac, Tesis de grado, Ing. Agr. Facultad de Agronomía UMSA. La Paz- Bolivia. pp 90.

Torrigo, A. 1998. Vulnerabilidad y opciones de adaptación del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) al cambio climático para condiciones de altiplano y valles utilizando modelos de simulación. Tesis de grado, Ing. Agr. Facultad de Agronomía UMSA. La Paz- Bolivia. pp123.

Ugarte, M. 1992. Descripción y clasificación morfológica de especies y cultivares de papa del banco de germoplasma de Bolivia. UMSS, Cochabamba- Bolivia. pp 51.

Zeballo, H. 1997. Aspectos económicos en la producción de papa en Bolivia, Lima – Perú, s.e.p.27-28.

Yucra, E. 2006. Evaluación de cinco cultivares de papa (*Solanum tuberosum* ssp), tolerantes a heladas en el comportamiento microclimático de dos agroecosistemas (Suka kollu y Pampa) en el Altiplano Norte, Tesis de grado, Ing. Agr. Facultad de Agronomía UMSA. La Paz- Bolivia 115 pp.

Coopain Cabana, 2011. Disponible en <http://www.coopaincabana.com/papa-imilla-negra.html>. Consultado él: 30 de marzo de 2012.

PNUD – CEPROMU, 2002. Recuperación, manejo y multiplicación de Sani negra, Disponible en [http://www.pnud.bo/ppd/PROYECTOS.aspx?udt\\_398\\_param\\_detail=35](http://www.pnud.bo/ppd/PROYECTOS.aspx?udt_398_param_detail=35) Consultado él: 30 de marzo de 2012.

### **Anexo 1. Temperaturas máximas (°C) Belén y Chojñapata (SANREM)**

| Meses                   | Ene   | Feb   | Mar   | Abr   | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep   | Oct   | Nov   | Dic   |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Prom(1950 - 2006) Belén | 11.46 | 11.52 | 11.52 | 11.14 | 9.95 | 8.98 | 8.57 | 9.66 | 10.74 | 11.88 | 12.31 | 12.39 |
| Gestión 2007 Belén      | 9.65  | 9.15  | 9.05  | 7.95  | 6.05 | 4.55 | 4.10 | 5.00 | 7.20  | 8.20  | 7.95  | 8.85  |
| Gestión 2008 Belén      | 8.80  | 8.35  | 7.60  | 6.54  | 4.25 |      |      |      |       |       |       |       |
| Gestión 2008 Chojñapara | 5.75  | 5.40  | 5.06  | 5.13  | 3.76 |      |      |      |       |       |       |       |

### Anexo 2. Temperaturas mínimas (°C) Belén y Chojñapata (SANREM)

| Meses                   | Ene  | Feb  | Mar  | Abr   | May   | Jun   | Jul   | Ago   | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
|-------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| Prom(1950 - 2006) Belén | 8.43 | 8.46 | 8.09 | 7.04  | 5.10  | 4.23  | 3.70  | 5.14  | 6.73 | 8.20 | 8.63 | 9.27 |
| Gestión 2007 Belén      | 3.90 | 2.70 | 2.90 | 0.30  | -2.80 | -6.30 | -5.20 | -5.10 | 0.30 | 0.60 | 0.60 | 2.10 |
| Gestión 2008 Belén      | 4.00 | 2.50 | 1.10 | -1.82 | -6.40 |       |       |       |      |      |      |      |
| Gestión 2008 Chojñapara | 3.13 | 2.21 | 1.71 | 0.87  | -2.52 |       |       |       |      |      |      |      |

### Anexo 3. Precipitación pluvial (mm) Belén y Chojñapata (SANREM)

| Meses                   | Ene   | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago   | Sep   | Oct  | Nov   | Dic   |
|-------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|
| Prom(1950-2006) Belén   | 101.4 | 73.2 | 60.7 | 21.8 | 13.5 | 8.95 | 6.47 | 14.30 | 22.43 | 32.1 | 44.27 | 67.54 |
| Gestión 2007 Belén      | 97.6  | 49.5 | 35   | 21.3 | 16.3 | 0    | 11.5 | 0.1   | 53.7  | 40.3 | 41.3  | 52.3  |
| Gestión 2008 Belén      | 197,7 | 7.6  | 6    | 0.9  | 19.4 |      |      |       |       |      |       |       |
| Gestión 2008 Chojñapata | 178   | 100  | 102  | 10.2 | 57.4 |      |      |       |       |      |       |       |

### Anexo 4. Análisis de varianza (ANVA) Días a la Emergencia

| FV       | GL  | SC        | CM       | F       | P>F      |
|----------|-----|-----------|----------|---------|----------|
| Bloques  | 2   | 45,250    | 22,625   | 1,096   | 0,419 ns |
| Factor A | 2   | 8649,562  | 4324,781 | 209,527 | 0,001 ** |
| Error A  | 4   | 82,562    | 20,640   |         |          |
| Factor B | 2   | 561,687   | 280,843  | 19,665  | 0,000 ** |
| AxB      | 4   | 146,468   | 36,617   | 2,564   | 0,092 ns |
| Error B  | 12  | 171,375   | 14,281   |         |          |
| Factor C | 3   | 438,034   | 146,010  | 6,576   | 0,001 ** |
| AxC      | 6   | 86,062    | 14,343   | 0,646   | 0,695 ns |
| BxC      | 6   | 102,843   | 17,140   | 0,772   | 0,597 ns |
| AxBxC    | 12  | 238,937   | 19,911   | 0,986   | 0,556 ns |
| Error C  | 54  | 1198,875  | 22,201   |         |          |
| Total    | 107 | 11721,656 |          |         |          |

ns = no significativa \* = significativa \*\* = altamente significativa

CV = 9.4569 %

### Anexo 5. Análisis de varianza (ANVA) Días a la Floración

| FV       | GL | SC  | CM     | F      | P>F      |       |    |
|----------|----|-----|--------|--------|----------|-------|----|
| Bloques  |    | 2   | 0,000  | 0,000  | 0,000    | 1,000 | ns |
| Factor A |    | 2   | 46,511 | 23,255 | 1587,600 | 0,000 | ** |
| Error A  |    | 4   | 0,058  | 0,014  |          |       |    |
| Factor B |    | 2   | 0,000  | 0,000  | 0,000    | 1,000 | ns |
| AxB      |    | 4   | 0,072  | 0,018  | 37,000   | 0,000 | ** |
| Error B  |    | 12  | 0,005  | 0,000  |          |       |    |
| Factor C |    | 3   | 0,000  | 0,000  | 0,000    | 1,000 | ns |
| AxC      |    | 6   | 0,074  | 0,012  | -10,363  |       |    |
| BxC      |    | 6   | 0,000  | 0,012  |          |       |    |
| AxBxC    |    | 12  | 0,000  | 0,001  |          |       |    |
| Error C  | 54 |     | 292,0  |        |          |       |    |
| Total    |    | 107 |        |        |          |       |    |

ns = no significativa \* = significativa \*\* = altamente significativa

CV = 2,09 %

#### Anexo 6. Análisis de efecto simple para Días a la Floración (A x B)

| FV     | GL | SC       | CM       | Fc       | Ft (5%) |    |
|--------|----|----------|----------|----------|---------|----|
| A (d1) | 2  | 132298,7 | 66149,3  | 15433,44 | 3,09    | *  |
| A (d2) | 2  | 158976,2 | 79488,1  | 18545,54 | 2,99    | *  |
| A (d3) | 2  | 318787,0 | 159393,5 | 37188,42 | 2,99    | *  |
| B(e1)  | 2  | 263545,2 | 131772,6 | 30744,14 | 2,99    | *  |
| B(e2)  | 2  | 35682,5  | 17841,3  | 4162,58  | 2,99    | *  |
| B(e3)  | 2  | 0,0      | 0,0      | 0,00     | 3,01    | NS |
| Error  | 70 | 300,0    | 4,3      |          |         |    |
| Total  | 82 | 909589,6 |          |          |         |    |

#### Anexo 7. Análisis de varianza (ANVA) días a la cosecha

| FV       | GL | SC  | CM        | F        | P>F    |       |    |
|----------|----|-----|-----------|----------|--------|-------|----|
| Bloques  |    | 2   | 793,000   | 396,500  | 0,998  | 0,554 | ns |
| Factor A |    | 2   | 12889,000 | 6444,555 | 16,233 | 0,014 | *  |
| Error A  |    | 4   | 1588,000  | 397,000  |        |       |    |
| Factor B |    | 2   | 793,000   | 396,500  | 0,999  | 0,601 | ns |
| AxB      |    | 4   | 1588,000  | 397,000  | 1,000  | 0,446 | ns |
| Error B  |    | 12  | 4760,000  | 396,000  |        |       |    |
| Factor C |    | 3   | 1190,000  | 396,666  | 0,999  | 0,599 | ns |
| AxC      |    | 6   | 2381,000  | 396,666  | 1,000  | 0,436 | ns |
| BxC      |    | 6   | 2381,000  | 396,833  | 1,000  | 0,436 | ns |
| AxBxC    |    | 12  | 4760,000  | 396,833  | 0,999  | 0,538 | ns |
| Error C  | 54 |     | 21425,000 | 396,666  |        |       |    |
| Total    |    | 107 |           |          |        |       |    |

ns = no significativa \* = significativa \*\* = altamente significativa

CV = 8,43 %

#### Anexo 8. Análisis de varianza altura de planta

| FV       | GL  | SC        | CM       | F      | P>F      |
|----------|-----|-----------|----------|--------|----------|
| Bloques  | 2   | 89,117    | 44,558   | 1,335  | 0,36 ns  |
| Factor A | 2   | 6631,066  | 3315,533 | 99,391 | 0,001 ** |
| Error A  | 4   | 133,433   | 33,358   |        |          |
| Factor B | 2   | 1578,242  | 789,121  | 22,429 | 0,000 ** |
| AxB      | 4   | 646,769   | 161,692  | 4,595  | 0,018 *  |
| Error B  | 12  | 422,179   | 35,181   |        |          |
| Factor C | 3   | 618,730   | 206,243  | 38,137 | 0,000 ** |
| AxC      | 6   | 168,789   | 28,131   | 5,201  | 0,000 ** |
| BxC      | 6   | 179,011   | 29,835   | 5,517  | 0,000 ** |
| AxBxC    | 12  | 209,699   | 17,474   | 3,231  | 0,002 ** |
| Error C  | 54  | 292,027   | 5,407    |        |          |
| Total    | 107 | 10969,066 |          |        |          |

ns = no significativa      \* = significativa      \*\* = altamente significativa

CV = 10.1968 %

**Anexo 9. Análisis de efecto simple para Altura de planta entre época de siembra Vs. dosis de estiércol**

| FV     | GL | SC      | CM     | Fc      | Ft (5%) |
|--------|----|---------|--------|---------|---------|
| A (d1) | 2  | 968,5   | 484,2  | 116,08  | 3,11 *  |
| A (d2) | 2  | 4356,1  | 2178,0 | 522,08  | 2,99 *  |
| A (d3) | 2  | 12892,5 | 6446,3 | 1545,19 | 3,14 *  |
| B(e1)  | 2  | 14524,4 | 7262,2 | 1740,78 | 3,06 *  |
| B(e2)  | 2  | 7725,8  | 3862,9 | 925,95  | 3,11 *  |
| B(e3)  | 2  | 1974,4  | 987,2  | 236,63  | 3,01 *  |
| Error  | 70 | 292,0   | 4,2    |         |         |
| Total  | 82 | 42733,7 |        |         |         |

CV=8,9%

**Anexo 10. Análisis de efecto simple para Altura de planta entre época de siembra Vs. variedades**

| FV     | GL | SC      | CM       | Fc       | Ft (5%) |
|--------|----|---------|----------|----------|---------|
| A (v1) | 2  | 1757,0  | 878,484  | 210,576  | 3,01 *  |
| A (v2) | 2  | 1522,7  | 761,374  | 182,504  | 3,01 *  |
| A (v3) | 2  | 1021,6  | 510,805  | 122,442  | 3,06 *  |
| A (v4) | 2  | 950,6   | 475,285  | 113,928  | 3,07 *  |
| C(e1)  | 3  | 15883,7 | 5294,571 | 1269,128 | 2,6 *   |
| C(e2)  | 3  | 8648,8  | 2882,941 | 691,051  | 2,6 *   |
| C(e3)  | 3  | 2508,6  | 836,213  | 200,443  | 2,65 *  |
| Error  | 70 | 292,0   | 4,172    |          |         |
| Total  | 87 | 32585,1 |          |          |         |

**Anexo 11. Análisis de efecto simple para Altura de planta entre dosis de estiércol Vs. variedades**

| FV | GL | SC | CM | Fc | Ft (5%) |
|----|----|----|----|----|---------|
|----|----|----|----|----|---------|

|        |    |            |       |      |          |
|--------|----|------------|-------|------|----------|
| B (v1) | 2  | 536,521923 | 268,3 | 64,3 | 3,15 *   |
| B (v2) | 2  | 605,954989 | 303,0 | 72,6 | 3,13 *   |
| B (v3) | 2  | 435,713647 | 217,9 | 52,2 | 3,18 *   |
| B (v4) | 2  | 125,855652 | 62,9  | 15,1 | 3,63 *   |
| C(d1)  | 3  | 35,576072  | 11,9  | 2,8  | 19,16 ns |
| C(d2)  | 3  | 273,574521 | 91,2  | 21,9 | 3,07 *   |
| C(d3)  | 3  | 369,346224 | 123,1 | 29,5 | 2,93 *   |
| Error  | 70 | 292,0      | 4,172 |      |          |
| Total  | 87 | 2674,6     |       |      |          |

### Anexo 12. Análisis de varianza (ANVA) Número de Tallos

| FV       | GL  | SC        | CM        | F       | P>F      |
|----------|-----|-----------|-----------|---------|----------|
| Bloques  | 2   | 0,540985  | 0,270493  | 0,6033  | 0,592 ns |
| Factor A | 2   | 47,729889 | 23,864944 | 53,2258 | 0,003 ** |
| Error A  | 4   | 1,793488  | 0,448372  |         |          |
| Factor B | 2   | 1,575439  | 0,787720  | 3,711   | 0,055 ns |
| AxB      | 4   | 0,682373  | 0,170593  | 0,8037  | 0,547 ns |
| Error B  | 12  | 2,547180  | 0,212265  |         |          |
| Factor C | 3   | 0,291931  | 0,097310  | 2,5444  | 0,065 ns |
| AxC      | 6   | 0,053162  | 0,008860  | 0,2317  | 0,963 ns |
| BxC      | 6   | 0,340912  | 0,056819  | 1,4856  | 0,200 ns |
| AxBxC    | 12  | 0,539032  | 0,044919  | 1,1745  | 0,324 ns |
| Error C  | 54  | 2,065247  | 0,038245  |         |          |
| Total    | 107 | 58,159637 |           |         |          |

ns = no significativa \* = significativa \*\* = altamente significativa  
CV = 9.3208 %

### Anexo 13. Análisis de varianza (ANVA) cobertura foliar

| FV       | GL  | SC           | CM        | F        | P>F       |
|----------|-----|--------------|-----------|----------|-----------|
| Bloques  | 2   | 21.755063    | 10,595    | 1,14     | 0,406 ns  |
| Factor A | 2   | 258,501953   | 128,8777  | 13,378   | 0,0016 ** |
| Error A  | 4   | 37,728516    | 9,450129  |          |           |
| Factor B | 2   | 28,769531    | 85,584786 | 80,4222  | 0,0015 ** |
| AxB      | 4   | 286,097656   | 7,515774  | 20,1286  | 0,025 **  |
| Error B  | 12  | 30,765328    | 2,455661  |          |           |
| Factor C | 3   | 254,295794   | 87,436195 | 106,7843 | 0,019 *   |
| AxC      | 6   | 170,505079   | 28,700846 | 37,6344  | 0,01 **   |
| BxC      | 6   | 30,554454    | 2,26644   | 3,8305   | 0,003 **  |
| AxBxC    | 12  | 45,1012974   | 4,868725  | 5,0397   | 0,002 **  |
| Error C  | 54  | 38,191541    | 1,7625230 |          |           |
| Total    | 107 | 1202,2662124 |           |          |           |

ns = no significativa \* = significativa \*\* = altamente significativa  
CV= 13.20%

### Anexo 14. Análisis de varianza (ANVA) número de tubérculos

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|----|----|----|----|---|-----|
|----|----|----|----|---|-----|

|          |     |             |             |          |       |    |
|----------|-----|-------------|-------------|----------|-------|----|
| Bloques  | 2   | 8,289063    | 4,144531    | 1,7041   | 0,292 | ns |
| Factor A | 2   | 4341,501953 | 2170,750977 | 892,5312 | 0,000 | ** |
| Error A  | 4   | 9,728516    | 2,432129    |          |       |    |
| Factor B | 2   | 317,769531  | 185,884766  | 80,4222  | 0,000 | ** |
| AxB      | 4   | 186,097656  | 46,524414   | 20,1286  | 0,000 | ** |
| Error B  | 12  | 27,736328   | 2,311361    |          |       |    |
| Factor C | 3   | 244,308594  | 81,436195   | 106,7843 | 0,000 | ** |
| AxC      | 6   | 172,205078  | 28,700846   | 37,6344  | 0,000 | ** |
| BxC      | 6   | 17,527344   | 2,911224    | 3,8305   | 0,003 | ** |
| AxBxC    | 12  | 46,121094   | 3,843425    | 5,0397   | 0,000 | ** |
| Error C  | 54  | 41,181641   | 0,762623    |          |       |    |
| Total    | 107 | 5466,466797 |             |          |       |    |

ns = no significativa \* = significativa \*\* = altamente significativa  
CV = 6.3146 %

#### Anexo 15 Análisis de efecto simple para número de tubérculos por planta entre épocas de siembra Vs. dosis de estiércol

| FV     | GL | SC     | CM    | Fc      | Ft (5%) |
|--------|----|--------|-------|---------|---------|
| A (b1) | 2  | 730,9  | 365,5 | 623,95  | 3,11 *  |
| A (b2) | 2  | 1861,4 | 930,7 | 1588,97 | 2,99 *  |
| A (b3) | 2  | 1935,3 | 967,7 | 1652,11 | 3,14 *  |
| B(a1)  | 2  | 339,8  | 169,9 | 290,04  | 3,06 *  |
| B(a2)  | 2  | 218,0  | 109,0 | 186,08  | 3,11 *  |
| B(a3)  | 2  | 0,1    | 0,1   | 0,11    | 3,01 NS |
| Error  | 70 | 41,0   | 0,6   |         |         |
| Total  | 82 | 9186,2 |       |         |         |

#### Anexo 16. Análisis de efecto simple para número de tubérculos por planta entre épocas de siembra Vs. variedades

| FV     | GL | SC      | CM      | Fc      | Ft (5%) |
|--------|----|---------|---------|---------|---------|
| A (c1) | 2  | 807,76  | 403,882 | 709,256 | 2,99 *  |
| A (c2) | 2  | 653,07  | 326,535 | 573,428 | 2,99 *  |
| A (c3) | 2  | 908,22  | 454,110 | 797,462 | 2,99 *  |
| A (c4) | 2  | 1016,23 | 508,114 | 892,297 | 2,99 *  |
| C(a1)  | 3  | 46,057  | 15,352  | 26,960  | 2,67 *  |
| C(a2)  | 3  | 361,46  | 120,488 | 40,173  | 2,84 *  |
| C(a3)  | 3  | 9,00    | 2,999   | 5,267   | 2,9 *   |
| Error  | 72 | 41,0    | 0,569   |         |         |
| Total  | 89 | 3842,80 |         |         |         |

#### Anexo 17. Análisis de efecto simple para número de tubérculos por planta entre dosis de estiércol Vs. variedades

| FV | GL | SC | CM | Fc | Ft (5%) |
|----|----|----|----|----|---------|
|----|----|----|----|----|---------|

|        |    |        |      |       |        |
|--------|----|--------|------|-------|--------|
| B (c1) | 2  | 103,3  | 51,7 | 88,2  | 3,11 * |
| B (c2) | 2  | 82,9   | 41,4 | 70,7  | 3,13 * |
| B (c3) | 2  | 125,1  | 62,5 | 106,8 | 3,09 * |
| B (c4) | 2  | 78,0   | 39,0 | 66,6  | 3,14 * |
| C(b1)  | 3  | 84,0   | 28,0 | 47,8  | 2,81 * |
| C(b2)  | 3  | 56,8   | 18,9 | 32,3  | 2,9 *  |
| C(b3)  | 3  | 121,1  | 40,4 | 68,9  | 2,75 * |
| Error  | 70 | 41,0   | 0,6  |       |        |
| Total  | 87 | 692,13 |      |       |        |

### Anexo 18. Análisis de varianza (ANVA) rendimiento

| FV       | GL  | SC         | CM        | F       | P>F   |    |
|----------|-----|------------|-----------|---------|-------|----|
| Bloques  | 2   | 18,643768  | 9,321884  | 1,3456  | 0,358 | ns |
| Factor A | 2   | 180,491425 | 90,245712 | 13,0273 | 0,020 | *  |
| Error A  | 4   | 27,709808  | 6,927452  |         |       |    |
| Factor B | 2   | 84,781403  | 42,390701 | 18,8061 | 0,000 | ** |
| AxB      | 4   | 42,417816  | 10,604454 | 4,7045  | 0,016 | *  |
| Error B  | 12  | 27,049133  | 2,254094  |         |       |    |
| Factor C | 3   | 34,883240  | 11,627747 | 42,9277 | 0,000 | ** |
| AxC      | 6   | 16,671936  | 2,778656  | 10,2583 | 0,000 | ** |
| BxC      | 6   | 14,277649  | 2,379608  | 8,7851  | 0,000 | ** |
| AxBxC    | 12  | 7,265869   | 0,605489  | 2,2354  | 0,022 | *  |
| Error C  | 54  | 14,626892  | 0,270868  |         |       |    |
| Total    | 107 | 468,818939 |           |         |       |    |

ns = no significativa \* = significativa \*\* = altamente significativa

CV = 27.9869 %

### Anexo 19. Análisis de efecto simple para rendimiento entre épocas de siembra Vs. dosis de estiércol

| FV     | GL | SC    | CM    | Fc     | Ft (5%) |    |
|--------|----|-------|-------|--------|---------|----|
| A (d1) | 2  | 8,4   | 4,2   | 20,03  | 3,49    | *  |
| A (d2) | 2  | 130,0 | 65,0  | 310,69 | 3,01    | *  |
| A (d3) | 2  | 243,4 | 121,7 | 581,58 | 3,01    | *  |
| B(e1)  | 2  | 258,5 | 129,2 | 617,54 | 3,01    | *  |
| B(e2)  | 2  | 110,3 | 55,2  | 263,59 | 3,01    | *  |
| B(e3)  | 2  | 0,9   | 0,5   | 2,18   | 19      | NS |
| Error  | 70 | 14,65 | 0,2   |        |         |    |
| Total  | 82 | 766,2 |       |        |         |    |

### Anexo 20. Análisis de efecto simple para rendimiento entre épocas de siembra Vs. variedades

| FV     | GL | SC   | CM     | Fc      | Ft (5%) |   |
|--------|----|------|--------|---------|---------|---|
| A (v1) | 2  | 67,8 | 33,880 | 162,214 | 3,06    | * |

|        |    |       |        |         |        |
|--------|----|-------|--------|---------|--------|
| A (v2) | 2  | 43,6  | 21,806 | 104,406 | 3,09 * |
| A (v3) | 2  | 21,2  | 10,578 | 50,648  | 3,18 * |
| A (v4) | 2  | 15,5  | 7,756  | 37,134  | 3,26 * |
| C(e1)  | 3  | 197,9 | 65,971 | 315,867 | 2,6 *  |
| C(e2)  | 3  | 82,4  | 27,456 | 131,457 | 2,68 * |
| C(e3)  | 3  | 1,0   | 0,335  | 1,605   | 216 NS |
| Error  | 70 | 14,62 | 0,209  |         |        |
| Total  | 87 | 443,9 |        |         |        |

**Anexo 21. Análisis de efecto simple para rendimiento, dosis de estiércol Vs. variedades**

| FV     | GL | SC         | CM    | Fc    | Ft (5%) |
|--------|----|------------|-------|-------|---------|
| B (v1) | 2  | 45,1378594 | 22,6  | 108,1 | 3,09 *  |
| B (v2) | 2  | 31,5897067 | 15,8  | 75,6  | 3,13 *  |
| B (v3) | 2  | 11,6804092 | 5,8   | 28,0  | 3,34 *  |
| B (v4) | 2  | 10,0172932 | 5,0   | 24,0  | 3,3 *   |
| C(d1)  | 3  | 0,4909133  | 0,2   | 0,8   | 216 ns  |
| C(d2)  | 3  | 4,91283527 | 1,6   | 7,8   | 4,35 *  |
| C(d3)  | 3  | 41,22209   | 13,7  | 65,8  | 2,75 *  |
| Error  | 70 | 14,62      | 0,209 |       |         |
| Total  | 87 | 159,7      |       |       |         |

**Anexo 22. Dato de humedad gravimétrica del suelo (profundidad 10 a 15 cm)**

| FECHAS     | EPOCAS  | N1         | N2         | N3         |
|------------|---------|------------|------------|------------|
| 25/12/2007 | Época 1 | 66,3067374 | 59,0894992 | 73,2733559 |
|            | Época 2 | 61,2952592 | 69,8371111 | 73,2681459 |
|            | Época 3 | 62,7885574 | 65,3595693 | 75,215419  |
| 25/01/2008 | Época 1 | 87,2947998 | 93,9964449 | 110,162304 |
|            | Época 2 | 93,7153417 | 80,4353977 | 101,203955 |
|            | Época 3 | 87,1443057 | 80,8679609 | 104,393288 |
| 25/02/2008 | Época 1 | 80,488278  | 71,9066954 | 71,3879389 |
|            | Época 2 | 75,3415871 | 88,1902313 | 95,3156586 |
|            | Época 3 | 82,818905  | 91,9637631 | 74,0520856 |
| 25/03/2008 | Época 1 | 74,4758768 | 53,2976049 | 84,5128109 |
|            | Época 2 | 62,8336239 | 79,0358774 | 58,2304024 |
|            | Época 3 | 65,8520033 | 73,2661516 | 75,8271413 |
| 25/04/2008 | Época 1 | 45,0145496 | 37,0839901 | 60,3690747 |
|            | Época 2 | 49,3209604 | 45,5701194 | 40,6458084 |
|            | Época 3 | 56,4223882 | 33,7394224 | 61,1294386 |
| 25/05/2008 | Época 1 | 39,6718252 | 42,6701173 | 46,4700181 |
|            | Época 2 | 36,6983852 | 39,3866933 | 40,9916057 |
|            | Época 3 | 37,0709449 | 39,650585  | 41,4502057 |
| 25/06/2008 | Época 1 | 40,7448641 | 43,7785367 | 44,5857975 |
|            | Época 2 | 43,5617834 | 46,2719328 | 47,0426565 |
|            | Época 3 | 39,2580915 | 42,5712798 | 44,0449293 |

**Anexo 23. Dato de humedad gravimétrica del suelo (profundidad 15 a 20 cm)**

| FECHAS     | EPOCAS  | N1         | N2         | N3         |
|------------|---------|------------|------------|------------|
| 25/12/2007 | Época 1 | 63,2654305 | 66,2366818 | 69,6132752 |
|            | Época 2 | 65,1717851 | 71,2732829 | 74,8478929 |

|            |         |            |            |            |
|------------|---------|------------|------------|------------|
|            | Época 3 | 64,5940129 | 68,7423631 | 76,7575918 |
| 25/01/2008 | Época 1 | 92,7244116 | 101,407747 | 116,693914 |
|            | Época 2 | 90,9854939 | 86,6997744 | 93,2381692 |
|            | Época 3 | 79,5671629 | 91,2947836 | 87,6149147 |
| 25/02/2008 | Época 1 | 66,4622325 | 68,4259364 | 71,3868183 |
|            | Época 2 | 77,3992044 | 92,005433  | 98,4814047 |
|            | Época 3 | 84,8500934 | 91,9408568 | 78,4189834 |
| 25/03/2008 | Época 1 | 86,0393932 | 69,3887891 | 82,6357908 |
|            | Época 2 | 72,307461  | 77,3648899 | 60,5808059 |
|            | Época 3 | 70,4933716 | 78,9374137 | 69,7408159 |
| 25/04/2008 | Época 1 | 26,9536734 | 43,4405896 | 44,5005646 |
|            | Época 2 | 45,482726  | 53,3939999 | 47,1785899 |
|            | Época 3 | 65,7634564 | 59,8617948 | 57,8501918 |
| 25/05/2008 | Época 1 | 41,134363  | 44,6890352 | 47,8740875 |
|            | Época 2 | 37,9325262 | 40,9265042 | 43,423546  |
|            | Época 3 | 39,3438184 | 42,1573182 | 44,7681751 |
| 25/06/2008 | Época 1 | 42,4998138 | 45,2378645 | 46,5437466 |
|            | Época 2 | 45,088404  | 51,2398725 | 49,6046938 |
|            | Época 3 | 40,3359875 | 43,581056  | 46,5078406 |



**Anexo 24.** Establecimiento final de las tres épocas de siembra en la parcela experimental

## PROBLEMAS EN EL CULTIVO DE PAPA POR INCLEMENCIAS CLIMATICAS



**Anexo 25.** Suelos saturados en las parte inferiores de la parcela



**Anexo 26.** Problemas en la planta a causa de las altas humedades de suelo



**Anexo 27.** Semilla expuesta a causa de las altas precipitaciones



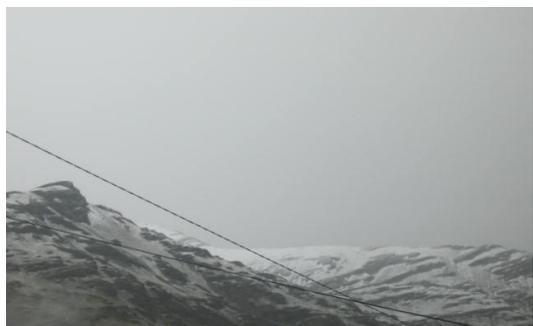
**Anexo 28.** Problemas en la fase de emergencia a causa de las lluvias



**Anexo 29.** Problemas en la fase de tuberización a causa de las lluvias



**Anexo 30.** Las bajas temperaturas un problema para la producción



**Anexo 31.** Perdida de cobertura foliar a causa de las nevadas



**Anexo 32.** Problemas de granizo, causaron daños en el cultivo de papa



**Anexo 33.** Problemas de heladas en el crecimiento y desarrollo de las plantas

**Anexo 34.** Heladas afectaron el desarrollo de las plantas



**Anexo 35.** Cosecha afectada por las heladas