

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE TRES ECOTIPOS DE PAPALISA
(*Ullucus tuberosus* Caldas.) BAJO TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN
LA LOCALIDAD DE QUILIMA, PROVINCIA CAMACHO, DEPARTAMENTO
DE LA PAZ**

Presentado por:

BENJAMÍN QUISPE TINTA.

La Paz - Bolivia

2012

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE TRES ECOTIPOS DE PAPALISA
(*Ullucus tuberosus* Caldas) BAJO TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA
LOCALIDAD DE QUILIMA, PROVINCIA. CAMACHO, DEPARTAMENTO
DE LA PAZ**

Tesis de Grado presentado como
requisito parcial para optar el
Titulo de Ingeniero Agrónomo

Presentado por:

BENJAMÍN QUISPE TINTA

TUTOR:

Ing. Agr. M.Sc. Cristóbal Riquelme M.

ASESOR (ES):

Ing. Agr. M.Sc. Félix Mamáni R.

Ing. Agr. M.Sc. Yakov Arteaga G.

Tribunal Examinador:

Ing. Agr. M.Sc. David Morales Velásquez

Ing. Agr. M.Sc. Félix Rojas Ponce

Ing. Agr. Rene Calatayud Valdez

APROBADO

Presidente tribunal Examinador.

La paz – Bolivia

2012

DEDICATORIA:

A Dios, por la salud y haber conocido a las
personas del lugar, con mucho respeto y
Cariño, A mi padre y madre:
Eleuterio Q. (†), Luisa T. Vda. De Q
Y al tío Lazarío Gamarra y Feliza F. de G.
Por la confianza y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro Creador, por el apoyo espiritual, me guió, el trabajo a realizar y me dio la esperanza de seguir adelante hasta la culminación del trabajo.

A mi querida madre Luisa Tinta, mi padre Eleuterio Quispe (†) por el apoyo moral y a los apreciados tíos Nazario Gamarra y Felisa Fernández Ex Jilaqata de la gestión 2009, e hijos. De la provincia Camacho, Quilima. Además puso a mi disposición su parcela para el trabajo experimental, tuvieron esa reciprocidad infinita.

Al estado a mi patria Bolivia, a docentes de la facultad de Agronomía, U.M.S.A por los conocimientos brindados en la formación profesional.

Al Ing. Agr. M.Sc. Cristóbal Riquelme M. Por su amistad, confianza y apoyo incondicional en la realización del trabajo investigativo.

Al Ing. M.Sc. Félix Mamáni R, Ing. M.Sc. Yakov Arteaga G, por su orientación y paciencia, durante el desarrollo del trabajo de tesis.

Al comité, tribunal revisor Ing. Agr. M.Sc. David Morales V., al Ing. Agr. M.Sc. Félix Rojas P., al Ing. Agr. Rene Calatayud V.; Por su orientación, colaboración y ampliación del trabajo investigativo.

A mis hermanos: Ricardo (†), Aleja, Primo por el apoyo moral íntegro. Y a los compañeros de estudio, Gumersindo, Rogelio, etc. y a todas las personas que de una u otra manera me brindaron su amistad.

ÍNDICE

Índice.....	i
Índice de Figuras.....	v
Índice de cuadros.....	vi
Índice de graficas.....	vii
Anexos.....	viii
Resumen.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	2
II. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo General.....	4
2.2. Objetivo Especifico.....	4
III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	5
3.1. Características del cultivo.....	5
3.1.1. Origen y distribución.....	5
3.1.2. Situación de la producción de la papalisa en Bolivia.....	5
3.1.3. Taxonomía.....	6
3.1.4. Nombres comunes.....	6
3.2. Características genéticas.....	7
3.3. Características Botánicas.....	7
3.3.1. Morfología vegetal.....	7
3.3.2. Sistema radicular.....	8
3.3.3. Hojas.....	8
3.3.4. Tallo.....	9
3.3.5. Biología floral de la papalisa.....	9
3.3.6. Forma y color del eje de la inflorescencia o raquis.....	10
3.3.7. Color de los sépalos y pétalos.....	10
3.3.8. Fruto – Semilla.....	10
3.3.9. Características de los Tubérculos de papalisa.....	11
3.3.10. Color de la pulpa de los tuberculos.....	12
3.4. Valor Nutricional.....	13
3.4.1. Usos tradicionales y Consumo de la papalisa.....	14
3.4.2. Mucílago de la papalisa.....	14
3.5. Requerimientos agroecológicos del cultivo de papalisa.....	14
3.5.1. Suelos y Altitud.....	14
3.5.2. Temperatura.....	15
3.5.3. Requerimiento de agua.....	15
3.5.4. Foto periodo.....	15
3.6. Variedades, cultivares o Ecotipos.....	16
3.7. Diversidad de cultivares locales.....	18
3.8. Calidad de la semilla tubérculo.....	19
3.9. Fases Fenológicas del cultivo de la papalisa.....	19
3.9.1. Fenología.....	19
3.9.2. Desarrollo fenológico.....	19
3.10. Plagas y Enfermedades.....	21

3.10.1. Plagas.....	21
3.10.2. Enfermedades.....	21
3.10.2.1. Roya en tubérculo de papalisa hongo (<i>Aecidium ulluci</i> J.).....	21
3.10.2.2. La Qaracha-Rhizoctoniasis hongo (<i>Rhizoctonia</i> sp.).....	22
3.10.2.3. Pudrición radicular o Mukuru hongo (<i>Fusarium</i> sp.).....	22
3.10.2.4. Nematodo (<i>Nacobbus averans</i>).....	22
3.11. Virus.....	22
3.11. Manejo Agronómico del cultivo de la papalisa.....	22
3.11.1. Elección del terreno y Preparación de Abono.....	22
3.11.2. Preparación del suelo.....	23
3.11.3. Reposo de la semilla para la siembra.....	23
3.11.4. Época de siembra.....	24
3.11.5. Densidad de siembra.....	24
3.11.6. Tamaño de tubérculo semilla.....	25
3.11.7. Siembra correcta.....	26
3.11.8. Metodologías de abonamiento en la siembra.....	26
3.11.9. Desinfección del suelo.....	27
3.11.10. Fertilización.....	27
3.11.10.1. Dosis de fertilización óptima.....	27
3.11.10.2. Momento óptimo de fertilización.....	28
3.12.1. Labores culturales.....	28
3.12.1.1. Primer deshierbe.....	28
3.12.1.2. Aporque o lampeo.....	28
3.12.1.3. Segundo deshierbe.....	29
3.13. Cosecha.....	29
3.14. Post cosecha.....	30
3.14.1. Número de tubérculos por planta.....	31
3.14.2. Selección de tuberculos de papalisa.....	31
3.14.3. Rendimiento.....	31
3.14.4. Empacado.....	33
3.14.5. Almacenamiento.....	33
3.14.6. Almacenamiento tradicional.....	33
3.14.7. Principales limitantes en la productividad de la papalisa.....	33
3.14.8. Potencialidades en la Productividad de la papalisa.....	34
3.14.9. Costos de Producción.....	34
3.15. Análisis Económico.....	35
3.15.1. Elementos de Tasa de Retorno Marginal (TRM).....	35
3.15.1.1. Presupuesto parcial.....	35
3.15.1.2. Rendimiento Ajustado.....	35
3.15.1.3. Análisis de dominancia.....	36
3.15.1.4. Curva de Beneficio Neto.....	36
3.15.1.5. Tasa de retorno marginal.....	37
3.16. Relación Beneficio Costo (B/C).....	37
IV. LOCALIZACIÓN.....	38
4.1. Ubicación Geográfica.....	38
4.1.2. Características Ecológicas.....	38
4.1.2.1.- Clima.....	38

4.1.2.2. Temperatura.....	38
4.1.2.3. La precipitación.....	39
4.1.2.4. Humedad relativa.....	39
4.1.2.5. Vientos.....	39
4.1.2.6. Sequías.....	40
4.1.2.7. Helada.....	40
4.1.2.8. Granizadas.....	40
4.2. Topografía.....	40
4.2.1. Fauna.....	41
4.2.2. Vegetación y Plantas Medicinales.....	41
4.2.3. Agricultura.....	41
4.3. Economía.....	42
4.3.1. Pesca.....	42
4.3.2. Ganadería.....	42
V. Materiales y Métodos.....	44
5.1. Material Vegetal.....	44
5.1.2. Q'illu ullucu (ecotipo amarilla).....	44
5.1.3. Q'illu ch'ixch'í (ecotipo jaspeado).....	45
5.1.4. Wila api ch'ismi (ecotipo rojo).....	45
5.2. Materiales de campo.....	45
5.2.1. Material de gabinete.....	45
5.2.2. Material de laboratorio.....	45
5.3. Metodología.....	46
5.3.1. Selección de tubérculo semilla en tamaño, peso y diámetro.....	46
5.3.2. Número de yemas o brotes antes de la siembra.....	47
5.3.3. Diseño Experimental.....	48
5.3.4. Modelo Lineal Aditivo.....	49
5.3.5. Factores de estudio	49
5.3.6. Tratamientos.....	49
5.3.7. Dimensiones del area experimental	49
5.3.8. Análisis Estadístico.....	50
5.4. Trabajo de campo.....	50
5.4.1. Preparación del terreno.....	50
5.4.1.1. Muestreo del suelo.....	50
5.4.1.2. Demarcación de las parcelas.....	50
5.4.1.3. Siembra y abonamiento.....	50
5.4.1.4. Delimitación de la parcela.....	51
5.4.1.5. Labores culturales.....	51
5.5. Variable respuesta.....	52
5.5.1. Variables fenológicas.....	52
5.5.1.1. Emergencia.....	52
5.5.1.2. Dias a la floración.....	52
5.5.1.3. Dias a la cosecha.....	52
5.5.2. Variables agronómicas.....	53
5.5.2.1. Altura de planta.....	53
5.5.2.2. Diámetro del tallo.....	53
5.5.2.3. Numero de tallos por planta.....	53

5.6. Variable comportamiento productivo de la papalisa.....	54
5.6.1. Número de tubérculos por planta.....	54
5.6.2. Peso del tubérculo por planta.....	54
5.6.3. Clasificación de tubérculos.....	54
5.6.4. Rendimiento del tubérculo de papalisa.....	54
5.7. Variables Económicas.....	55
5.7.1. Tasa de retorno Marginal.....	55
5.7.2. Relación Beneficio Costo.....	56
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
6.1. Condiciones Climáticas.....	57
6.1.1. Temperatura.....	57
6.1.2. Precipitación.....	58
6.2. Análisis físico químico del suelo.....	59
6.3. Variable respuesta fenológicas.....	61
6.3.1. Porcentaje de emergencia a 78 después de la siembra (DDS).....	61
6.3.2. Dias a la floración.....	63
6.3.3. Cosecha o madurez fisiológica.....	65
6.4. Variables Agronómicas.....	65
6.4.4. Altura de la planta de papalisa.....	65
6.4.5. Numero de tallos por planta.....	68
6.4.6. Diámetro del tallo.....	69
6.5. Variable del comportamiento productivo del cultivo de la papalisa.....	70
6.5.1. Numero de tuberculos por planta.....	70
6.5.1.1. Efecto de la interacción ecotipos y densidades de siembra en el promedio de número de tubérculos por planta.....	73
6.5.2. Peso de tubérculos por planta.....	75
6.5.2.1. Efecto de la interacción ecotipos y densidad de siembra en el peso promedio tubérculos por planta.....	76
6.5.3. Clasificación y peso de tubérculos por tamaño.....	78
6.5.3.1. Efecto de la interacción ecotipos y densidad en peso promedio en Tubérculo de tamaño grande.....	81
6.5.4. Rendimiento de cultivo de papalisa.....	83
6.5.4.1. Efecto de la interacción ecotipo y densidad en rendimiento de la papalisa.....	86
6.6. Variables Económicas.....	87
6.6.1. Curva de Beneficios netos.....	89
6.6.2. Tasa de Retorno marginal.....	89
6.6.3. Relación Beneficio Costo.....	90
VII. CONCLUSIONES.....	91
VIII. RECOMENDACIONES.....	93
BIBLIOGRAFÍA.....	94
ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº	Pág.
Figura 1. Formas de la lámina: ovada, cordada, deltoide, semi-reniforme.....	8
Figura 2. Flor de ulluco con pétalos, androceo y gineceo. Pétalos púrpura rojizos.....	9
Figura 3. Frutos o semilla de la papalisa.....	10
Figura 4. Variación en color, forma y tamaño de tubérculos de ulluco.....	11
Figura 5. Corte transversal del tubérculo de papalisa.....	12
Figura 6. Ecotipos de papalisa, amarilla, morada, jaspeado.....	16
Figura 7. Tubérculo semilla en estado de brotación apical.....	24
Figura 8. Herramientas utilizadas en las labores culturales.....	29
Figura 9. Localización del ensayo.....	43
Figura 10. Ecotipos de papalisa para el ensayo.....	44
Figura 11. Tubérculo de semilla seleccionada para la siembra.....	46
Figura 12. Diámetro de tubérculo semilla.....	47
Figura 13. Tubérculo semilla de tamaño mediano y número de yemas.....	48
Figura 14. Ecotipo amarillo en la fase final de la floración a 2211 DDS.....	64
Figura 15. Cosecha de los tres ecotipos de papalisa a 237 DDS.....	65
Figura 16. Altura de la planta de papalisa en su mayor cobertura foliar.....	67
Figura 17. Número de tubérculos por planta.....	72
Figura 18. Clasificación de tubérculos de papalisa en 4 categorías.....	80

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro Nº	Pág.
Cuadro 1 superficie cultivada de tuberculos andinos.....	5
Cuadro 2. Rendimientos promedio de los cultivos de oca, papalisa e isaño en distintos pisos altitudinales de la micro región Candelaria.	6
Cuadro 3. Variabilidad nutricional de los tuberculos andinos. Valores sobre materia seca y Contenido a aminoácidos (en mg) de aminoácidos por gramo de proteína.....	13
Cuadro 4. Selección te tubérculos de papalisa de acuerdo a su peso y tamaño.....	31
Cuadro 5. Peso, diámetro promedio de tubérculo semilla para la siembra.....	46
Cuadro 6. Peso, tamaño y numero de brotes promedio por tubérculo.....	48
Cuadro 7. Factores de estudio.....	49
Cuadro 8. Interacción ente FE (Ecotipos) y FD (Densidades de siembra),.....	49
Cuadro 9. Clasificación de tubérculos de acuerdo a su peso, tamaño y forma.....	54
Cuadro10. Análisis físico químico del suelo.....	59
Cuadro 11. Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia.....	62
Cuadro 12. Análisis de varianza de los dias ala floración a 211 DDS.....	63
Cuadro 13. ANVA de la altura de plantas	66
Cuadro 14. Análisis de varianza del número de tallos.....	68
Cuadro 15. Comparación de medias de Duncan para nº de tallos por planta.....	69
Cuadro 16. Análisis de varianza de diámetro del tallo a 211 DDS.....	69
Cuadro 17. Análisis de varianza de número de tuberculos por planta.....	70
Cuadro 18. Prueba de Duncan del número de tubérculos/ planta.....	71
Cuadro 19. Cuadro de efectos simples (Nº de tubérculos por densidad).....	73
Cuadro 20. ANVA de efectos simples para la interacción pesos por densidad.....	74
Cuadro 21. ANVA de peso de tubérculos por planta (Kg./planta).....	76
Cuadro 22. Prueba de Duncan del peso de tubérculos por planta a diferente densidad De siembra.....	76
Cuadro 23. Cuadro de efectos simples (peso promedio de tubérculos por densidad).....	76
Cuadro 24. ANVA de efectos simples para la interacción pesos por densidad.....	77
Cuadro 25. Clasificación de tubérculos de papalisa según tamaño por planta.....	78
Cuadro 26. ANVA de peso promedio según tamaño de tubérculos.....	80
Cuadro 27. Prueba de Duncan en peso promedio de tubérculos de tamaño grande..	81
Cuadro 28. Cuadro de efectos simples peso promedio de tamaño grande por densidad...	81
Cuadro 29. ANVA de efectos simples para la interacción peso de tubérculo de tamaño grande por densidad de siembra (R x D).....	82
Cuadro 30. ANVA de rendimiento de cultivo de papalisa (kg./ha).....	83
Cuadro 31. Prueba de Duncan para rendimiento en el cultivo de papalisa a diferente densidad de siembra.....	84
Cuadro 32. Cuadro de efectos simples rendimiento por densidad.....	86
Cuadro 33. ANVA de efectos simples para la interacción rendimiento por densidad...	86
Cuadro 34. Presupuesto parcial del cultivo de papalisa.....	88
Cuadro: 35. Análisis de Dominancia.....	88
Cuadro 36. Tasa de Retorno Marginal.....	89
Cuadro 37. Relación Beneficio Costo (R/BC).....	90

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica N°	Pág.
Gráfica 1. Variación de temperaturas máximas y mínimas (2009-2010).....	57
Gráfica 2. Variación de la precipitación Pluvial.....	58
Gráfica 3. Porcentajes de emergencia a los 78 DDS.....	62
Gráfica 4. Altura de plantas de los tres ecotipos de papalisa a diferentes densidades . . de siembra a 237 días después de la siembra (DDS).....	66
Gráfica 5. Promedio de número de tallos por planta.....	69
Gráfica 6. Diámetro del tallo en ecotipos de papalisa (cm.) a 223 DDS.....	70
Gráfica 7. Número de tubérculos por planta diferentes densidades de siembra.....	72
Gráfica 8. Análisis de efectos simples entre pesos por densidad de siembra.....	74
Gráfica 9. Peso de tubérculos por planta (Kg.) a diferentes densidades de siembra..	75
Gráfica 10. Análisis de efectos simples entre pesos por densidad de siembra.....	77
Gráfica 11. Peso de los tubérculos según tamaño por planta.....	79
Gráfica 12. Análisis de efectos simples entre densidad por peso de tubérculos de tamaño grande.....	82
Gráfica 13. Rendimiento de ecotipos de papalisa (Kg./ha).....	85
Gráfica 14. Análisis de efectos simples entre densidad de siembra por rendimiento...	87
Gráfica 15. Curva de Beneficios Netos.....	89

ANEXOS

Anexo N°	Pág.
Anexo 1. Composición química de tubérculos andinos.....	103
Anexo 2. Fases fenológicas de la papalisa.....	103
Anexo 3. La Roya amarilla y Roya deformante.....	104
Anexo 4. Almacenamiento en la vivienda y almacenamiento tipo phinas.....	105
Anexo 5. Datos de temperatura máxima y mínima media (°C).....	106
Anexo 6. Datos de precipitación total (mm.).....	106
Anexo 7. Croquis experimental.....	107
Anexo 8. Cálculos Cantidad de tubérculos semillas a sembrar.....	108
Anexo 9. Análisis Físico- Químico de suelos (IBTEN).....	110
Anexo 10. Tablas para la interpretación Análisis Físico- Químico de suelos.....	111
Anexo 11. Rendimiento (Kg./ha) por tratamiento.....	112
Anexo 12. Costos de producción.....	113
Anexo 13. Datos promedios de campo (a partir de la cosecha).....	114
Anexo 14. Imágenes del las actividades realizadas.....	115

RESUMEN

La papalisa (*Ullucus tuberosus* Caldas.) es uno de los cultivos alternativos de importancia en Bolivia, se cuenta con una gran variabilidad genética de estos tubérculos, considerados actualmente de alta calidad alimenticia y medicinal que constituye una opción de consumo preferentemente en épocas frías y a la vez contribuye a la diversidad de tuberculos andinos y a la seguridad alimentaria de las familias rurales.

El trabajo de investigación se realizó en el Altiplano Norte en la localidad de Quilima perteneciente al municipio de Carabuco tercera sección de la provincia E. Camacho, departamento de La Paz, Bolivia; entre el periodo agrícola desde el mes agosto de 2009 a junio de 2010, geográficamente está situado entre los paralelos 15°51'0.9" de Latitud Sur y 68°59.05'61" de latitud Oeste a una altitud de 4,038 m.s.n.m.

El bajo rendimiento, se atribuye debido a la densidad no adecuada, el uso de semilla de mala calidad, entre otros, se propone la alternativa de optimizar el rendimiento, bajo diferentes densidades de siembra y manejo del cultivo.

El ensayo contempla la aplicación de diferentes distancias de siembra (entre surcos y entre plantas), para mejorar el rendimiento y el comportamiento productivos de los mismos, para ello se utilizaron tres ecotipos de papalisa adquiridos de las ferias locales del lugar, Ecotipo; rojo (Wila api "*ch'ismi ulluku*"), amarillo (*Q'illu ulluku*), Jaspeado (*Q'illu ch'ixch'i ulluku*).

El area de ensayo fue establecido bajo un diseño de bloques al azar distribuidas en parcelas divididas en tres bloques y tres tratamientos, donde las parcelas principales fueron establecidas por ecotipos de papalisa y en las sub parcelas las diferentes distancias de siembra, obteniéndose 9 tratamientos con 27 unidades experimentales.

Fueron evaluadas, las variables fenológicas (porcentaje de emergencia, días a la floración, días a la cosecha), las variables agronómicas (la altura de la planta,

diámetro del tallo, número de tallos, rendimiento del tubérculo, clasificación de tubérculos por tamaño y peso, número de tubérculos por planta) y las variables de análisis económico parcial.

Las condiciones climáticas durante el ciclo vegetativo de la papalisa en el área de estudio, influyó el factor climático, la sequía, mayor radiación solar, cambios bruscos de temperatura, precipitación en periodos cortos causando inundaciones, atribuidos a los cambios climáticos. La papalisa está adaptada a condiciones adversas del altiplano, resistió en tres ocasiones al granizo, por su rebrote foliar, y la presencia de mucílago como medio de defensa ante los fenómenos se recuperó el cultivo. Factores que retrasaron el periodo de cosecha.

Los ecotipos de papalisa amarillo, jaspeado, rojo no presentaron diferencias significativas en las variables de porcentaje de emergencia (80-90%), días a la floración (156 a 211 DDS), altura de la planta (15-18 cm.) y estadísticamente significativos para diferentes densidades de siembra, el peso promedio de tubérculos por planta (0.42 kg/planta), el número de tubérculos por planta fue de 85 a 95.

La densidad de siembra entre plantas y entre surcos adecuada para el lugar fue la densidad D1 (0.5-0.3 m), con 1 tubérculo semilla por golpe, con diámetro promedio entre 2.4 a 3 cm. de tamaño mediano a pequeño, con un peso aproximado de 15-19 gr. Se observó que con la adecuada densidad de siembra, calidad, tamaño y número, tubérculo semilla por golpe, se optimizan los rendimientos. En función al trabajo de campo el rendimiento fue de 10.123 tn/ha. Lo cual se considera satisfactorio, pese a los factores climáticos adversos.

Los ecotipos más preferidos en la zona local y alrededores son el ecotipo amarillo y jaspeado, no así el ecotipo rojo, por su apariencia fuerte color rojo al cocimiento, en las ferias del Alto (16 de julio, Alto Lima), son preferidos por las personas mayores.

De acuerdo al análisis económico realizado, la distancia de siembra D1 (0.5-0.3 m) tuvo un beneficio costo de Bs.1.75 y para densidad de siembra D2 (0.7-0.5 m)

presenta una RB/C de Bs. 1.59 que es rentable; en cuando a la densidad D3 (1-0.8 m) la RB/C es de Bs. 0.5 no es rentable por el alto costo de producción.

JUK'APTAYATA AYMAR ARUNA

Ulluku (*Ullucus tuberosus* Caldas) yapuchañax mä uñtawi wali askiwa Bolivia markasanja, utjiwa kumaimäni (mayja mayja) jakawini saminakani, achunakapax manq`thasithaja wali janchiru chamachiriniwa, ukamarusa jichurunakanja amuykipatajiwa q`ullasiñathaki askitapa, Ukampirusa wali wakiskiriwa manq`asiñax thaya (ch`uch`u) pachanakana janchirux junthupthayiwa, askirakiwa suni patan may juyra uachunak utjañapa.

Aka yatxatawija irnaqañaja luraswayiwa suni amstana q`aisa Quilima thuqina municipio Carabucu kinsir suyu E. Camacho qullasuyu, Wuliwia markana; Ilumpaqa phaxina pä huaranka llätunka llätunkani marata (2009) marat`aqa phaxikama pä huaranka tunkani (2010) marakama, aka uraqija jipqathasiwa paralelos 15°51'0.9" de Latitud Sur (aynacha) ukamaraki 68°59.05'61" de latitud Oeste (inti jalanta) mä alayrama quntu patan 4,038 tupu Lamar qutata (m.s.n.m.).

Juka achuwija uchjiwa jan wali sali jathanaka apnaktanja yapuchañataki, mä yanthawi amuythawija jilpacha achuñapatakija, mayx tayañau wakisi jayaru jaq`aru satañataki iluntaña, uñakipañaw kawkirinsx sum achu yapuchan tukita.

yanthawija amuythatawa mayja mayja sataña jayaru jakaru iluntaña walspacha achuyañataki ukamaraki uñjañataki kunjamas achunakapax, ukatakija apnaqasiwa kimsa kastx ullukunakaja alatawa uka pachpa jakanqir qhatunakata, aknir ullukunaka; wila api (chupika) uñthatarakiwa ch`ismi ulluku, qillu ulluku, qillu ch`ixchi ulluku.

Aka amuythawi yatjathawija utnuqatawa bloques al azar wakthayatawa kimsa jalja thaq`a qallpañana (parcelas divididas), jacha qallpanja kimsa kasta ullukunakaw ukanki, jisq`a q`allpanja utthayatawa kimsa kart ilunthawi, utjiwa llätunka llätunkani lurawini ukamaraki pätunka páqallqu yantawini.

Uñakipatawa kawkirinakanx jilantukiru achukañapatakija mäki sartayi (Q'awqas jilsunini hilunthawitja, q'awquruns pankarani, kawquruns llamayutajaspä), ukamaraki jilsutaji ukjax (kaukchas alayaru jili, qawqa yuraqha tunupanis sapa alinx, qawqasa achu, palljatawa jacha tantiyu jisqanaka, tupu yaraqä qawqa qulunisa sapa alinja, ukamaraki yatjatataniwa q'auqa quklkis aptata lurawitakija.

Ulluku achuñäpatakija, pachaja turcakupxthatajiwa mayxti, mächa, sintirakiwa willkana lukthawipaja q'athintasi, ukamarus chüchünti, mä juka pachanja wal jallunti ukaja uraqi jukuptyai jitiyi. Uka pacha turkawiruja maijtawinakaparuja ullukuja jatinuptyatawa suni patan achuri (jakasiri) laphinakapax mäkiwa kutitati machakat jilsuni, kimsa kutiw saykatawayi chijñi ch'ixch'iru, aka jan walthawinakaja qhipt'ayiwä llamayü urasaru.

Ullukunak tukija q'illu, ch'ixchi, wila ch'ismi janiw ancha mayjtawinakaja utsjawaykiti jilsuwinakapana (80-90%), panqarañ qalltiwa 156 urutja 211 pachakama, amstaru jiltawipaja 15 – 18 cm, utxjawayiwä mayxthawinaka jakaru jayaru iluntataja uñakipatawa q'awkasa achunakapax (qhulu) sapa airuna chikañampi tuputaja utjiwa 0.42 kg/planta, achunakapax sapa airunja utjiwa 85 a 95 qhulunaka jakhthapitaja.

Jayaru jakaruja iluntataja wakiskirija ukaujatakija, jakjaru iluntatawa askija D1 (0.5-0.3 m), sukaruja mä sapa ulluk uskutawa, tuptyatawa 2.4 -3 cm jiskpachata tantiyu kama chikanam tuptyataja puriwa 15-19 gr, lurasiwäyiwä ajllita ukchapurkama, sumakamäki, sukarux kauqas uskutaspä, uqamat yatinätaki achuwiktukita, achunakax jiljathañäpataki. Irnaqawi thuqinxä achuwipaja apt'atawa 10.123 tn/ha. Wakiskiriwa, pachan mayxtawinakaparus saykatawayiwä.

Wali munata (q'ayachata) suyu tuq'inja aknir ullukunawa q'illu ulluku, ch'ixchi ulluku, wila api ch'ismi aknir ullukja janiw ancha munapkiti phayataja chupika saminiw tukun yati, qhatunakaru apataja akä Alto Lima, 16 de julio jilir tatanakata wali munapji phayataja niyas kamutikaspa ukamaw q'at'in yati.

Yatjatawinja qullqi tuqitja jakpacharu hiluntataja D1 (0.5-0.3 m) akniri yanthawija wali aski beneficio costo ukji Bs. 1.75 ukamaraki turpa jaypacharu hiluntataja D2 (0.7-0.5 m) beneficio costo ukjiwa Bs. 1.59 q'ullki tuqitx utjiwa kuthayawi, jaipacharu hiluntataja D3 (1-0.8 m) janiw

ancha askikiti kunattija Beneficio costo Bs. 0.5 jilpachaw q'ulqix iratata yapuchañataki (chha qhantäwi utji).

I. INTRODUCCIÓN

La papalisa (*Ullucus tuberosus* Caldas.) es uno de los cultivos alternativos de importancia en Bolivia, considerados actualmente de alta calidad alimenticia, energético y medicinal que constituye una opción de consumo preferente para “épocas frías”, a la vez contribuye a la diversidad de tubérculos andinos¹, de las familias rurales, adaptados a alturas variables entre 3.000 - 4.000 m.s.n.m.

El crecimiento demográfico poblacional progresivo y sumado a esto el cambio climático, los requerimientos de alimentación se aumentan no se cubre las demandas de alimentación y a la vez afecta la seguridad alimentaría.

La papalisa es uno de los cultivos de amplia adaptación a las condiciones adversas agro ecológicas variables del altiplano (seguía, helada, granizada, viento, frió), se recupera por su rebrote foliar rápido y a la vez por el contenido de mucílago que tiene es un medio de defensa ante estos fenómenos adversos, generalmente es sustituido por otros cultivos rentables, por variedades comerciales de papa, quinua, favoreciendo así al monocultivo que tiene efectos negativos para la biodiversidad de los sistemas de producción. Además los tubérculos andinos con excepción de la papa, son menos difundidos y es un potencial para ser cultivado y transformación en productos procesados.

En Bolivia el cultivo de la papalisa ocupa generalmente el tercer lugar (papa, oca, papalisa, isaño), son cultivadas en pequeñas áreas bajo sistemas de producción tradicionales. El cultivo de la papalisa es imprescindible para asegurar la diversificación alimentaría de las familias que viven en mayor dificultad agrícola.

El problema que afecta a la producción de papalisa, es el uso de tubérculo semilla de mala calidad permanentemente por periodos sucesivos, que reducen los rendimientos del cultivo, de la misma manera la fertilidad residual dejada del anterior cultivo no es suficiente para la nutrición del cultivo. Para mejorar el rendimiento se

¹ Los tubérculos andinos, más representativos son la papalisa (*Ullucus tuberosum* C), la oca (*Oxalis tuberosa*), isaño (*Tropailum tuberosum*), la papa (*Solanum tuberosum*).

necesita de trabajos de investigación base, la información (lo investigado) no se difunde, a provincias alejadas de Bolivia.

La densidad² de siembra (distancias entre surcos y entre plantas) es un factor de mucha importancia que determina el rendimiento y la calidad del tubérculo, la densidad optima permite mayor aprovechamiento del agua y nutrientes del suelo.

La distancia entre surcos varia de acuerdo a la textura del suelo, es mayor en suelos pesados y menor en suelos ligeros, en cuando a la siembra es mejor un tubérculo por golpe, con un peso promedio seleccionado (14 - 19 gr.). Las siembras locales es según el pulso del agricultor (hiluri), generalmente es de 0.5-0.6, 0.12-0.2 m entre surcos y entre plantas, colocando de 3 a 5 tubérculo semillas por golpe de tamaño pequeño con un peso promedio de 2.5 gr, implica el uso de mayor cantidad de tubérculo semilla, en la cosecha se tiene de 25 a 45 tuberculos por planta en promedio, en su mayoría de tamaño pequeño y muy pequeño con algunos tuberculos medianos con rendimiento promedio de 2.5 - 4 tn/ha.

La actual situación de la Agricultura en Bolivia, necesita técnicas de manejo adecuado del cultivo a menor costo de producción para optimizar los rendimientos.

1.1. Antecedentes

En las condiciones del altiplano Bolivia los niveles de productividad de los cultivos andinos varían cada año, con diferentes rendimientos. Están relacionados a las condiciones de suelos agrícolas, del manejo agronómico, factores climáticos, de la cantidad y distribución de lluvias, la presencia e intensidad de heladas y granizadas.

En la provincia Camacho, Quilima (La Paz), los tubérculos andinos generalmente son cultivados en asociación a otros cultivos en pequeñas superficies, razón por la cual no se puede estimar la superficie real cultivada por tanto no se tiene mayor información y además esta zona es considerada un microcentro de biodiversidad de

² La densidad de siembra es el número de plantas por hectárea a establecer en el terreno

tubérculos andinos, las prácticas agrícolas deben estar adecuadas a características de los diferentes pisos ecológicos, según la densidad de siembra.

Entre los Factores limitantes se presenta la falta de mano de obra, falta de agua, heladas, falta de semilla de calidad (certificada), largo ciclo del cultivo, falta de tecnologías adecuadas, perecibilidad rápida del tubérculo, migración y otros.

Los factores a favor de la producción, actualmente existe mayor demanda de papalisa en las diferentes ferias de Bolivia, no cubre las demandas, poco a poco se esta revalorizando y el precio de la papalisa se incremento a partir del año 2010, que ya no se ve mucho en las ferias locales se esta comercializando fuera de nuestro país, por sus propiedades nutricionales y medicinales.

En Bolivia, el consumo de papalisa es reducido, por la falta de información de sus bondades alimenticias y promoción en mercados y ferias de la ciudad. Actualmente los cultivos andinos están reemplazándose por alimentos instantáneos y procesados.

El trabajo experimental esta orientado al comportamiento productivo del cultivo de la papalisa con la aplicación densidades de siembra (distancias entre surcos y entre plantas), adecuadas para el cultivo local de los ecotipos de papalisa, amarillo, jaspeado, rojo. Adquiridos de las ferias locales del lugar. El area de experimentación no cuenta con sistema de riego, la producción esta centrada a la época de de lluvias.

El problema que mas afecta a la producción y conservación de papalisa es el empleo continuo en campañas sucesivas de tubérculo semilla de mala calidad, sin seleccionar el tamaño adecuado para la siembra generalmente de tamaño pequeño, lo cual reduce los rendimientos considerablemente, lo cual predispone la baja producción del cultivo de papalisa, por esta razón se vio la necesidad de la realización de un ensayo experimental que genere de alguna manera respuestas sobre el comportamiento productivo del cultivo con énfasis en el rendimiento a diferentes distancias de siembra y la aplicación de semilla local seleccionada y dar una alternativa de referencia en beneficio del agricultor.

El rendimiento de un cultivo es una variable de gran importancia, ya que influye directamente sobre la rentabilidad, lo cual es afectado por un gran número de factores y entre ellos la densidad de siembra, calidad de la semilla, la fertilización adecuada, factores climáticos, etc.

1.1.2 OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

- Evaluar el comportamiento productivo de tres Ecotipos de papalisa (*Ullucus tuberosus* Caldas.) bajo tres densidades de siembra, en la localidad de Quilima, provincia Camacho, Departamento de La Paz

1.1.4. Objetivo Especifico

- Determinar el comportamiento productivo de tres Ecotipos de papalisa, en la Localidad de Quilima, provincia Camacho.
- Evaluar en tres densidades de siembra el comportamiento productivo de la papalisa.
- Evaluar la interacción del comportamiento productivo de la papalisa, de tres Ecotipos bajo tres densidades de Siembra.
- Análisis económico parcial.

III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

3.1. Características del cultivo de papalisa

3.1.1. Origen y distribución

La papalisa, es una planta endémica de los Andes. De origen muy antiguo. Sin embargo no se conoce la región exacta de su domesticación.

King y Gershoff (1986), menciona a Flannery, quien en el año 1973 afirma que el melloco, está entre las plantas domesticadas durante la época prehispánica en los Andes, alrededor del 5.500 A.C., además cita a Yacorleff y Herrera quienes en 1934 encontraron ilustraciones con representaciones policromas de cultivos andinos entre ellos la papalisa en vasijas ceremoniales (cultura Wari). Según las consideraciones se afirma que la Zona Andina es el lugar de origen de la papalisa, entre Perú, Bolivia, y norte de Argentina. (Tapia, 1990).

3.1.2. Situación de la producción de la papalisa en Bolivia

En Bolivia, la papalisa se cultiva en siete de los nueve departamentos (Chuquisaca, La Paz, Cochabamba, Oruro, Potosí, Tarija y Santa Cruz), de acuerdo a datos disponibles (INE.1999), la mayor superficie cultivada y la producción promedio se encuentra en Cochabamba y Chuquisaca.

Cuadro: 1 superficie cultivada de tuberculos andinos

descripción	unidad	papa	papalisa	oca
Superficie	Has	131,787	3.284	13.564
Rendimiento	Kg/Ha	4.481	3.526	2.932
Producción	TM	390.530	11.581	39.769
Departamento	>25.000has	L P, PT		
	>10.000has	Cbba, Chq.		
	<5.000has		Cbba	LP, PT, Cbba
			Chuquisaca	Chuquisaca

Fuente: PROINPA (...), J. Franco P. & G. Main

INE (1999), a nivel nacional la superficie total cultivada con papalisa es de 3166 hectáreas y la producción total 10.404 TM. En el mismo período los rendimientos promedio llegaron a 2892 kg/ha siendo los más bajos de la región andina. Los

departamentos donde la papalisa rinde más, esta en Cochabamba (3825 kg/ha), Santa Cruz (3637 kg/ha), Tarija (3084 kg/ha) y La Paz (2816 kg/ha).

PROINPA (2003), En Cochabamba las zonas de Colomi-Sacaba (Sapacani), L. Mendoza-Totora y Morochata, durante la campaña agrícola 1993-94, se obtuvo rendimientos promedios a nivel de parcelas de agricultores de 28 tn/ha en la oca, 18 tn/ha en la papalisa y 35 tn/ha en el isaño, demostrando con ello que tienen un alto potencial productivo en relación a la papa en condiciones adecuadas para su cultivo.

Cuadro 2. Rendimientos promedio de los cultivos de oca, papalisa e isaño en distintos pisos Altitudinales de la micro región Candelaria.

cultivo	Pisos altitudinales promedio (Campaña 95-96)									
	Bajo 3270-3530		Ladera 3310-3530		Transición 3530-3600		Alto 3600-4200		Prom. gral.	
	s/p	tn/ha	s/p	tn/ha	s/p	tn/ha	s/p	tn/ha	s/p	tn/ha
Oca	1:19	16.6	1:20	17.4	1:13	11.3	-	-	1:17.3	15.1
papalisa	1:17	16.7	1:18	17.7	1:19	18.6	-	-	1:18	17.7
isaño	1:20	15.3	1:21	16	1:21	16	-	-	1:20.7	15.8

Fuente: Salazar, 2000 y PROINPA, 2003.

*s/p.: La relación semilla/producto se define como la cantidad de producto cosechado en cargas, por cada carga de semilla sembrada.

3.1.3. Taxonomía

Clase:	Dicotiledónea
Orden:	Centrospermas
Familia	Basillaceae
Género	<i>Ullucus</i>
Especie	<i>Ullucus tuberosus</i> Caldas
N. común	Papalisa, Ulluco, melluco, Ruba, Etc.

Fuente: Clasificación sistemática de la papalisa (Cronquist, A. 1981).

3.1.4. Nombres comunes:

Los tubérculos de papalisa se conocen con diferentes nombres de acuerdo al país y ubicación del cultivo: en Venezuela como *miguri*, *micuchi*, *rubas*, *timbo*, *tiquillo*; en Colombia es conocido como, *chigua*, *hubas*, *melluco*; en Ecuador como *melloco*, *ullucu*; en Perú se conoce como *ulluco*, *lisa*; en Argentina como, *ulluma*, en Bolivia conocido como *papalisa*, en idioma aymará *ulluma*, *illaku*, *ulluku*; en quechua como *ulluku*, *ullus*; (Acosta-Solís, 1980 y Arbizu *et al.* 2004).

3.2. Características Genéticas

Según el atlas de cromosomas de Darlington, la papalisa andina tiene $2n = 36$ cromosomas; según el Bureau of Plant Breeding de Cambridge, Inglaterra, la papalisa de Cochabamba (Bolivia), y de Puno (Perú), las formas cultivadas son generalmente diploides tiene $2n=24$ cromosomas, y las del Ecuador y Colombia, se han encontrado papalisas triploides $2n= 3x = 36$ cromosomas, siendo el mismo número somático de $x = 12$. (Acosta-Solís, 1980 cit. en Barrera *et al.*, 2004 y Arbizu, 2004).

Lo cual explica la poliploidía de la papalisa de Ecuador y Colombia son normalmente de tuberculos grandes que los de Perú y Bolivia. Son taxonómicamente diferentes, tienen el mismo número somático.

La FAO (1992), indica que no se conoce el papel de la hibridación, introgresión y mutación en la papalisa estos deben haber actuado junto con la presión de selección natural y antropocó para propiciar la distribución y adaptación de la planta a todo tipo de clima y suelos de los Andes.

3.3. Características Botánicas

3.3.1. Morfología vegetal

La papalisa morfológicamente es una planta herbácea anual, compacta de 20 a 30 hasta 60 cm. de altura formando de 3 a 6 tallos carnosos a veces rastreros, de hojas gruesas que forman el follaje, generalmente de un color verde intenso, de consistencia suculenta viscosa; se adaptan a terrenos entre los 2000 – 3800 m.s.n.m o mayores, están asociados a otros cultivos (Tapia, 1993).

Las características botánicas, es para clasificar tubérculos según su tamaño, color predominante de la piel, color de la pulpa, formas generales del tubérculo, número y profundidad de ojos, posición del tallo, forma de laminas de hojas, viabilidad y esterilidad, número de tallos aéreos, Tipo de crecimiento de la planta, contenido de mucílago en el tubérculo (Lescano, 1994).

3.3.2. Sistema radicular

El sistema radicular es tipo fibroso pivotante abundante (parecido a cabellera)

3.3.3. Hojas

Las hojas son simples y alternas de ápice puntiagudas, redondeados, pecioladas de láminas gruesas suculentas y mucilaginosos, presentan diferentes formas ovada (cultivar rosado de tuberculos redondos, pulpa blanco amarillento), cordada (en la mayoría de los cultivares), deltoides (cultivar lisas verde de Cusco) (figura1), acorazonada o cordiformes y semi-reniformes cultivar rojo (Puno), tubérculos púrpura rojizo de pulpa amarillo , de color variable según el cultivar, verde oscuro en el haz y más claro púrpura en el envés a veces pigmentado. Con el pecíolo de 2.5 a 7.5 cm, de longitud y lamina de 2.5 -7.5 x 5 cm. (Arbizu, 2004; López y Herman, 2004).

Arbizu (2004), señala que la forma de las hojas puede ayudar a identificar cultivares, no se modifican por la influencia de factores bióticos o abióticos.



Fuente: López y Herman (eds.), 2004;



Trabajo experimental, Quilima 2009-2010.

Figura 1. Formas de la lámina (Izq. a Der.): ovada, cordada, deltoide, semi-reniforme.

López y Herman (eds.) (2004), las hojas más pequeñas varían de 2.6 a 3.6 cm de longitud por 3.0 a 4.1 cm. de ancho, y las más grandes de 6.4 a 7.8 cm de longitud por 6.5 a 7.6 cm. de ancho. El Color del follaje presenta tres colores de fácil identificación en el campo de verde amarillento claro, verde amarillento, y verde amarillento oscuro (presentan pocos cultivares)

3.3.4. Tallo:

Los tallos de la papalisa son como suculentos y angulosos de 30-60 cm. de alto, en condiciones de altiplano de Bolivia no se han encontrado tallos mayores a 30 cm. Salen de tres a seis tallos aéreos de coloración verde oscuro a rojizo, con hábitos de crecimiento erecto, rastrero y semi-rastrero, en algunos cultivares hay alargamiento del tallo en la fase de floración (Cárdenas, 1989).

Los entrenudos en el tallo son de longitud muy variada, los más pequeños de 0.8 a 1.3 cm., los más grandes de 3.9 a 5.8 cm. (López y Hermann, 2004).

3.3.5. Biología floral de la papalisa

Tapia (1990), la papalisa presenta inflorescencias axilares en espiga que emergen de la división de los tallos aéreos, son hermafroditas y muy pequeñas con numerosas flores (en racimos espiciformes), con cáliz simple que tienen forma de estrella, varían de amarillo, verde amarillo a rojizo y se componen de un perigonio de 5 sépalos, 5 estambres (existe un estambre pequeño y al centro de la flor sobresale un ovario súpero ovoide unilocular tiene dos sépalos globoso de color rosa o de color amarillo claro o pigmentado púrpura que termina en un estigma redondeado) están opuestos a los tépalos con pistilo (corto con un involucro formado de dos lóbulos sub.



A

Fuente: (López y Hermann (eds.). 2004).



B

Fuente: trabajo experimental Prov. Camacho, Quilima

Figura: 2. **A.** Flor de ulluco con pétalos, androceo y gineceo. Pétalos púrpura rojizos
B. Fase de plena floración del cultivo de papalisa (ecotipo amarillo)

orbiculares, agudos y unidos en su base al perianto) de estigma obtuso y bifido. Las flores miden 5-8 mm de diámetro (León, 1984; Arbizu, 2004 y Barrera *et al.*, 2004).

3.3.6. Forma y color del eje de la inflorescencia o raquis

La papalisa presenta variación en el eje de la inflorescencia, el mismo que puede ser recto, o en zig-zag, de color verde-amarillento claro (mayormente), verde-amarillento con púrpura-rojizo y púrpura-rojizo (López y Hermann, 2004).

3.3.7. Color de los sépalos y pétalos

El color de los pétalos varía de verde-amarillento a púrpura-rojizo claro en la mayoría de los cultivares, pocas veces verde-amarillento con ápice y bordes púrpura-rojizo y púrpura-rojizo con fondo amarillo naranja (López y Herman, 2004).

3.3.8. Fruto – Semilla

La papalisa rara vez forma fruto y se forma el fruto es un aquenio de forma piramidal



Fuente: López y Hermann⁴, 2004.

Figura: 3. Frutos o semilla de la papalisa

invertida de ángulos prominentes de superficie rugosa, amarillo, el pericarpio es morado y envuelve una sola semilla (León, 1984 y Tapia. M, ...).

⁴ <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/biblio.htm#136>

Los ecotipos de papalisa desarrollan abundantes flores, rara vez producen semillas; las razones de esto se desconocen (IPGRI/CIP, 2003 y Arbizu, 2004).

El fruto del melloco es un fruto seco e indehiscente con una sola semilla, no es una baya como el caso de las otras Basellaceas, con los carpelos adheridos a la semilla (exocarpo). De forma ovalada y cilíndrica con una longitud de 2 – 2.5 mm, diámetro de 2.5 mm, peso de 1,5 a 2 mg, al madurar el exocarpo del fruto se endurece y cambia de coloración a rojizo-marrón (Pietila *et al.*, 1991; Cruz y Hermann, 1991).

Pietila y Tapia (1991), mencionan abundante formación de frutos en plantas de ulluco, producidas en Finlandia, ello contradice la opinión general de que muy rara vez se producen semillas.

3.3.9. Características de los Tubérculos de papalisa

El color de los tubérculos presenta una gran variación. De acuerdo a los descriptores estándar, existen 12 estados que van desde el blanco amarillento hasta el púrpura rojizo, pasando por una gran gama de colores intermedios como el verde amarillento (IPGRI/CIP, 2003).



Fuente: cultivo de papalisa local, Quilima.

Figura: 4. Variación en color, forma y tamaño de tubérculos de ulluco

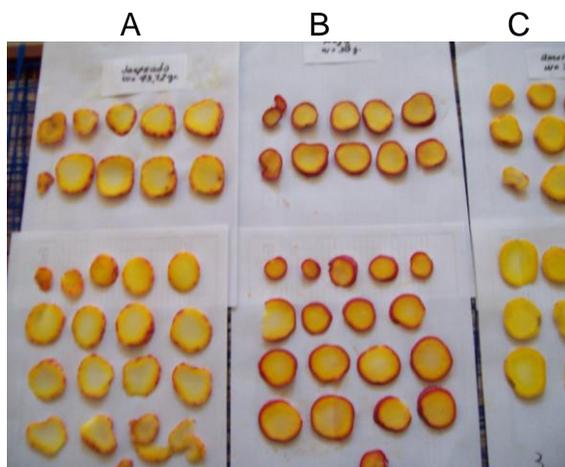
La enorme variación en el color de los tubérculos de papalisa es atribuida a mutaciones de yema originadas posiblemente de quimeras periclinales (Rea, 1997).

El color de la superficie de los tubérculos es muy sensible a la luz, una vez que cambian de color, ya no son aptos para el consumo. El tubérculo⁵ tiene una cáscara delgada y suave, su forma varía de esférica, claviforme elipsoidal, cilíndrica, falcada. Fusiforme apical, desde pequeños a tamaño de la papa. Posee atractivos y variables colores como el blanco, amarillo, rojo, jaspeado (figura 4), rosado, anaranjado, violeta o morado, de diferentes tonalidades de rojo púrpuras, que brillan debido a la capa de cera que lo recubre, las yemas son muy superficiales y sin brácteas (Vimos, 1987; Cárdenas, 1989 y Tapia, 1993).

Del alargamiento del tallo brotan estolones de la parte aérea del tallo, se transforman pronto en tubérculos, sostenidos por pedicelos muy finos, se dirigen hacia abajo, hasta alcanzar el suelo, estos tubérculos se forman hacia el final del período de crecimiento y no logran su madures fisiológica (León, 1984 y Tapia, ...).

3.3.10. Color de la pulpa de los tubérculos

En un corte transversal del tubérculo de ulluco se distinguen claramente la zona cortical, presenta colores variados desde, el amarillo, verde-amarillento y blanco-amarillento son los más frecuentes y el cilindro central (López y Hermann (eds.), 2004).



Fuente: Trabajo experimental Prov. Camacho, Quilima

A: Ecotipo jaspeado B: Ecotipo rojo C: Ecotipo amarillo

Figura: 5. Corte transversal del tubérculo de papalisa

⁵ <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/biblio.htm#9>

3.4. Valor Nutricional

Morales (1998), indica que el potencial nutrido del Ulluco esta basado principalmente en su alto contenido de proteína, es una fuente de aminoácidos con excepción de valina y el triptofano (Cuadro 3).

Lescano⁶ (1994), el tubérculo de papalisa contiene importantes cantidades de proteínas (10.8–15.7%), son fuente de seis aminoácidos de los ocho aminoácidos esenciales en la dieta (lisina, triptófano, valina, isoleucina, leucina y treonina).

La papalisa es una fuente de carbohidratos, los tubérculos frescos contienen 85 % de humedad, 14 % de almidón y azúcares, entre 1 – 2 % de proteínas, alto contenido de vitamina C (23 mg/100 gr), (Barrera *et al.*, 2004).

Cuadro: 3. Variabilidad nutricional de los tuberculos andinos. Valores sobre materia seca y Contenido a aminoácidos expresados en mg de aminoácidos por gramo de proteína.

% de componentes	oca		olluco		isaño		aminoácidos	Oca	ulluco	isaño
	Mínima	máxima	mínima	máxima	Mínima	máxima	lisina			
proteína	3.0	8.4	10.8	15.7	6.9	15.7	Trionina	48.0	58.0	38.0
Carbohidratos	83.0	88.8	73.5	81.1	79.7	79.7	valina	26.5	46.0	23.0
Grasa	0.5	0.6	0.1	1.4	1.4	1.4	Isoleucina	35.0	37.0	35.1
Cenizas	1.9	3.5	2.8	4.0	6.5	6.5	Leucina	41.0	41.0	31.0
Fibra Cruda	4.0	5.1	3.6	5.0	8.6	8.6	Tirosina	49.0	56.5	41.5
Humedad	80.23	84.6	86.0	86.3	92.4	92.4	Triptofano	59.5	62.5	25.5
calorías	368.7	374.0	377.0	381.0	342.0	350.0	cistina	9.1	6.7	5.0
								30.5	29.5	13.5

Fuente: (Morales, 1998)

En papalisa y oca, el principal componente es el almidón, presentan importantes características como la alta digestibilidad de los almidones (alrededor del 90%), son fuentes importantes de energía (anexo 1) (Espín y Brito, 2004).

El melloco rojo tiene una consistencia y muy buen sabor; se caracteriza porque aún después de una larga cocción no llega a suavizarse completamente, y es muy apetecida generalmente por personas mayores (Barrera *et al.*, 2004).

⁶ E-Mail: info@alimentacion-sana.com.ar

3.4.1. Usos tradicionales y Consumo de la papalisa

Los tubérculos de papalisa tienen propiedades medicinales, en la medicina tradicional por sus características refrescantes y cicatrizantes. Para facilitar el trabajo de parto (Emplasto molido), actúa contra los dolores de estómago, es desinflamante de tumores y en caso de fiebres e insolaciones. Su uso constante mejorara las lesiones en la piel ocasionadas por el acné (Fairlie *et al.*, 1999).

El consumo de los tubérculos de la papalisa: En Ecuador, Perú y Bolivia se consumen entre las preparaciones tradicionales en diversas formas, la sopa de melloco (Ecuador), El olluquito con charqui (Perú): el ají de papalisa (Perú y Bolivia) y es uno de los platos preferidos del Viernes Santo en Bolivia (Repo y Kameko, 2004).

3.4.2. Mucílago de la papalisa

Uno de los componentes del melloco que limita su consumo es la presencia del mucílago en el interior del tubérculo. Es un polisacárido soluble en agua, asimilable y aprovechable por el ser humano. Son sustancias producidas en el curso normal del crecimiento del cultivo. El mucílago es un polisacárido para muchos indeseable, probablemente brinda alguna resistencia contra sequías y heladas. (Hermann, 1992).

3.5. Requerimientos Agroecológicos del cultivo de papalisa

3.5.1. Suelos y Altitud

El cultivo de la papalisa, prospera mejor en suelos de textura liviana (Francos, franco arcillosos, Franco limoso arcilloso), a un pH entre 5.5–6.5 ligeramente ácido. En suelos arcillosos la tuberización es inhibida, no hay un buen engrosamiento de los tubérculos. De acuerdo al criterio del agricultor, los suelos oscuros favorecen la producción de oca, los suelos claros a la papalisa (Vimos, 1987 y Peralta, 1991).

El cultivo se adapta a altitudes entre los 2.600 y 4.000 m.s.n.m, su área de cultivo óptimo está entre los 3.000 y 3.600 m de altitud (Tapia, 1990 y PROINPA, 2003).

En Bolivia entre 2600 y 3400 m.s.n.m hay una menor floración en relación a zonas más bajas. (FAO⁷ y Tapia, 1992).

3.5.2. Temperatura

El cultivo de la papalisa, se desarrolla bien en climas fríos y húmedos que favorecen la producción a temperaturas que oscilan entre los 8 y 14 °C. Es una especie tolerante a las heladas, granizada, presentando buena capacidad de rebrote foliar. La temperatura ideal es de 15 a 18 °C. Cuando dicha temperatura supera los 22 °C el desarrollo de los tubérculos es afectado (PROINPA, 2003).

3.5.3. Requerimiento de agua

Los requerimientos de agua promedio es de 700 a 885 mm al año (PROINPA, 2003). La papalisa es adaptada a periodos secos del altiplano, no tolera periodos de excesiva lluvia. Se reportan requerimientos de agua entre los 800-1.400 mm., es fuera de estos límites afecta el crecimiento y la tuberización (Vimos *et al.*, 1993).

El altiplano y los valles de mayor altitud de Bolivia forman parte, de los "Andes de alto riesgo climático", caracterizados por poca precipitación y extrema variabilidad climática (Tapia, 1993).

3.5.4. Foto periodo

Según Lescano (1989), comparado con otros tubérculos andinos, la papalisa prefiere para su desarrollo, días cortos, lo que favorece la formación de tuberculos, de 10 a 12 horas de luz tiene un crecimiento optimo.

Por otro lado, se observaron valores de Eficiencia Energética de hasta 0,63%, que pueden ser altos, considerando que esta especie es una planta C3, lo que refleja la capacidad de adaptación del cultivo a las condiciones de altura y de alta nubosidad, propios de la Zona Andina. (Vimos y Nieto, 1991).

⁷Cultivos Andinos. FAO disponible en "http://es.wikipedia.org/wiki/Ullucus_tuberosus"

3.6. Variedades⁸, Cultivares o Ecotipos

Bukasov citado por Cárdenas (1989), manifiesta “no puede establecerse variedades en el sentido taxonómico”, porque los caracteres morfológicos de las plantas no lo permiten. Las diferencias más marcadas entre las numerosas colecciones pueden establecerse basadas en el color de los tubérculos

Las variedades (ecotipos) de papalisa mas conocidas en ferias comunales del microcentro Candelaria, Cochabamba (Chimpa Rancho, Rodeo Alto, Independencia) son la criolla, holandesa, manzana, waycha lisa, puca, q'illu, llausa lisa, rosada, yurac, kromer lisa; las variedades mezcladas puca ch'ijchi, q'illu ch'ijchi, yurak papalisa (Cadima *et al.*, 2003).

En Perú existen numerosas variedades⁹ de olluco y se han determinado entre 50 y 70 clones. Los agricultores reconocen algunas importantes, los cuales son:

- Chucchan lisa, de forma alargada y de calidad superior.
- Q'illu chuccha, de tubérculos amarillos.
- Muru lisa, de tubérculos rosados y crecimiento precoz.
- Yurac lisa, de tubérculo blanco.
- Bela api chuccha, de tubérculo amarillo - rojizo.
- Puca lisa, de tubérculo rojizo.
- K'ita lisa, atoc lisa y kipa ullucu, que son variedades silvestres.



Fuente: extraída de la pagina Web: www.cauqueva.com.ar, . Cultivos Andinos. Daniel Fernández, Bibiana Failde de Calvo. INTA EEA Salta. 2008.

Figura: 6. Ecotipos de papalisa, papalisa amarilla, papalisa morada, papalisa jaspeado

⁸ Variedad: Es un conjunto de plantas cultivadas que tienen las mismas características morfológicas, agronómicas, fisiológicas, citológicas, químicas u otras, que al ser reproducidas (sexual o asexualmente) o reconstituidas conservan sus propias características que las diferencias de otras variedades

⁹ ("<http://wiki.sumaqperu.com/es/Olluco>")

Las variedades cultivadas pueden identificarse por las características de los tubérculos, la forma, tamaño, el color predominante de la piel y el color de la pulpa, mientras que en la planta son: el porte, la elongación y aspecto de los tallos, el color del follaje, la forma de las hojas, hábito de floración y color de los sépalos y pétalos (IPGRI/CIP, 2003 y Arbizu, 2004).

El INIAP a través del Programa de Cultivos Andinos tiene identificados a ecotipos o variedades promisorios, los cuales son:

- **INIAP - Puca o rojo:**

La planta presenta un color verde púrpura con tubérculos rojos, con bajo contenido de mucílago. Se puede cosechar desde los 200 días hasta los 255 días, con un promedio de 228 días, con rendimientos de 9.6 – 49.6 t/ha.

- **INIAP- Q'illu o amarillo:**

El follaje es de color verde, con tubérculos amarillos, con alto contenido de mucílago; presenta un rango de 193 días a 258 días, con un promedio de 220 días a la cosecha, con rendimiento de 19.1 – 18.2 t/ha.

- **INIAP- Caramelo o blanco marfil:**

Tiene la piel marfil con color secundario rosado en todo el tubérculo en forma de jaspes. Se cosecha entre los 250 días y los 260 días, florece entre los 130 días y los 140 días, y tiene un hábito de crecimiento semirastrero. El rendimiento de la variedad es de 17,6 t/ ha, como promedio (Seleccionada por PNRTA).

- **Variedad chicchi:**

se cultiva en Cochabamba conocido como chitaquiti, crece durante los días largos y tarda 80-90 días en iniciar la formación de tubérculos, generalmente se siembra en lugares altos (Toralapa, Tiraque, Sacaba), con tallos en formación decumbente, presenta 5-8 tallos aéreos, hojas anchas de forma acorazonada, los tubérculos tienen la coloración primaria anaranjada, la coloración secundaria es rosado intenso distribuidas en forma de manchas en todo el tubérculo, la forma de la papalisa es ovalada, con rendimiento de 12 Tn/ha.

- **Variedad verde:**

Presenta plantas de tamaño pequeño aproximadamente de 25 a 35 cm, con crecimiento decumbente a postrado, con 4-6 tallos aéreos, los tubérculos presentan piel color claro, con ojos semiprofundos, no presentan coloración secundaria, la forma de los tubérculos son alargados y algo aplanados, con un rendimiento de 6-10 Tn/ha.

- **Variedad amarilla:**

Variedad ampliamente distribuida en el departamento de Potosí (Manquire), donde tiene buena adaptación, conocido también como "imilla lisa", planta compacta formada de 3-6 tallos aéreos, con crecimiento decumbente, los tallos son aristados, carnosos de color verde o la filotaxia de las hojas es alterna, con laminas a acorazonadas. Los tubérculos son de color amarillo intenso con yemas semiprofundos, piel bastante lisa y lustrada, de forma redonda con un rendimiento de 5-7 Tn/ha.

Lescano (1989), concluye que al igual que el caso de las ocas, la papalisa, no es posible establecer variedades en el sentido taxonómico por lo tanto, las evaluaciones de ecotipos permitieron agrupar según sus características principales. Las variaciones que se presenta en los tubérculos andinos (papalisa, oca, isaño), puede atribuirse a mutaciones de yema, originados de quimeras periclinales.

3.7. Diversidad de cultivares locales

En Bolivia se pueden encontrar las siguientes ecotipos: Janq'u ulluku (Blanco) de pulpa amarilla, q'illu (amarillo) de cáscara y pulpa amarilla, Wila api de cáscara roja y pulpa amarilla, Ch'itiqui- ch'iqi (jaspeado), de cáscara amarilla con pintas rojas y pulpa amarilla. En comunidades locales, se encontraron cinco cultivares de papalisa que son: Puka Chijchi, Q'illu Ch'ijchi (cáscara amarilla con jaspes, pulpa amarilla), q'illu, Yuraq Papalisa y Puka Papalisa. Los agricultores reconocen algunas importantes: chucchan lisa, q'illu chucha, muru chucha, wila api chuccha (de cáscara roja y pulpa amarilla), puca lisa, kita lisa y atoc lisa.

Los agricultores de la comunidad aparentemente, no diferencian variedades de papalisa; a todas las llaman "papalisa", lo diferencian por el color del tubérculo. (e-mail: abyayala@upsq.edu.ec 1997).

3.8. Calidad del tubérculo semilla

La calidad de tubérculo semilla, es de importancia es la que reúne las condiciones genéticas y fisiológicas, que reproducirán las características y el potencial de la variedad que se ha sembrado, de esta actividad dependen muchos aspectos para su desarrollo óptimo del cultivo, desde la siembra hasta la cosecha (PROINPA, 2003).

PROINPA (2003), el problema que más afecta la producción y conservación de oca y papalisa es la mala calidad de semilla, que ocurre debido al uso permanente de semilla infectada al emplear como tubérculo semilla continuamente en la siembra, los rendimientos se reducen considerablemente debido a la producción de tubérculos pequeños que los de las plantas sanas (Duque, 1994).

3.9. FASES FENOLÓGICAS DE LA PAPALISA

3.9.1. Fenología¹⁰

Las fases fenológicas son influenciados por diversos factores como: latitud y altitud de la zona de cultivo, época en que se realizan las observaciones, tipo de suelo, ecotipo o variedad empleado, entre otros.

3.9.2. Desarrollo fenológico

Fenofases en el cultivo de papalisa (anexo 2) Vallenas y Barbosa, (1989).

- 1.- Emergencia
- 2.-. Formación de estolones
- 3.- Formación del botón floral
- 4.- Inicio de la floración
- 5.- Inicio de tuberización
- 6.- madures fisiológica

- **Emergencia**

La emergencia. Se presenta entre los 36 y 51 días después de la siembra y está en función de la precipitación, humedad, temperatura, madurez del tubérculo-semilla y propiedades físicas del suelo como retención de agua. (López y Hermann, 2004).

¹⁰ **Fenología:** Se refiere a los rasgos morfológicos que experimentan las plantas en función de la influencia ambiental, considerado como un aspecto de tipo fisiológico, se refiere a la aparición y transformación progresiva de los diferentes órganos de una planta, que de acuerdo a cada especie adopta diferentes nombres.

- **Formación de estolones**

La formación de estolones ocurre aproximadamente cuando los primeros estolones tienen de 11 a 15 centímetros de longitud entre los 60 hasta 169 días después de la emergencia, existe el incremento rápido de la raíz, del número de hojas, altura de planta, inflorescencias y estolones subterráneos. (Vimos *et al.*, 1993).

- **Formación del botón floral**

La formación de los primeros botones florales que se forman en la planta, ocurre aproximadamente a los 85 días de la siembra y se prolonga hasta los 155 días posteriores, hay un incremento lento de hojas jóvenes, engrosamiento del número de tallos principales. En esta fenofase se inicia la formación de inflorescencias y tubérculos (Vimos *et al.*, 1993).

- **Inicio de la floración**

La floración se inicia a los 43 días después de la emergencia y tiene tres momentos de incremento. El segundo es de incremento rápido y tiene lugar desde los 85 hasta los 155 días, en que se produce la floración plena con un total de 52 inflorescencias por planta. (López y Hermann, 2004).

- **Inicio de la Tuberización**

La tuberización se forma cuando la planta ha desarrollado abundante follaje varia entre los 110 y 160 días (4 a 5 meses) después de la siembra. Tanto en número, longitud, diámetro y peso de tubérculos, tienen evoluciones idénticas, donde ocurre la plena tuberización, fase en la que se puede contabilizar de 77 a 121 tubérculos por planta (López y Hermann, 2004).

- **Madurez fisiológica de la planta.**

La madurez Fisiológica se caracteriza por el amarillamiento generalizado de las hojas (caída de hojas jóvenes y maduras), fase final de la floración, es un periodo prolongado entre los 206 y 216 días aproximadamente (Castillo y Tapia, 1998).

El melloco para su crecimiento necesita de 11 a 12 horas de luz por día, brota entre los 20 y 45 días después de la siembra y tarda entre los 110 y 160 días para formar

tubérculos, florecen entre los 85 y 130 días y llega a la cosecha entre los 160 y 260 días (King, 1988).

3.10. Plagas y Enfermedades

3.10.1. Plagas:

El cultivo de papalisa es atacada por larvas de lepidópteros, cuando el ataque es a la parte foliar no es significativo, por la capacidad de rebrote foliar de la planta. Si el ataque es al tubérculo, afecta a la calidad comercial (Vimos *et al.*, 1993).

Las principales plagas que limitan la producción de papalisa, oca e isaño, en áreas de producción en las provincias de Ayopaya, Chapare y Carrasco (Cochabamba), son: gorgojo (*Premnotrypes* s.), polilla (*Phorimaea operculella*), pulgón (*Macrosiphun euphorbiae*), gusano alambre (*Ludius* sp.), piqui piqui (*Epitirix* sp.) (PROINPA, 2003).

Las plagas de importancia generalizado en años secos esta el laqatu (*Anomala* sp.) causa daño a tubérculos, silvi (*Feltia* sp, *Agrotis* sp, *Copitarcia turbada*) son larvas que trozan las plantas tiernas por la noche, El cutzo (*Baroteus* sp.) en estado larval mastican, perforan las raíces y tuberculos (PROINPA, 2003 y Vimos *et al.*, 1993).

La mayoría de las plagas y enfermedades de melloco se previene utilizando semilla seleccionada de calidad, fertilización adecuada, labores culturales oportunas y eliminación de plantas enfermas (Ruales *et al.*, 1983).

La ausencia de lluvias por periodos largos (seguía), el cultivo es atacado por la perdiz (*p'isaqa*), en la fase de emergencia de las plantas y formación de tubérculos, en busca de alimentación escarban diferentes lugares del surco, dejando al descubierto raíces y estolones, exponiendo al sol y bajas temperaturas.

3.10.2. Enfermedades

3.10.2.1. Roya en tubérculo de papalisa (hongo *Aecidium ulluci* Jorstad)

Es una enfermedad fungosa perjudicial, presente en el departamento de Cochabamba (Laimetoro), causa la muerte del follaje, cuando la planta tiene una altura promedio de 8 a 10 cm. (anexo 3) lo cual influye en el tamaño y peso de los

tubérculos. Se diferencian dos tipos de roya, la roya amarilla y la roya deformante (Ortuño *et al.*, 1999 y Teresa, 1997).

3.10.2.2. La Qaracha o Rhizoctoniasis de la papalisa (hongo *Rhizoctonia* sp.).

La qaracha de la papalisa se manifiesta en forma de escamas en la superficie del tubérculo, afecta la calidad y reduce los precios de la papalisa. Esta enfermedad esta presente en las zonas productoras de tubérculos andinos (Cochabamba y altiplano), (Teresa, 1997 y Gonzáles *et al.*, 2002).

3.10.2.3. Pudrición radicular o Mukuru (hongo *Fusarium* sp.)

Enfermedad de origen fungoso presente principalmente en la zona de Sapanani (Chapare), presenta pudriciones en tubérculos, en la parte foliar se observa una clorosis acentuada con enrollamientos, su presencia de esta enfermedad es menor en el altiplano, (Cossio, 1998 y Teresa, 1997).

3.10.2.4. Nematodo *Nacobbus aberrans*

La mayoría de los suelos de las zonas productoras de papalisa se encuentran infestados por *Nacobbus aberrans*, que afecta la producción de tubérculos. Dentro la variabilidad genética de la papalisa, que también es un cultivo hospedante de *N. aberrans* (Condori y Franco, 1994).

3.11. Virus

Los virus ocasionan pérdida de vigor, las plantas infectadas producen tubérculos más pequeños que las plantas sanas. Estos mismos tubérculos al ser sembrados por varios periodos, causa la degeneración del cultivo, su principal vector son los áfidos (Álvarez *et al.*, 1992; Fuentes y Chuquillanqui, 2004).

3.11. Manejo Agronómico del cultivo de la papalisa

3.11.1. Elección del terreno y Preparación de Abono

Para la siembra de papalisa se toma en cuenta criterios en la elección del terreno:

- Cultivo anterior; fertilidad residual dejada del anterior cultivo, roturación adecuada.

- Topografía del terreno; los terrenos aptos para el cultivo son aquellos que no tengan desniveles pronunciados en su topografía, para evitar el anegamiento del agua.
- Exposición del terreno al clima adverso; preferentemente se eligen terrenos poco expuestos a factores climáticos (ocurrencia de heladas y granizadas). En lo posible con ubicación en laderas con pendiente y con barreras naturales.
- Características físicas del suelo; terrenos con mediana capacidad retentiva de agua, pues el ulluco es susceptible al exceso de agua, que da lugar a la formación de una especie de segunda “piel” o “doble cáscara” influye en la calidad comercial.

Conjuntamente con la elección del terreno, se realiza el aprovisionamiento y preparación de estiércol (abono) meses antes de la siembra. Para lo cual se determina la cantidad, características físicas del suelo, destino de la producción y calidad del estiércol. Generalmente se emplea entre 5 a 10 t/ha de estiércol de ovino totalmente descompuesto. (Garay y Tapia, 1991; citados en López Y Hermann, 2004).

3.11.2. Preparación del suelo.

La preparación del terreno se puede realizar mediante el uso de la yunta, tractor, dependiendo de la economía del agricultor. La preparación consiste en arar, rastrear y cruzar el suelo, es recomendable arar inmediatamente después de recoger la cosecha anterior, para facilitar la descomposición de los residuos de la cosecha (Castillo y Tapia, 1998, citado en López Y Hermann, 2004).

La roturación y el rastreado consisten en mollar bien los terrones empleando herramientas tradicionales en forma manual o empleando rastra de discos, durante los meses de septiembre a octubre a fin de favorecer la emergencia y crecimiento uniforme del cultivo, el nivelado se realiza con la finalidad una buena distribución de la humedad y semilla (Alfaro y Llica, 2001)

3.11.3. Reposo de la semilla para la siembra

Se afirma que el melloco necesita de un tratamiento especial para que mejore la producción, se deja primeramente 15 días al sol como mínimo para que verdee,

luego se almacena en el silo de verdeo lo cual es tapado con paja, donde la semilla pasa 2 a 3 meses hasta la fase de brotación del tubérculo semilla de papalisa.



Fuente: trabajo de campo 2009 – 2010

Figura. 7. Tubérculo-semilla en estado de brotación apical

3.11.4. Época de siembra.

En general las épocas de siembra del ulluco son anteriores a las de la papa debido al largo periodo vegetativo del cultivo (7-9 meses). La época de siembra varía, están determinadas por aspectos de disponibilidad de suelo, tubérculos-semilla y clima de cada zona agrícola; las siembras se efectúan entre los meses de septiembre y noviembre (valles), esta condicionada a la ocurrencia de las primeras lluvias en áreas sin riego (Arcila, 1992; Garay y Tapia, 1991; citado en López y Hermann, 2004).

3.11.5. Densidad de siembra.

La densidad de siembra depende de la variedad o ecotipo, tamaño deseado del tubérculo y condiciones de crecimiento. Si la fertilidad y humedad del suelo son bajas, el suelo puede mantener menos plantas. A mayor densidad del cultivo el tamaño de los tubérculos cosechados es de menor diámetro. Generalmente, para la producción de tubérculos-semilla se recomienda mayor densidad de tallos que para la producción de tubérculos de consumo (Gorbaoui, 1988).

En todas las zonas de cultivo de papalisa, la densidad de siembra está determinada por el distanciamiento promedio entre surcos y entre plantas (0.8 y 0.35 m); sin embargo, este distanciamiento puede variar desde 0.60 - entre surcos y de 0.30 y 0.60 m entre plantas. Empleando éstos distanciamientos se logran densidades que

varían entre 35,700 y 41,600 plantas/ha (2-3 tubérculos semilla/golpe en la siembra). (Seminario, 1984).

Los mayores distanciamientos son empleados en terrenos de siembra que se encuentra en ladera y los distanciamientos menores en casos de cultivos asociados o mixtos (Castillo y Tapia, 1998; citados en López y Hermann 2004).

PROINPA (2003), La distancia de siembra en cultivo de la papalisa es de 25 a 30 cm entre plantas y de 45 a 60 cm. entre surcos, depende del tamaño de semilla utilizada.

Rea (1977), la papalisa se siembra en surcos separados a 0.8 y 1 m y distancia entre plantas de 0.4 a 0.6 m, el periodo de cosecha varia entre 140 a 150 dias para ciclos precoces y hasta 360 dias para ecotipos o variedades tardíos.

La distancia de siembra es de 0.5- 0.6 m entre surcos y de 0.15 a 20 cm. entre plantas, la cantidad de semilla a emplear es de 600 – 800 Kg./ha, tomando como promedio de peso de semilla tuberculos de 8 a 12 gramos. La cantidad de semilla recomendada para la siembra, varía de 450 a 675 Kg./ha (10 a 15 qq). No es recomendable sembrar el melloco a profundidades mayores a 10 centímetros, ya que se perderá la vigorosidad del brote.

- La distancia amplia entre surcos favorece a que provee más tierra para el aporque, previene el daño a las plantas, raíces y tubérculos durante el cultivo, facilita las labores culturales
- La distancia angosta entre los surcos asegura que el agua de riego alcance a todas las raíces, Aumenta la eficiencia del empleo del terreno, luz, agua y nutrimentos (Gorbaoui, 1988).

3.11.6. Tamaño de tubérculo semilla para la siembra

Durante las primeras etapas de crecimiento, la planta utiliza los nutrientes que le suministran el tubérculo semilla hasta la formación de las raíces. El tubérculo semilla debe tener el tamaño suficiente para atender las demandas nutricionales durante el

desarrollo inicial y la humedad adecuada del suelo para una buena emergencia de las plantas (Gorbaoui, 1988).

PROINPA (2003), El tamaño de tubérculo semilla para la siembra de la papalisa se realiza con dos tamaños de semilla, los pequeños de 1 cm. de diámetro y un peso aproximado de 5 g, y los medianos con 2.5 a 3.5 cm. de diámetro y un peso de 20 g. Los tubérculos semilla pequeños son colocados de dos a tres por golpe en el surco para asegurar la emergencia de las plantas, y los medianos uno por golpe en el surco debido a que la probabilidad de emergencia es mayor.

La mayoría de los agricultores en el momento de la siembra utilizan 2-3 hasta 4 tuberculos por golpe, generalmente de tamaño pequeño y muy pequeño casi siempre brotados de la ultima cosecha, a si mismo en condiciones de experimento se utilizaron para la siembra 1200 Kg. de semilla/ha, cultivándose a una densidad de 40,000 plantas/hectárea, a una distancia de siembra de 0.7 m entre surcos y 0.3 m entre plantas (CIP, 1994).

3.11.7. Siembra correcta

Gorbaoui (1988), Menciona que la siembra correcta asegura, la emergencia rápida y la uniformidad del cultivo

- **Emergencia rápida**, Las condiciones favorables de crecimiento aceleran la emergencia y reducen el tiempo que los brotes estén expuestos al peligro.
- **Uniformidad del cultivo**, esta determinada por la uniformidad de la emergencia y el desarrollo de la planta. Un cultivo uniforme hace más fácil las labores culturales (aporque, riego, fumigación, fácil identificación de las plantas enfermas, cosecha) y mejor producción desarrollo de los tubérculos.

3.11.8. Metodologías de abonamiento en la siembra.

Las metodologías de abonamiento en la siembra varían de acuerdo a la práctica del agricultor. Existen varias metodologías, las que se adecuan al area de estudio son:

- Colocando la semilla en el surco abierto, sobre la misma se realiza el abonado con estiércol; encima o al lado se fertiliza y luego se tapa el surco.
- Colocando la semilla en el surco abierto; sobre la misma se aplicación la mezcla de ceniza más abono (fertilizante) y posterior tapado del surco.
- Colocando la semilla en el surco abierto; sobre la misma se realiza el abonamiento con sólo ceniza del estiércol; no se fertiliza y se tapa el surco.

Esto explica en parte los resultados muy variables de las investigaciones sobre niveles y dosis óptimas de fertilización en papalisa, respecto a rendimiento y calidad de la producción (López y Hermann 2004).

3.11.9. Desinfección del suelo

Para evitar la presencia de microorganismos que causan enfermedades (planta y tubérculo), es recomendable aplicar ceniza vegetal sobre los surcos antes de proceder a la siembra. Pueden espolvorear 2 onzas de ceniza por metro lineal. (Suquillanda, 2009).

3.11.10. Fertilización.

Cadima *et al.* (2003), menciona que según los agricultores, los tubérculos de papalisa no son exigentes en cuanto a las dosificaciones de nutrientes en los suelos. Por esta razón, la fertilización al momento de la siembra es aproximadamente de 70% menos de lo que se aplica a la papa.

3.11.10.1. Dosis de fertilización óptima.

Debido a las exigencias del mercado por mayores rendimientos de tubérculos de calidad comercial se ha introducido la práctica de fertilización sintética al cultivo de ulluco. Los rendimientos a nivel experimental están en el rango de 3-41 tn/ha dependiendo de la cantidad de estiércol y fertilizantes utilizados por hectárea. En Ayacucho, Bautista (1999) obtuvo rendimientos de 23 tn/ha con sólo la aplicación de 20 tn/ha de estiércol y 34 tn/ha con la aplicación conjunta de estiércol (20 tn/ha) y

fertilizantes (80-80-40 NPK). En Huancavelica Garay (1991), determinó que el rendimiento es de 22 tn/ha si se usa la dosis de fertilización 120-100-90 de NPK. Esto explica en parte los resultados muy variables de las investigaciones sobre niveles y dosis óptimas de fertilización en ulluco, respecto a rendimiento y calidad de la producción (López y Hermann 2004).

3.11.10.2. Momento óptimo de fertilización.

El momento apropiado de fertilizar el cultivo de ulluco es fraccionando la dosis de fertilizantes (NPK) en dos aplicaciones. Al momento de la siembra se aplica la mitad de la dosis y al momento del aporque se incorpora la otra mitad. Aplicando el fertilizante en dos etapas del ciclo del cultivo se puede obtener 47 y 52 % más de rendimiento de tubérculos de calidad comercial (López y Hermann 2004).

3.12.1. Labores culturales

En el altiplano la papalisa se cultiva en asociación con otros cultivos (papa, oca, mashua, haba, maíz, etc.); para el agricultor es importante para asegurar el éxito del cultivo a través de cientos de años. En algunas zonas productoras la papalisa se cultiva solo, esto principalmente por la orientación comercial. Debido a la asociación de cultivos, las labores culturales del cultivo de la papa se han adaptado al ulluco, siendo las mismas con ligeras modificaciones en su trabajo (Arcila, 1992 y Redín *et al.*, 2001).

3.12.1.1. Primer deshierbe.

Se realiza cuando la planta ha alcanzado una altura de 10 cm, consiste en una ligera y superficial remoción del suelo para remover las hierbas diferentes al cultivo. Esta actividad se realiza de forma manual con azada o “alacho” (Figura 8), actividad que generalmente es cumplida por los integrantes de la familia del agricultor. (Castillo y Tapia, 1998; Terrazas *et al.*, 1997).

3.12.1.2. Aporque o lampeo.

Terrazas *et al.* (1997), Menciona que el cultivo de papalisa requiere más de un aporque, es la actividad más importante durante el cultivo, de un buen aporque

depende la producción, una buena conformación del lomo del surco asegura una buena cobertura y incrementa el número de tubérculos y permite mejor desarrollo (figura 8 C). El aporque se realiza entre los meses de diciembre a enero, cuando la planta alcanza una altura promedio de 20 a 30 cm. (Valles), con desarrollo de 2 a 5 tallos principales.

Se realiza de forma manual con el lampón o con la yunta (Figura 8 A y B), siendo esta última la forma más difundida se logra una mejor cobertura de tierra en el surco y a la vez remueve las raíces de las otras plantas. Antes de esta labor se incorpora al suelo la otra mitad de la dosis de fertilización del cultivo.

Se ha determinado que el mayor número de aporques (2 a 3) alarga el periodo vegetativo e incrementa los rendimientos en 42 %, representan altos valores de beneficio económico (Monteros *et al.*, 1994).



Fuente: López y. Hermann 2004.

Figura 8. Herramientas utilizadas en las labores culturales en el cultivo de papalisa.

A. "Alacho", B. "Lampón", C. aporque realizado, D. Aporque manual del cultivo de ulluco.

3.12.1.3. Segundo deshierbe.

Se realiza manualmente entre los meses de febrero y marzo, es la remoción de todas las plantas que son diferentes al cultivo (figura 8 D) que amenazan competir por los nutrientes. Trabajo de mayor cuidado para evitar la fractura de estolones y raíces que son muy delicados (Arcila, 1992).

3.13. Cosecha

Seminario (1984), generalmente la cosecha se realiza manualmente con "alacho"; en algunos casos con yunta, lo cual se debe realizar con mucho cuidado para evitar

causar daños en los tubérculos. En el momento de la cosecha influye el precio de la papalisa en el mercado, si el precio es bajo se retrasa la cosecha, hasta que sea conveniente aún a riesgo de pérdida.

A diferencia de la cosecha de papa, el ulluco requiere mayor personal para la cosecha, por el mayor número de tubérculos (hasta 121 tubérculos/planta), por la mayor proporción de tubérculos pequeños y es propenso al daño mecánico. Se estima una persona puede cosechar entre 100 y 250 Kg. de ulluco por día, mientras que en cultivo de papa la misma persona puede cosechar entre 300 y 400 Kg. de tubérculos por día.

El período de crecimiento desde la siembra hasta la cosecha fluctúa entre 160 y 260 días, según las variedades y a mayores altitudes¹¹ es lenta puede llegar hasta 9 meses aproximadamente (López y Hermann 2004).

3.14. Post Cosecha

La poscosecha comprende todas las actividades, desde la cosecha de los tubérculos hasta el uso de estos por las familias rurales o por los procesadores. En el caso de los tubérculos se distinguen: el manejo de la cosecha, transporte a la casa, clasificación, selección, curación, almacenamiento, reelección, lavado, empaque, embalaje y transporte al mercado. En la práctica, muchas de estas actividades no se llevan a cabo; es cosechada, seleccionada, embalada y cargada a los camiones en el mismo campo.

Las pérdidas en la etapa de post cosecha oscilan entre 10 a 20 % en tuberculos. Los tubérculos cosechados deben pasar al proceso de acondicionamiento o “curado”, en el almacenamiento bajo sombra de los tubérculos (3-7 días) para colocarlos en sacos con la finalidad que los dañados por plagas, enfermedades o daños mecánico, se observen la intensidad del daño sufrido para que puedan ser detectados al momento de la selección (Túpac, 2000).

¹¹ "http://es.wikipedia.org/wiki/Ullucus_tuberosus"

3.14.1. Número de tubérculos por planta

El número de tubérculos de papalisa por unidad de superficie es variable a la madurez fisiológica a 175 días después de la siembra (DDS), produjo 411 tubérculos/m², y la papa a 155 DDS con 142 tubérculos/m² (Cadima *et al.*, 2003)

3.14.2. Selección de tuberculos de papalisa

La selección de tubérculos de papalisa es la fase más importante en el proceso de almacenamiento. En la selección de la papalisa se toma en cuenta el tamaño y la calidad sanitaria de los tubérculos. En general, durante el proceso de selección se deben descartar los tubérculos que han perdido su valor comercial por diferentes causas y aquellos que potencialmente presentan síntomas incipientes de pudrición y todos aquellos dañados aunque sean insignificantes deben ser descartados.

Cuadro: 4. Selección de tubérculos de papalisa de acuerdo a su peso y tamaño

Categoría	Peso (gr.)	Longitud (cm.)	observaciones
Extra	25 a 35	7 a 12	Tubérculos sanos
Comercial	7 a 35	5	Tubérculos sanos
Primera	15 a 25	5 a 7	Tubérculos sanos
Segunda	7-15 10-20	4 a 5	Tubérculos sanos
Tercera	4.5 a 7	2.5 a 4	"Para semilla"
Descarde	< 4	< 2.0	Alimentación (porcino)

Fuente: (López y Hermann 2004)

La clasificación de tubérculos semilla por tamaños es importante ya que repercute en la germinación uniforme del próximo cultivo y las preferencias de los compradores de tubérculo semilla, unos prefieren tubérculo semilla de tamaño pequeño y otros de tamaño mediano (López y Hermann, 2004).

3.14.3. Rendimiento

El rendimiento de la papalisa depende de factores: cultivares de papalisa, tubérculo-semilla, área de cultivo, dosis de fertilización orgánica y química, aprovechamiento de la fertilización orgánica dejada del anterior cultivo, cantidad de estiércol utilizado,

de las labores culturales. En general, el rango de rendimiento para las zonas productoras, varía de 2-10 tn/ha, bajo condiciones de manejo tradicional e influenciado por las precipitaciones pluviales, ocurrencia de sequías y heladas (Redín *et al.*, 2001. Citado en López y Hermann, 2004).

En Perú, el rendimiento fluctúa entre 5-11 tn/ha, el cultivar Huanuqueña produce un promedio de 16 tn/ha, el cultivar Canario tiene un rendimiento de 11 tn/ha (mayor calidad y productividad comercial), con mayor perecibilidad, el cultivar Jaspeado tiene un rendimiento promedio de 10 tn/ha de gran demanda en los mercados por su coloración, buen sabor, fácil cocción y resistencia al manipuleo; el cultivar Tarmeña-redonda tiene un rendimiento de 8 tn/ha, de menor productividad comercial, con gran demanda en el mercado por su mayor coloración y sabor (López y Hermann 2004).

La estimación de rendimientos¹², cuando la cosecha es buena y las condiciones climáticas y edáficas son favorables, la relación de rendimiento es 1:32 decir una arroba de semilla produce 32 arrobas en la cosecha. Y en años desfavorables el rendimiento es de 1:4. Con rendimiento promedio que fluctúa entre los 10.000 Kg./ha, 25.000 Kg./ha, pudiendo llegar hasta los 45.000 Kg./ha. Los rendimientos a nivel agricultor están por debajo de estos límites (Seminario, 1984).

En Perú y Bolivia es cultivada a altitudes entre 2500 y 4000 m.s.n.m; se reporta un rendimiento promedio de 3.5 a 4-5 tn/ ha (Barrera *et al.*, 2004; López y Hermann, 2004).

Esquicia (1993), utilizando tamaños de tubérculo semilla de 10 y 20 gr, con aplicación de fertilizante químico 60-90-00, 60-60-00 (NPK) se, logro rendimientos de 12.8 y 12.7 Tn/ha.

Ferrufino (1995), en un estudio de 4 variedades de papalisa en condiciones de manejo del cultivo en pendientes, encontró rendimientos diferentes donde la variedad jaspeado (*ch'ixch'í*) alcanzo 17 tn/ha, roja 14 tn/ha, cultivar verde y amarilla con 8 Tn/ha, estableciendo que existe una influencia de la altura y el grado de la pendiente sobre el rendimiento.

¹² (e-mail: abyayala@upsq.edu.ec 1997)

3.14.4. Empacado

Los tubérculos de papalisa son empacados en sacos de polipropileno con capacidad para 45.45 Kg. cada uno (1 qq), que es la forma como se conducen al mercado generalmente son llevados a la feria en menores cantidades de 1 a 3 arrobas.

3.14.5. Almacenamiento

La papalisa es un tubérculo cuyo consumo es muy apreciado en fresco, por lo que su almacenamiento en lugares frescos y aireados no puede excederse de los quince días. En anexo 4 se presenta tipos de almacenamiento local (Tapia y Arbizu, 1991).

3.14.6. Almacenamiento tradicional

El almacenamiento tradicional constituye una práctica importante en la conservación de tubérculos para consumo y semilla, con el propósito de mejorar su calidad y productividad. El uso del almacén de verdeo para tubérculo semilla permite obtener rendimientos promedios de 14,71 tn/ha, en cambio la distancia entre plantas de 0,3 m y entre surcos de 0,6 m permite obtener rendimientos de 16,6 tn/ha.

Hay diferentes formas de almacenamiento típicos para los tubérculos los de mayor uso local, es el almacenamiento en la vivienda del agricultor, las "phinas" y las "pirwas" (anexo 4). El tiempo de almacenamiento del tubérculo semilla es de 2 a 3 meses, hasta la salida de los pequeños brotes (González y Terrazas, 2001).

3.14.7. Principales limitantes en la Productividad de la papalisa

- Falta de conocimiento y hábito consumo (nuevas generaciones).
- Son productos perecibles, lo que dificulta la comercialización en fresco.
- Inapropiado empaque (transporte) que genera pérdidas (daños y derrames).
- Precios de venta de olluco no estables (actualmente subió el precio)
- Presencia de helada y vientos; sequías ocasionales
- Deficiente acceso al riego, falta de mano de obra, migración.
- Reemplazo a ecotipos no comerciales por variedades de mayor demanda.

- Falta de tubérculo semilla de buena calidad (certificada).
- El período prolongado de cultivo. Mientras las modernas variedades comerciales de papa son cosechadas después de 4 ó 5 meses en los Andes, la papalisa requiere 7 a 8 meses hasta su maduración, el cultivo es reemplazado por variedades de papa precoces de mayores rendimientos.
- Proyectos de gobierno orientados a cultivos más rentables (Barrera *et al.*, 2004).

3.14.8. Potencialidades en la Productividad de la papalisa

- Importante para la seguridad alimentaría y el mantenimiento de la biodiversidad.
- Son cultivos rústicos presentan resistencia a plagas y condiciones climatológicas adversas (sequías, heladas, etc.).
- Los costos de producción son bajos, con relación a la papa.
- Es un potencial para la transformación en productos procesados.
- En la actualidad hay mayor demanda en las diferentes ferias del país, con ello existe un incremento en el precio, se esta comercializando fuera de nuestro país, por sus propiedades nutricionales y medicinales (Gonzáles y Terrazas, 2001).

3.14.9. Costo de Producción del cultivo de papalisa

Perrin (1988), definió el costo de producción como el desembolso o gasto de dinero que realiza en la adquisición de los insumos o los recursos empleados para producir bienes y servicios, sin embargo el termino costo es mas amplio ya que representa al valor de todos los recursos que participan en el proceso productivo de un bien en cantidades y en un periodo de tiempo determinado, de la misma manera que los costos más comunes que enfrenta una unidad de producción agrícola son : la compra de semillas, fertilizantes, maquinaria, herramientas, equipos y pago de mano de obra. Las labores culturales que se requieren son: preparación del terreno, siembra, fertilización, control fitosanitario, deshierbe, aporque, riego, cosecha.

3.15. Análisis Económico

Los resultados de análisis económico del trabajo es considerado de importancia debido a que se emplea para planificar investigaciones subsecuentes y/o para formular sugerencias para poder informar de los beneficios que podría obtener que correspondan a condiciones agroecológicas y socioeconómicas del agricultor para determinar al tratamiento mas favorable en términos de rentabilidad para el productor, se recurrió a la Tasa de retorno Marginal y a la Relación Beneficio Costo de la producción (Perrin *et al.*, 1988).

3.15.1. Elementos de Tasa de Retorno Marginal (TRM)

3.15.1.1. Presupuesto parcial

Es el primer paso y permite organizar los datos de inversión del trabajo de campo con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos en estudio, apoyados en los siguientes conceptos (Perrín *et al.*, 1988).

3.15.1.2. Rendimiento Ajustado

Es el rendimiento medio obtenido en campo reducido en un cierto porcentaje, con el fin de reflejar la diferencia que el agricultor obtendría en relación con el rendimiento experimental; se considera un ajuste que va de 5 al 30 %, se atribuye a factores:

- **Manejo:** los investigadores son más precisos y oportunos que el agricultor al realizar actividades como la aplicación de fertilizantes control de plagas y malezas.
- **Tamaño de la parcela:** El rendimiento calculado basados en parcelas pequeñas se subestima el rendimiento no es lo mismo que en una hectárea.
- **Fecha de la cosecha:** El investigador suele cosechar cuando alcanza la madurez fisiológica, en cambio el agricultor no lo cosecha en el momento oportuno.
- **Método de cosecha:** Generalmente el método de cosecha del investigador es cuidadoso que el del agricultor (Perrín *et al.*, 1988)

- **Beneficio bruto:** Es el resultado del rendimiento ajustado del cultivo multiplicado por el precio de campo realizados de cada tratamiento (Perrín *et al.*, 1988).
- **Precio de Campo:** Es el precio que el agricultor recibe por el producto cuando lo vende menos los costos relacionados con la cosecha y transporte al lugar de la venta (costos de cosecha, selección, embolsado) y se toma en cuenta el descuento por la calidad del producto (Perrín *et al.*, 1988).
- **Costos Variables:** Son los costos (por hectárea) relacionados con los insumos comprados (semilla y productos químicos, la mano de obra empleada, tipo de maquinaria que varía de un tratamiento a otro) (Perrín *et al.*, 1988).
- **Beneficio Neto:** Se obtiene restando el costo variable total (suma de todos los costos variables) del beneficio bruto de campo para cada tratamiento, el beneficio neto es un valor que se usa únicamente para fines de cálculo y no expresa la ganancia real obtenida (Perrín *et al.*, 1988).

3.15.1.3. Análisis de dominancia

EL análisis de dominancia es el segundo paso, es para simplificar los tratamientos que tienen beneficios netos bajos (dominados) lo cual simplificaría el análisis, se efectúa ordenando el costo variable total de mayor a menor. Se dice entonces que un tratamiento dominado, es aquel que tiene un costo variable total más alto con relación al tratamiento que le antecede, pero sus beneficios netos permanecen iguales o son menores respecto a su tratamiento (Perrín *et al.*, 1988).

3.15.1.4. Curva de Beneficio Neto

Es el tercer paso que ayuda a identificar en una gráfica la posición que ocupa cada tratamiento, en el eje de la "x" se ubica el costo variable total y en el eje "y" los beneficios netos. Los tratamientos que no son dominados se unen con una línea (curva de beneficios netos) y los dominados se sitúan por debajo de esa línea.

3.15.1.5. Tasa de retorno marginal.

Relación que indica lo que el agricultor puede esperar ganar, cuando decide cambiar una práctica (conjunto de practicas) por otra, es necesario que el agricultor adquiera habilidades y tecnologías nuevas en retorno del 100% (Perrín *et al.*, 1988). Se realiza con los tratamientos que no son dominados, se calcula dividiendo el beneficio neto marginal entre el costo marginal para expresar los resultados en porcentaje.

- **Beneficio Neto Marginal:** Expresa el aumento monetario del beneficio neto de un tratamiento con relación a otro.
- **Costo Marginal:** Es u indicador del aumento económico del costo variable total de un tratamiento con relación a otro (Perrín *et al.*, 1988).

3.16. Relación Beneficio Costo (B/C)

Perrín *et al.* (1988), La relación beneficio costo es un indicador económico, en base al análisis de los costos realizados en el ciclo del cultivo (siembra, labores culturales, cosecha, post cosecha) y los gastos de los insumos (semilla, fertilizantes, etc.) y la depreciación de las herramientas que se usaron. El cálculo de la Relación Beneficio costo se obtiene por la división del beneficio bruto entre el costo total de producción.

IV. LOCALIZACIÓN

4.1. Ubicación Geográfica

El trabajo de investigación se efectuó en la localidad de Quilima que se encuentra situado en el Altiplano Norte del departamento de La Paz, a una distancia aproximada de 155 km. forma parte del Cantón Jocko Pampa dependiente del Municipio de Carabuco, capital de la Tercera Sección de la Provincia Heliodoro Camacho. El tiempo recorrido es aproximadamente es de “2 horas y media”, sobre las rutas de la carretera Río Seco - El Alto (MDPD, 2004).

Geográficamente se halla situada entre los paralelos 15°51'0.9” de Latitud Sur y 68°59.05'61” de Longitud Oeste a una altitud de 4038 m.s.n.m situada en la cuenca lacustre o cerrada que forma parte de la eco-región del Lago Mayor o Chucuito, en el Lago Titicaca (MDPD, 2004).

4.1.2. Características Ecológicas

4.1.2.1. Clima

La zona del Altiplano Norte, influenciado por la altitud en la que se encuentra tiene un clima variable, por sus factores climáticos y geográficos recibe una mayor cantidad de rayos solares durante el día, por encontrarse al norte del trópico de capricornio, la radiación solar alcanza a niveles muy altos durante el año, llegando a un promedio anual de 533 cal./cm²/día y que es fundamental en la agricultura para los procesos que intervienen en la fotosíntesis (Montes, 1997).

Según la clasificación de Koppen mencionado por Arduz (1996), esta región pertenece a un clima templado, con invierno seco y frío, clasificación dada para las zonas aledañas al lago Titicaca, cuentan con diversidad de pisos ecológicos y microclimas.

4.1.2.2. Temperatura

La temperatura máxima oscila de 15 a 17 °C durante el día, siendo más fuerte a partir de las 10:00 a.m. hasta las 15:00 p.m., al amanecer las temperaturas

descienden hasta 0.5°C, es mayor en verano y en invierno llega hasta -10°C. El promedio de temperatura en el área de es de 7 a 8 °C (MDPD, 2004).

4.1.2.3. La precipitación

En la zona circundante al lago por el efecto termorregulador ambiental, el clima es más húmedo por la evaporación de sus aguas, con una precipitación promedio de 550 a 600 mm/año (MDPD, 2004).

Las precipitaciones se concentran, en los meses de noviembre a febrero, con mayor frecuencia en los meses de diciembre a marzo con 71,9% de la precipitación total lo cual limita a que la producción agrícola sea solamente estacional, teniendo una sola cosecha por año (MDPD, 2004).

Por otro lado se afirma que el área del lago tiene severas limitaciones impuestas por el frío de el altiplano y por la baja humedad ambiental, que ocasiona que la vegetación en general se vea reducida tanto en su tasa de crecimiento y su densidad, originando bajos niveles de materia orgánica (MDPD, 2004).

4.1.2.4. Humedad relativa

La humedad relativa es fuertemente influenciada por factores, como la época de lluvias donde se presentan los mayores valores de humedad ambiental que se incrementa por la presencia del Lago Titicaca, por otra parte los meses con invierno seco provoca la reducción sustancial en la humedad relativa de la zona y tiene una evaporación potencial (ETp) anual de 600 mm (MDPD, 2004).

4.1.2.5. Vientos

El comportamiento del viento es variable por la ubicación de las serranías. Los vientos son predominantes del Oeste (lago Titicaca), en otras ocasiones llega del Este de la Cordillera, se caracterizan por ser vientos fríos debido a que vienen de los glaciales. La velocidad del viento en la región registra un promedio de 3 m/seg. Con dirección predominante del Oeste Sur - Oeste (WSW) y ráfagas de viento que sobrepasan los 10 m/s.

Los promedios registrados en los meses de agosto a octubre, la velocidad del viento es de 4 m/s y la máxima extrema registrada fue de 5.6 m/s, y disminuye en los meses próximos hasta marzo llegando a un promedio de 2 m/s con una dirección predominante Sur Oeste (SW); los vientos más fuertes generalmente se presentan en horas de la tarde con dirección N-NW (MDPD, 2004).

4.1.2.6. Sequías

Fenómeno frecuente en el altiplano que acelera los procesos de desertificación, la falta de lluvia en el periodo de crecimiento de la planta, se corre el riesgo de perder la producción, los periodos más susceptibles generalmente se presenta entre los meses de mayo a noviembre (MDPD, 200).

4.1.2.7. Helada

La ocurrencia de heladas es frecuente con mayor número de días, que ocasiona pérdidas en los cultivos andinos del altiplano y a la vez coincide con el inicio del crecimiento de la planta. Las heladas en el Altiplano son [radiativas](#) (MDPD, 2004).

4.1.2.8. Granizadas

Fenómeno que aparece sorpresivamente causa daños severos en el follaje (hojas), se presenta en las fases de desarrollo óptimo y floración, a mediados de octubre se prolonga hasta marzo y abril (MDPD, 2004).

4.2. Topografía

En general la provincia Camacho topográficamente presenta formas de relieve, quebradas, elevaciones abruptos con afloramientos rocosos y depresiones profundas típicas de las regiones circundantes al lago Titicaca de manera directa depende de la altitud aun cuando esta influenciada por el lago Titicaca (parte Sur), con una elevación promedio de 4038 m.s.n.m. Presenta suelos Francos y pedregosos con bajo y alto contenido de nutrientes, el pH esta entre ácidos a neutros.

4.2.1. Fauna

Al presentar diferentes ecosistemas, las principales especies de aves en la región son: en los pajonales se encuentran la P'isaqa o Perdiz (*Nothoprocta ornada*), Liqi liqi (*Prilorelys resplendens*), kuru kutu (*Columbia livia*), Pana o Águila (*Spizaetus ornatus*), Allqamari (*Phalcoboenus megalopterus*), paloma silvestre o khulkhutaya (*Anas flavirostris*), Codorniz o lluthu (*Cotornix cotornix*), Liebre (*Lagidium sp.*), etc. (PDB, 2001).

4.2.2. Vegetación y Plantas Medicinales

En la región se aprecia infinidad de plantas que en su mayoría son medicinales los cuales son: Diente de león o sik'i (*Taraxacum officinales*), Paja brava (*Stipa ichu*), Muni muni (*Bidens andicola*), Sillu sillu (*Lachemilla erodifolia*), Sicuya (*Sequoia sempervirens*), Paico (*Chenopodium Ambrosioides*), Altamisa o Markhu (*Ambrosia peruviana*), Andres waylla o Jasqu (*Cestrun parqui*), CH'illkha (*Baccharis salicifolia*), anu ch'aphi o Amor Seco (*Xathium spinosum*), Mostaza (*Brassica hirta*), Khoa (*Satureja ovada o parvifolia*), T'ula (*Baccharis floribunda*), sanu sanu (*Ephidra americana*), Ajara (*Chinopodium spp*), Reloj reloj (*Erodium cicutarium*), Bolsa bolsa (*Capsella bursa-pastoris*) en proceso de extinción, Ortiga blanca (*Lamiun Album*), Salviya (*Salvia officinales*), Ñuñumaya (*Solanum nititudm*), Chhijchipa (*Tapetes graveolens S*), Wirawira (*Senecio albicaules*), yareta (*Azorella glabra*), Keñua o Kihuiña (*Polylepis incana*), etc.

Además de recursos forestales como el Pino (*Pinus radiata*), Kiswara (*Buddleia coreaceae*), Eucalipto (*Eucaliptos Glóbulos L.*) (PDB, 2001).

4.2.3. Agricultura.

La mayoría de la población local cultivan tubérculos como: la Papa (*Solanum tuberosum*), la Oca (*Oxalis tuberosum*), Papalisa (*Ullucus tuberosum*), Isaño (*Tropaeolum tuberosum*). La transformación de la papa en Chuño, Tunta; La Oca en Kaya, La Cebada (*Hordium Vulgare*), la Avena (*Avena sativa*) Trigo (*Triticum aestivum*), Maíz (*Zea mayz*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Cañahua

(*Chenopodium pallidicaule*). Entre las leguminosas: El Tarwi (*Lupinus mutabilis*), Haba (*Vicia faba*), Alfa alfa (*Medicago sativa*), Arveja (*Pisum sativum*), (PDB, 2001).

4.3. Economía¹

Esta región del Altiplano se constituye por su topografía, en un centro importante, en el pasado existió la Cultura Aymará y Mollo. Entre las más importantes riquezas arqueológicas se tiene la:

- Iglesia (Capilla de Belén), se encuentra a la orilla del Lago Titicaca cercano al cerro Dragón Dormido.
- El cerro Pintatani, son lugares donde quedaron restos de pinturas rupestres y pictográficas con huellas gráficas en Rocas Verticales y otros atractivos turísticos (PDB, 2001).

4.3.1. Pesca

En la pesca se aprecian las especies nativas: El Karachi, Mauri, Ispi, pejerrey y la Trucha (especie introducida).

4.3.2. Ganadería

Los pobladores de la zona en estudio generalmente se dedican a la crianza de ganado bovino “Criollo” Pardo suizo, Ovino, Porcino, crianza de cuyes, gallinas.

¹ <http://www.biodiversityreporting.org/>



Fuentes: http://www.aguabolivia.org/.../lapaz/t_camacho.jpg; <mhtml://C:\Documents%20and%20setting>

Figura: 9 Localización del ensayo

Departamento: La Paz; **Provincia:** Camacho; **Municipio:** Carabuco, Quilima; **Tiempo de viaje:** 2.5 horas (desde extranca de Río Seco El Alto); **Distancia:** 155 Km.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1.- Material Vegetal

En el desarrollo del trabajo de investigación se utilizaron tubérculos semilla de papalisa (*Ullucus tuberosus* Caldas). De los ecotipos: ecotipo amarillo, ecotipo rojo, ecotipo jaspeado, procedentes de las ferias semanales locales (Escoma, Chaguaya, Morrocollo, Sisazani, Ancoraimes), del Altiplano Norte del departamento de La Paz.

El tubérculo semilla para la siembra se seleccionó de los tres ecotipos, de tamaño mediano con un peso promedio de 16.5 gramos (14 a 19 gr.) con diámetro promedio de 2.5 a 3 cm de ancho, 2.8 a 3.3 cm de largo. La mayoría de los tres ecotipos presentan tuberculos casi redondos. Los ecotipos son adquiridos de las ferias locales para el ensayo, se presentan en la figura 10.



Fuente: fotos trabajo experimental, Prov. Camacho, Quilima. (2009-2010)

A) Ecotipo amarillo o *q'illu ullucu* **B)** Ecotipo jaspeado o *q'illu ch'ixch'i* **C)** E. rojo o *wila api ullucu*

Figura: 10. Ecotipos de papalisa para el ensayo

5.1.2. Q'illu ulluku (Ecotipo amarillo)

Presenta hojas ovadas cordadas, ápice redondeado, tallo de color verde, flor amarilla de pulpa amarilla de forma ovada, redonda, fusiforme apical, el ciclo vegetativo varia entre 190 a 200 dias o mayor, con pocos tubérculos por planta (Callizaya,1998).

5.1.3. Q'illu ch'ixch'í¹ (Ecotipo jaspeado)

Presenta tallos de color verde oscuro a rojizo, hojas ovado cordadas de color verde oscuro con ápice redondeado las flores en su mayoría son amarillo claro con jaspes rosados, la piel presenta color amarillo con jaspes distribuidos en todo el tubérculo, con pulpa amarilla, la forma de los tubérculos son redondas, ovaladas en su mayoría, con ciclo vegetativo mayor a 200 días (Esquicia, 1992).

5.1.4. Wila api ch'ismi (Ecotipo rojo)

Presenta hojas ovado cordada, tallo de color verde oscuro a rojizo con el envés verde rojizo no muy visible, ápice obtuso, flor amarilla con jaspes rojos en la corola (mayor floración), la piel del tubérculo es rojo (fucsia) sin coloración secundaria con pulpa amarilla, la forma del tubérculo son redondo, ovalado con menor presencia falcados, con ciclo vegetativo varia entre 190 a 200 días (Esquicia, 1992).

5.2. Materiales de campo

Se utilizó marbetes para la identificación, estacas (delimitación), bolsas de yute, arado de yugo, balde, chontillas, rastrillo, flexo metro, wincha, regla de escritorio, vernier cámara fotográfica, romana, bolsa de nylon, balanza tipo reloj, lienzo, cuaderno de campo, marcador indeleble, registros de estación meteorológica.

Como abono se utilizo el estiércol de ovino (2,4 Tn/ha), ceniza (1.56 tn/ha) y macerado de tarwi a razón de 50 gr. por 20 litros de agua contra pulgones.

5.2.1. Material de gabinete

Equipo de computación, hojas bond, bolígrafo, calculadora, registros de campo, material bibliográfico, planillas de registro, calculadora, cuaderno de campo.

5.2.2. Material de laboratorio

Balanza de precisión, calibrador mecánico (vernier).

¹ ch'ixch'í significa piel con manchas, mixturadas o jaspes menudas.

5.3. Metodología

5.3.1. Selección de tubérculo semilla en tamaño, peso y diámetro



Fuente: foto obtenida del trabajo experimental, Quilima (2009-2010).

Figura: 11. Tubérculo de semilla seleccionada para la siembra

De acuerdo a la figura 11, los tuberculos semilla fueron seleccionados manualmente, de acuerdo al tamaño, peso (14-19 gr.), calidad y procedencia, antes de la siembra, de preferencia de tamaño mediano, para luego proceder a pesar, seleccionados los de 14–19 gr. en promedio, también se procedió a medir el diámetro de los mismos en promedio entre 2.5 de ancho y 2.7 cm. de largo, para luego desinfectar por inmersión con Hipoclorito de sodio al 10% se llevo a la sombra para el secado, posteriormente se almaceno para su verdeo, para dejar reposar hasta que aparezcan pequeños brotes, antes de la siembra.

Sin embargo, PROINPA (2003), utilizo tuberculos semilla de papalisa para la siembra dos tamaños, los pequeños con un peso aproximado de 5 gramos con diámetro de 1 cm., colocando de dos a tres tubérculos por golpe en el surco para asegurar la emergencia y los de tamaño mediano de peso promedio de 20 gr con un diámetro de 2.5 a 3.5 cm. (figura 12), colocando un tubérculo semilla por golpe en el surco debido a la mayor probabilidad de emergencia.

Cuadro: 5. Peso, diámetro promedio de tubérculo semilla de papalisa para la siembra (gr).

Parámetro	ecotipos		
	amarillo	jaspeado	rojo
Peso de tubérculo semilla (gr)	15.8	17.6	18.8
Diámetro de tubérculo semilla (cm)	1.9	2.5	2.1

Fuente: Elaboración propia

El promedio de peso varia según los ecotipos de papalisa probablemente por su estado fisiológico y genético del tubérculo semilla, donde el ecotipo rojo pesa mas (18.8 gr) es de menor tamaño (cuadro 5), frente al ecotipo amarillo (15.8 gr) y el ecotipo jaspeado tiene un peso de 17.6 gr con mayor diámetro (2.5 cm) tienen un peso menor pese a que son un mas grandes, posiblemente sea por la mayor o menor porcentaje de humedad que tienen los tuberculos semilla.



Fuente: Trabajo experimental, Quilima.

Figura: 12. Diámetro de tubérculo semilla

5.3.2. Número de yemas o brotes antes de la siembra

El número de yemas generalmente varia, “En tubérculos de tamaño grande se observan mayor a 5 yemas, el mediano menor a 4 yemas (tamaño elegido para la siembra), el pequeño de 2 a 3, los de tamaño muy pequeños poseen menor a dos yemas”, lo cual se observó en el momento de la siembra.

En la figura 13 A se presenta el tubérculo semilla de tamaño mediano elegido para el ensayo, después de un periodo de reposo en el silo de verdeo, de 3 a 4 brotes en promedio como en la figura 13 B, en esta fase de brotamiento óptimo se preparó para la siembra en el area experimental.

Según Eddones y Adams (1975), menciona que el número de brotes en el tubérculo semilla esta influenciado por el tamaño de la semilla. Los tubérculos más grandes tienen mayor número de brotes en promedio en función a los diferentes ecotipos debido a que tienen poca dominancia apical.



13 A



13 B

Fotos: trabajo experimental, Quilima, Prov. Camacho.

Figura: 13. Tubérculo semilla de tamaño mediano (13 A) y número de brotación (13 B) .
(Peso de 18.8 gr. Diámetro de 2.2 cm.)

En el cuadro 6. Se observa que en el ecotipo amarillo presenta de tres a cuatro brotes por tubérculo, en el ecotipo jaspeado con dos a tres brotes y el ecotipo rojo de uno a dos brotes por tubérculo semilla en promedio, con particularidad que el ecotipo rojo es de menor tamaño y tiene un peso mayor que los demás ecotipos.

Cuadro: 6. Peso, tamaño y número de brotes promedio por tubérculo

Ecotipo	Tamaño (cm.)	Peso (gr.)	Nº de brotes/tubérculo (x)*
Amarillo	pequeño a mediano (2.1)	15.8	3 a 4
Jaspeado	pequeño a mediano (2.5)	17.6	2 a 3
rojo	pequeño a mediano (1.9)	18.8	1 a 2

Fuente: Elaboración propia (x)* = promedio

Según Pozo (1997), menciona que el manejo de tubérculo semilla antes de la siembra afecta al número de brotes, el prebrotamiento está influenciado por el tamaño de la semilla, la forma y condiciones del almacenamiento. El daño de los brotes causa desuniformidad en la emergencia.

5.3.3. Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar distribuidas en parcelas divididas en tres bloques y tres tratamientos (Calzada, 1982 y Vázquez, 1990).

5.3.4. Modelo Lineal Aditivo

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \epsilon_{ika} + \lambda_j + (\alpha\lambda)_{ij} + \epsilon_{ijkb}$$

Donde:

- Y_{ijk} = Observación Cualquiera
- μ = Media general del experimento o población
- β_k = Efecto del k-ésimo bloque
- α_i = Efecto del i-ésimo Nivel del Factor A (Ecotipos)
- ϵ_{ika} = Error experimental de la parcela mayor (Ea)
- λ_j = Efecto del J-ésimo Nivel del Factor B (densidades)
- $(\alpha\lambda)_{ij}$ = Interacción del i-ésimo nivel del (FA) con el j-ésimo nivel del (FB).
- ϵ_{ijkb} = Error experimental de la parcela menor (Eb)

5.3.5. Factores de estudio

Cuadro 7.- Factores de estudio

F (E) Ecotipos	F(D) Densidad de siembra (kg/ha)		
	Densidad (kg/ha)	Distancia entre:	
		surcos	plantas
e ₁ = amarillo	d ₁ = 700	0.5 m.	0.3 m.
e ₂ = jaspeado	d ₂ = 600	0.7 m.	0.5 m.
e ₃ = rojo	d ₃ = 400	1 m	0.8 m.

Fuente: elaboración propia.

5.3.6. Tratamientos

En el siguiente cuadro se presentan los 9 tratamientos evaluados en el ensayo distribuidos en 27 unidades experimentales.

Cuadro: 8. Interacción entre FE (Ecotipos de papalisa) y FD (Densidades de siembra).

ecotipos	Densidades de siembra		
	D ₁	D ₂	D ₃
E ₁	E ₁ D ₁ = T1	E ₁ D ₂ = T2	E ₁ D ₃ = T3
E ₂	E ₂ D ₁ = T4	E ₂ D ₂ = T5	E ₂ D ₃ = T6
E ₃	E ₃ D ₁ = T7	E ₃ D ₂ = T8	E ₃ D ₃ = T9

Obteniéndose: 9 tratamientos x 3 bloques = 27 unidades experimentales

5.3.7. Dimensiones del area experimental

- Area total = 858,8 m².
- Area experimental = 777,6 m².
- Area de utilidad neta = 626,4 m².
- Area de cada unidad experimental = 28,8 m².
- Area neta de cada unidad experimental = 23,2 m².
- Pasillos y bordes (separación entre bloque) = 0,5 m.
- Efecto de borde de cada unidad experimental = 0,4 m.

El croquis experimental en anexo 7, Cálculo de número de plantas y cantidad de semillas en anexo 8

5.3.8. Análisis Estadístico

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa S.A.S (Statistical Analysis System, Versión 11.12) y la comparación de medias con la prueba de Duncan. Se efectuó el análisis de varianza para las variables de estudio a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ y las decisiones de significancia son:

PR > 0.05	No presenta diferencias significativas (NS)	Se acepta la hipótesis nula (H ₀)
PR < 0.05	Presenta diferencias significativas (*)	Se acepta la hipótesis alterna (H _a)
PR < 0.01	Presenta diferencias altamente significativas (**)	Se acepta la hipótesis alterna (H _a)

5.4. Trabajo de campo

5.4.1. Preparación del terreno

La preparación de terreno para el ensayo se realizó un mes antes de la siembra (mes de julio), para la roturación se utilizó la yunta (facilita la aireación del suelo), para luego proceder al mullido, desterronado, posterior nivelado.

5.4.1.1. Muestreo del suelo

Antes del establecimiento del cultivo, se tomaron 20 muestras del suelo siguiendo el método zig-zag de todo el área experimental el conjunto de muestras se homogeneizó y por "cuarteo" se obtuvo un kilo de muestra representativa lo cual fue enviada al laboratorio del Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN), para el respectivo análisis físico químico del suelo.

5.4.1.2. Demarcación del área experimental

Se procedió a medir el área experimental con wincha, para cada bloque y el tamaño de las unidades experimentales y los pasillos, según el croquis del área experimental (anexo 7), para luego realizar los surcos según las densidades de siembra

5.4.1.3. Siembra y abonamiento

La siembra se realizó con la apertura de surcos manualmente con la ayuda del lampón o alada y liwkhana, luego se procedió a colocar estiércol de ovino

(humificado) a chorro continuo manualmente en todos los surcos (2.4 Tn/ha) y ceniza en los surcos a razón de un manojo cerca de cada tubérculo semilla de papalisa (aproximadamente de 30 a 35 gr de ceniza o 1.56 Tn/ha), depositando un tubérculo semilla por golpe en el surco a diferentes distancias de siembra.

5.4.1.4. Delimitación de la parcela

Se procedió a delimitar los bloques, las parcelas principales, subparcelas, pasillos y posterior estacado de todo el area experimental acordonado con lienzo de acuerdo a las dimensiones establecidas en el croquis del ensayo (anexo 7), para luego proceder al colocado de letreros y numeración de bloques con asignación de respectivos unidades experimentales por tratamiento.

5.4.1.5. Labores culturales

a) Aporque y deshierbe

Se realizaron tres aporques manualmente a los 102 días después de la siembra con la ayuda de liwkhana, el segundo en el mes de diciembre y en la última semana del mes de febrero por inclemencias del tiempo (hubo granizo, precipitación fuerte en menor tiempo y momentáneo), por estas causas se implemento un tercer aporque mas el respectivo deshierbe aislando las hierbas diferentes al cultivo para evitar la competencia por nutrientes.

b) Control fitosanitario

Durante el ciclo del cultivo se constató la presencia del pulgón negro (*Aphis fabae*) en el ápice de la planta en algunas unidades experimentales y en la fase de formación del botón floral, para lo cual se realizó fumigaciones foliares preventivas con el macerado de tarwi (semillas), a una dosis de 50 gr./mochila de 20 lt, (5 gr. del macerado para 2 lt de agua).

Por la ausencia de periodos de lluvias (seguía), en la fase de emergencia, el cultivo fue atacado por la perdiz (*p'isaqa*), escarba diferentes lugares del surco y deja al descubierto las raices y formación estolones.

5.5. Variables de respuesta

La evaluación se efectuó en base a datos de campo promedios de cada unidad experimental.

5.5.1. Variables fenológicas

5.5.1.1. Emergencia

La medición de datos del porcentaje de emergencia se realizó cuando más del 50% de las plántulas emergieron a la superficie. Lo cual se registró a los 78 días después de la siembra (DDS). Para determinar el porcentaje de emergencia se realizó el recuento de plantas emergidas de cada unidad experimental (según tratamientos), en relación al total de tubérculos sembrados en cada unidad experimental, para luego transformarlos en porcentajes.

5.5.1.2. Días a la floración.

Son los días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que el 50% de las plantas muestren el inicio de la floración, instante en que se procedió a tomar los datos, lo cual se manifestó a los 156 días transcurridos desde la siembra hasta el inicio de la floración de los primeros botones florales, se contabilizó por conteo de las ramas florales de cada tallo principal de las plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental para obtener el número de botones florales que florecieron.

5.5.1.3. Días a la cosecha

Los días a la cosecha, es el tiempo transcurrido desde la siembra hasta el momento del amarillamiento generalizado del área foliar de las plantas, la cosecha se realizó manualmente con la ayuda de la liwkhana, previo a la observación de la madurez fisiológica de los tubérculos (frotación de la epidermis) a los 237 días después de la siembra (DDS), mas halla de este periodo la papalisa se vuelve “carotozo” (cubierto por una capa considerado de mala calidad del tubérculo).

Se tomó como base 10 plantas seleccionadas por sorteo al azar de cada unidad experimental, que fueron evaluadas considerando la aplicación de diferentes

distancias de siembra, dichas plantas fueron cosechadas por separado para luego tomar los datos y promediarlos, según las variables respuestas respuesta del trabajo experimental.

5.5.2. Variables agronómicas

5.5.2.1. Altura de la planta

Para el registro de datos de altura de la planta se procedió a medir con la regla graduada en centímetros desde la base de el cuello del tallo (nivel del suelo), hasta la parte apical de la planta, en diferentes fases fenológicas para luego promediarlos, para la evaluación se tomo encuesta cuanto las plantas alcanzaron la máxima cobertura foliar y altura.

Los datos se registraron de las diez plantas muestreadas tomadas al azar por sorteo de cada unidad experimental, descartando los extremos para evitar el efecto de bordura y cabecera.

5.5.2.2. Diámetro del tallo

El diámetro del tallo se evaluó en cada fase fenológica considerando la ultima evaluación cuanto las plantas alcanzaron una máxima cobertura foliar casi a la finalización de la floración, las mediciones se realizó con la ayuda de un calibrador (vernier) registrados en centímetros, se registro de los tallos principales por planta a una altura de 3-5 cm. del suelo, de las 10 plantas seleccionadas de cada unidad experimental.

5.5.2.3. Número de tallos por planta

El número de tallos por planta fue evaluado después de la fase de floración (223 DDS), debido a que en esta etapa fenológica la cantidad de tallos es invariable. Se considero a los tallos principales que generalmente son los más robustos que los secundarios. Para determinar el número de tallos por planta se promediaron de las 10 plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental.

5.6. Variable comportamiento productivo de la papalisa

5.6.1. Número de tubérculos por planta

Para lo cual luego de cosechar se procedió a contar el número de tubérculos por planta, de las plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental y tratamiento para luego promediarlos y registrar los datos.

5.6.2. Peso del tubérculo por planta

Para determinar el peso de tubérculo por planta se consideraron todos los tubérculos cosechados de las 10 plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental y por tratamiento, se peso en la balanza tipo reloj para luego promediar el peso del tubérculo por planta.

5.6.3. Clasificación de tubérculos por tamaño y peso

La clasificación de tubérculos por tamaño en cada planta se realizo manualmente y pesado en la balanza de precisión en gramos de las 10 plantas seleccionadas al azar por sorteo, guiados por la escala propuesta por López y Hermann (2004), la que clasifica a los tubérculos en 5 tamaños (extra, comercial, primera, segunda, tercera), según su longitud y peso, descartando aquellos tubérculos que presentan daños mecánicos, por plaga o pudrición.

Cuadro: 9. Clasificación de tubérculos de papalisa de acuerdo a su peso, tamaño y forma

Categoría	Peso (gr.)	Diámetro (cm.) (forma redondo)	Observaciones (Tubérculos sanos)
grande	> 25 gr.	> 3 a 4	Comercial ≠ precio
mediano	±>16 gr.	> 2 a 2.5	Estándar, preferencial
pequeño	8 a 12 gr.	= > 1.5	“Para semilla” y consumo
muy pequeños	< 6.5 gr.	<1.5	Alimentación “porcina”

Fuente: Elaboración Propia, Quilima (2009-2010).

Para el caso del ensayo se modifico la escala de clasificación propuesta, por razones que no esta adecuado a nuestro medio de producción del altiplano donde la mayoría de los tubérculos generalmente son de diferentes tamaños (mediano a pequeño) y a la vez la forma general de los tubérculos es redondo a ovalado en el area de estudio

y otras comunidades, los ecotipos de papalisa generalmente no presentan mayor tamaño.

5.6.4. Rendimiento del tubérculo de papalisa

El rendimiento fue evaluado después de la cosecha, para tal efecto se tomo en cuenta las 10 plantas marveteadas sorteadas al azar de cada unidad experimental por tratamiento para luego ser registrados en el cuaderno de campo, considerando el efecto de borde de 0.4 m, el peso del tubérculo de cada tratamiento se constituye en el rendimiento, lo cual se peso en la balanza tipo reloj y el uso de la romana, se expreso el rendimiento promedio del tubérculo de cada unidad experimental de la parcela útil, para luego transformarlos en Kg./ha.

5.7. Variables Económicas

Las variables económicas del ensayo se establecieron, sobre la base del método de evaluación económica de los presupuestos parciales como herramientas útiles para organizar datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios en el proceso productivo, de los tratamientos alternativos al analizar los resultados. A objeto de comparar la ventaja económica de los tres ecotipos de papalisa con relación a los tratamientos o densidades de siembra (Perrin *et al.*, 1998).

5.7.1. Tasa de retorno Marginal

Indicador que ayuda a determinar el margen de ganancia aparte de recuperar el capital invertido. La relación se expresa dividiendo el beneficio neto marginal entre el costo marginal, para esto se empleo la siguiente relación:

$$\text{TRM (\%)} = (\text{BN2} - \text{BN1}) / (\text{CV2} - \text{CV1}) = \text{BNM} / \text{CM}$$

Donde:

TRM = Tasa de retorno Marginal	BN = Beneficio Neto (Bs.)
CV = Costo Variable (Bs.)	BNM = Beneficio Neto Marginal (Bs.)
CM = Costo Marginal (Bs.)	

5.7.2. Relación Beneficio Costo

La relación Beneficio Costo es un indicador que determina la rentabilidad de cada uno de los tratamientos, se obtiene por la división del beneficio bruto entre el costo total de producción, cuya fórmula es:

$$\boxed{\text{RB/C} = \text{IB (Bs.)} / \text{CV (Bs.)}}$$

Donde:

RB/C = Relación Beneficio Costo

Bb o IB = Beneficio bruto o Ingreso Bruto (Bs./ha)

Cp o CV = Costo de producción total o Costo Variable (Bs./ha)

La relación beneficio costo es determinado según valores:

Si el resultado es mayor a 1 significa que existe rentabilidad; si es igual a 1 significa que los ingresos solo cubren los costos de producción; pero si el resultado es menor a 1 significa que no hay rentabilidad.

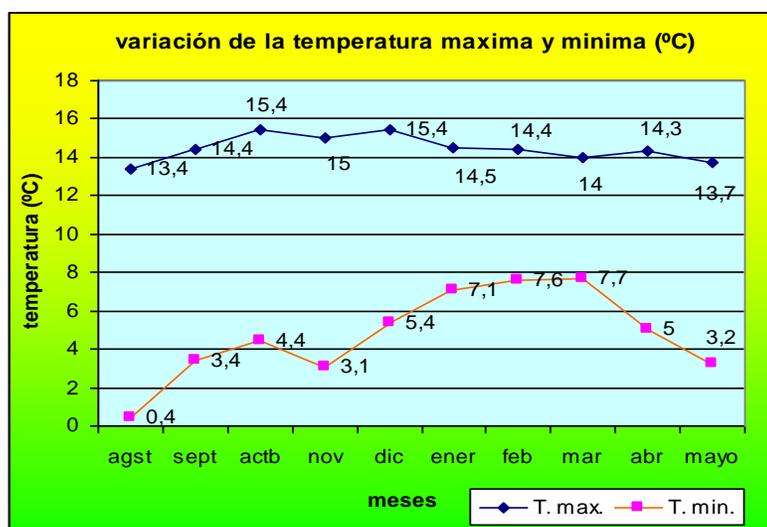
VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Condiciones Climáticas

La variación de temperaturas máximas, mínimas y la precipitación pluvial, fueron obtenidas de los registros meteorológicos de la estación de Carabuco (SENAMHI), de la gestión agrícola 2009-2010, (anexo 5 y 6).

6.1.1. Temperatura

Según la gráfica 1, las variaciones de temperaturas máximas, mínimas registradas durante el ciclo vegetativo del cultivo, se observa que la temperatura máxima se registra entre los meses de octubre, noviembre y diciembre con 15.4 °C no hubo mucha diferencia con otros meses y la mínima se presentó en el mes de agosto con 0.4 °C y en el mes de noviembre con 3.1 °C y no se registraron heladas de mayor incidencia que afecten al cultivo.



Fuente: datos estación meteorológica de carabuco (SENAMHI 2009-2010)

Gráfica: 1. Variación de Temperaturas máximas y mínimas

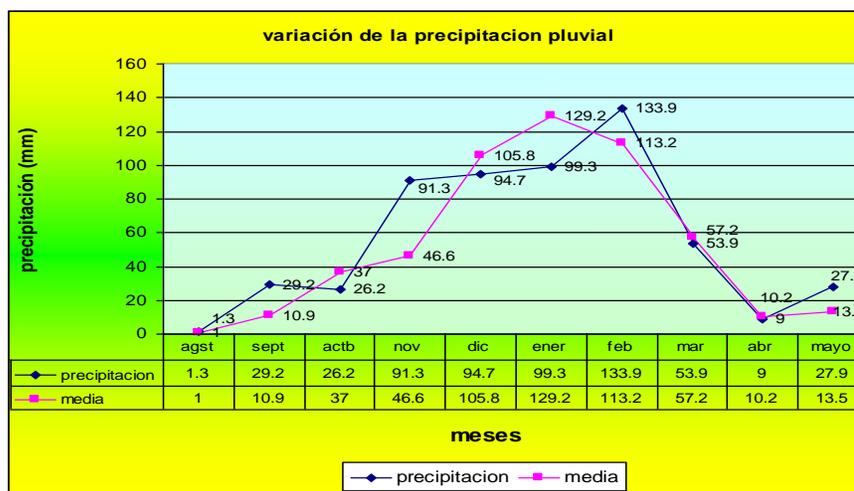
Las temperaturas máximas y mínimas son aceptables para el desarrollo del cultivo de papalisa, PROINPA (2003), señala que el cultivo de la papalisa, se desarrolla en climas fríos y húmedos con temperaturas que oscilan entre los 8 y 14 °C. Lo cual es una especie tolerante a heladas y granizada presentando buena capacidad de rebrote foliar. Sin embargo si la temperatura supera los 22 °C afecta el desarrollo de

los tubérculos, por lo que se puede aseverar que no hubo problemas con relación a la temperatura para el desarrollo normal del cultivo. La temperatura máxima promedio en el area de estudio (14.5°C), lo cual es adecuado para el cultivo y a la vez es tolerante a temperaturas irregulares.

La presencia de heladas no es uniforme en el mismo area, algunos lugares con mayor intensidad y en otros sectores con presencia de heladas leves.

6.1.2. Precipitación

La precipitación en el area de estudio, estuvo distribuida de forma irregular durante el desarrollo del cultivo, como se observa en la gráfica 2. La mínima precipitación se registro en el mes de agosto con 1.3 mm, incrementando significativamente hasta llegar a un máximo en el mes de febrero de 133.9 mm, luego existe un descenso irregular desde el mes de marzo, abril llegando a 10.2 mm respectivamente.



Fuente: SENAMHI (2009-2010)

Gráfica: 2. Variación de la precipitación Pluvial

Durante las fases de mayor requerimiento del cultivo la precipitación no se distribuyó uniformemente (gráfica 2). La precipitación total acumulada registrado durante los diez meses del desarrollo del cultivo alcanzó a 593.1 mm.

Al respecto PROINPA (2003), menciona que el requerimiento de agua promedio oscila entre 700 a 885 mm/año para el cultivo de papalisa. Pese a la mínima precipitación de los meses anteriores, el aporte de agua fue oportuno para el cultivo.

Y a la vez se afirma que el altiplano y los valles de mayor altitud de Bolivia forman parte de los "Andes de alto riesgo climático", caracterizados por poca precipitación y extrema variabilidad climática. (Tapia, 1993 citado por Hellín e Higman, 2002), también se menciona que el cultivo de papalisa se adaptada a periodos secos del altiplano. En su desarrollo, no tolera periodos de excesiva lluvia. (Vimos *et al.*, 1992).

6.2. Análisis físico químico del suelo

Según el cuadro 10, se presentan los parámetros del análisis físico químico del suelo del area de estudio (anexo 9), la interpretación de estos valores se realizó a partir de las tablas (anexo 10) propuestas por Chilon (1997) y Villaroel (1998).

Cuadro: 10. Análisis físico químico del suelo antes de la siembra

Análisis físico	resultados
Arcilla (Y) (%)	18
Limo (L) (%)	24
Arena (A) (%)	58
Clase textural	Franco arcilloso
Análisis químico	
Materia orgánica (%)	2.53
Nitrógeno total (%)	0.11
Fósforo asimilable ppm.	14.37
Potasio K (meq/100gr de suelo)	0.29
Calcio Ca (meq/100gr de suelo)	1.44
Magnesio Mg (meq/100gr de suelo)	0.96
Sodio Na (meq/100gr de suelo)	0.17
Capacidad de intercambio Catiónico CIC (meq/ 100 gr. de suelo)	3.36
Conductividad eléctrica CE (dS/m) 1:5	0.061
pH 1:5 suelo/agua	4.45
Total de bases de intercambio T.B.I. (meq/ 100 gr. de suelo)	2.86

Fuente: Laboratorio Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (2009).

- **Clase textural**

La clase textural del area experimental corresponde a una textura Franco arcilloso, al respecto Villaroel (1998), los suelos formados por esta clase de textura, presentan alta capacidad de retención de humedad. Por la presencia de altos contenidos de arcilla y limo fino, suelos que presentan características poco deseables. Para mantener alta productividad, requieren un manejo adecuado del suelo. En este tipo de textura, no se recomienda usar implementos de labranza de discos, a parte de destruir la estructura del suelo, provoca dos efectos negativos al mismo tiempo:

- Formación de costras superficiales en el terreno, que impiden el desarrollo normal del cultivo y la infiltración del agua.

- Formación acelerada de capas compactadas, por debajo del piso del arado los mismos por acumulo del agua de la lluvia son trasladados a la parte baja del piso del arado causando pobre aireación del suelo (tapado de poros), que en poco tiempo compacta y permeabiliza el subsuelo. Estos dos procesos físicos, afectan al desarrollo normal del cultivo.

- **Materia orgánica**

El contenido de materia orgánica muestra un valor de 2.53%, según Villaroel (1998), el valor de 2.53% es bajo, de ligero a moderado respuesta del cultivo al nitrógeno, para su mantenimiento del suelo agrícola se debe incorporar nitrógeno (abono).

- **Nitrógeno (N₂)**

El análisis del suelo reporto un valor nitrógeno total de 0.11%, al respecto Villaroel (1998), indica que el valor de nitrógeno total de 0.11% es bajo, la respuesta del cultivo a la fertilización nitrogenada o aplicando abono (ovino, vacuno, etc.), su presencia facilita la absorción de otros nutrientes, en el proceso de la fotosíntesis.

- **Fósforo (P)**

El fósforo Asimilable con un valor de 14.37 ppm, suelo que corresponde a un nivel moderado, la respuesta del cultivo que se debe aplicar fósforo para mantenimiento del suelo agrícola. Para Villaroel (1998), menciona que el fósforo ayuda a que las raíces desarrollen rápidamente, ayuda a la maduración de tubérculos y es vital para la formación de la semilla.

- **Potasio (K)**

Se reporta que el potasio intercambiable en el suelo es muy bajo, con una cantidad media de 0.29 meq/100 gr. s.s, la respuesta del cultivo se debe incorporar K al suelo agrícola (hasta moderado 0.3 meq/100 gr. s.s), para el normal transporte de la sabia

dentro de la planta, elemento esencial para el desarrollo normal de la planta, mejora la tolerancia a heladas y resistencia a las enfermedades. (Agrofert, 200..).

Al respecto Villaroel (1998), menciona que el potasio tiene una fuerte influencia en la textura, coloración y sabor de los tubérculos, conservación de la misma dando más firmeza a la piel y resistencia a los golpes.

- **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)**

La CIC reporta un valor de 3.36 meq/100gr.s.s, el cual corresponde a un valor muy bajo, al respecto Chilón (1997), indica que la retención e intercambio de nutrientes en la solución del suelo es baja para intercambiar cationes, afecta en el desarrollo del cultivo, de la misma manera el valor de la CIC aumentara a medida que se proporcione la cantidad de materia orgánica. La baja CIC se puede atribuir a la extracción de nutrientes del anterior cultivo.

- **Conductividad Eléctrica (CE) y pH**

La conductividad eléctrica del suelo presenta un valor de 0.061 dS/cm 1:5, indica que no hay problemas de salinidad, la concentración de sales en la solución del suelo es baja. La baja proporción de sales, contribuye a que no exista el aumento del pH, favoreciendo la actividad de los microorganismos y la normal absorción del agua al interior de la planta¹ (Chilón, 1997)

El pH registró un valor de 4.87, corresponde a una clasificación fuertemente ácido. Al respecto Villaroel (1998), asevera que el pH óptimo del suelo para los tubérculos esta entre los valores de 5.0 - 7.0.

6.3. Variables Respuesta Fenológicas

6.3.1. Porcentaje de Emergencia a 78 días después de la siembra (DDS)

- Según el análisis de varianza del cuadro 11, no presenta significancia estadística al 5% entre bloques, entre ecotipos, entre densidades y interacción entre ecotipo por

¹ http://www.omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/48/html/sec_6.html.

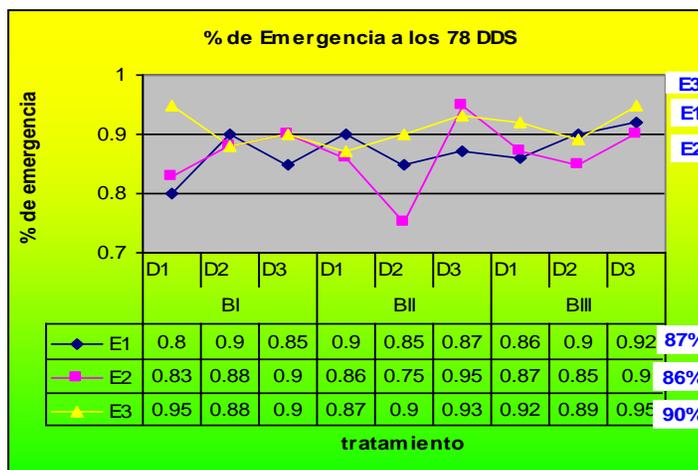
densidad de siembra. La no significancia posiblemente sea debido a que los tubérculos semilla fueron seleccionados con mínima diferencia en peso (14-19 gr), casi similares en tamaño (diámetro de 2-2.3 cm.) y a la vez se atribuye a la profundidad de siembra (promedio de 10 cm. del lomo del surco).

Cuadro 11. Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia

FV	GL	SC	CM	Ft (5%)	Fc	Pr>F (0.05)
1BLOQ	2	18.28629	9.148148	6.94	0.63	0.559 NS
2 ECTP (E)	2	90.96296	45.48148	6.94	3.15	0.101 NS
3 Error (Ectp)	4	16.59259	4.148148			
4 DENS (D)	2	76.07407	38.03703	3.88	2.64	0.143 NS
5 ECOT*DENS	4	61.48148	15.37037	3.26	1.07	0.408 NS
6 Error (Dens)	12	173.1111	14.42592			
7 Total	26	436.5185				

CV = 4.29%

Según la gráfica 3 se presenta los valores de los promedios del porcentaje de emergencia a los 78 días después de la siembra, donde numéricamente son diferentes no muy distantes entre un valor a otro, donde el ecotipo rojo (E3) presenta 90% de emergencia en promedio con mayor poder de emergencia; seguido de los ecotipos amarillo (E1) y jaspeado (E2) con promedios entre 87 y 86% de emergencia respectivamente. Las distancias de siembra (D1, D2, D3) entre surcos y entre plantas no influyeron en la fase de emergencia en los ecotipos de papalisa.



Fuente: trabajo experimental Prov. Camacho, Quilima.

Gráfica: 3. Porcentajes de emergencia a los 78 días después de la siembra (DDS)

Posterior a la toma de datos el porcentaje de emergencia se completo al 99 %, entre los ecotipos de papalisa, los valores de la mayor porcentaje de emergencia es atribuible a la utilización de tubérculos semilla seleccionada casi homogénea con relación al tamaño “mediano” y peso (14 - 19 gr.).

Al respecto Castillo y Tapia (1998), indica que la emergencia se presenta entre los 36 y 56 días después de la siembra y esta en función de la precipitación, humedad, temperatura, tamaño, madurez fisiológica del tubérculo semilla. Los días a la emergencia talvez se hubiese acercado al valor que presenta el investigador, lo cual no fue posible por la ausencia de lluvias en esta fase fenológica de mayor requerimiento de humedad, en el ensayo se prolongaron hasta los 78 días después de la siembra (agosto a octubre de la primera semana) lo cual influyó en la prolongación de la fase de emergencia.

6.3.2. Días a la Floración

De acuerdo al cuadro 12 del análisis de varianza no existen diferencias significativas estadísticamente a ninguna variable de la fuente de variación respecto a los días de floración del cultivo de la papalisa a diferentes distancias de siembra. Esta situación se puede atribuir probablemente a efectos climáticos adversos (granizada, irregular distribución de lluvias, helada, vientos fríos bruscos, cambio brusco de temperatura, influencia de la altura a nivel del mar, mayor incidencia de los rayos solares, etc.) y las características genéticas de los ecotipos en estudio, que alteraron su comportamiento normal de la floración (no concluyeron de florecer).

Cuadro: 12. Análisis de varianza (ANVA) de días a la floración a 211 DDS

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Pr>F
1BLOQ	2	0.61478	0.3074	0.41	6.94 NS	0.673
2 ECOT (E)	2	2.54205	1.2710	1.69	6.94 NS	0.225
3 Error (Ectp)	4	3.27121	0.8178			0.409
4 DENS (D)	2	1.53871	0.7694	1.02	3.88 NS	0.383
5 ECOT*DENS	4	0.92108	0.2303	0.31	3.26 NS	0.868
6 Error (Dens)	12	10.21448				
7 Total	26					

CV = 4.62 %

Respecto a la floración (figura 14), de manera general el tallo principal lleva de 3 a 6 ramas florales por tallo que están distribuidas en la parte central de la misma, cubiertos parcialmente por el follaje de la planta, en el ensayo cada rama floral tiene en promedio de 12 a 20 botones florales (inflorescencias) formados, los últimos botones florales en su mayoría no florecieron por diferentes factores climáticos adversos ya mencionados que afectaron el normal desarrollo del mismo. En la fase final de la floración en su mayoría las flores no formaron semillas (se encontró de 2 a 3 semillas por planta)



Fuente: trabajo experimental gestión 2009-2010. Quilima.

Figura: 14. Ecotipo amarillo en la fase final de la floración a 211 DDS.

La floración del ecotipo amarillo y jaspeado se inicio desde los 140 días en adelante y el ecotipo rojo con inicio a los 156 días, esto posiblemente sea debido a la influencia de la falta de humedad, influencia de la altura a nivel del mar, deficiencia de nutrientes en el suelo y las características genéticas de cada ecotipo, etc.

Al respecto López y Hermann (2004), indica que la floración se inicia a los 43 días después de la emergencia y tiene tres momentos de incremento. El segundo es de incremento rápido y tiene lugar desde los 85 hasta los 155 días (aproximadamente 70 días de duración), en que se produce la floración plena con un total de 52 inflorescencias por planta. Según el ensayo la floración se inicio a los 145 a 211 DDS con 66 días de duración, se promedio de 4 tallos principales con 5 a 6 ramas florales ramas florales, presentando 30 inflorescencias por planta. Los días a la floración se prolongo y no así la duración de la floración solo con diferencia de 4 días con relación al investigador.

Las diferencias se atribuyen que en la etapa de formación de botones florales, la ausencia de lluvias más la presencia de la granizada y la influencia de vientos fríos secos, estos factores climáticos posiblemente afectaron en la formación, número de botones florales y el alargamiento de los días a la floración, las distancias de siembra no influyeron en días a la floración.

6.3.3. Cosecha o madurez fisiológica.

Según la figura 15, muestra la cosecha de papalisa que se realizó simultáneamente a los 237 días después de la siembra manualmente, esta actividad es más laboriosa que la cosecha de la papa, cuenta con mayor número de tubérculos de diferentes tamaños por lo cual se requiere mayor tiempo, habilidad y paciencia para no dañar a los tubérculos al momento de escarbar con la liwkhana. Al respecto Espinosa (1996), afirma que en la cosecha un jornalero puede recoger entre 10 a 15 quintales de papa por día (1 qq= 46 Kg.), en cambio en la cosecha de papalisa apenas se logra recoger entre dos a tres quintales por día ya que los tubérculos son pequeños y numerosos, el agricultor durante la cosecha está en posición hincado, se cansa con facilidad, por lo cual un jornalero solicita mayor remuneración monetaria (pago)



Fuente: Fotos del trabajo experimental Prov., Camacho, Quilima (2009-2010).

Figura: 15. Cosecha de los tres ecotipos de papalisa

6.4. Variables Agronómicas

6.4.1. Altura de planta de papalisa

Según el cuadro 13 del análisis de varianza de altura de plantas no presenta significancia estadística en ninguno de las variables de la fuente de variación, el coeficiente de variación es del 10%, indica que los datos son confiables.

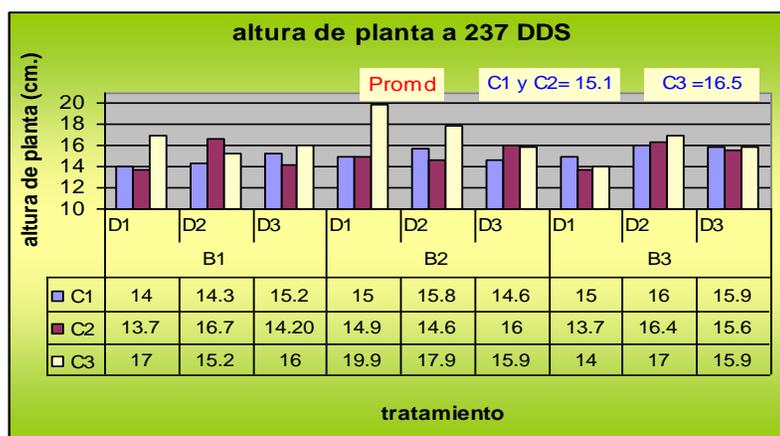
Cuadro 13. Análisis de varianza de altura de plantas a 237 DDS

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft(5%)	Pr>F
1BLOQ	2	6.47629	3.23	1.35	6.94 NS	0.29
2 ECOT (E)	2	3.43407	1.71	0.72	6.94 NS	0.50
3 Error (Ectp)	4	10.7170	2.67	1.12		0.39
4 DENS (D)	2	9.46740	4.73	1.97	3.88 NS	0.18
5 ECOT*DENS	4	8.37259	2.09	0.87	3.26 NS	0.50
6 Error (Dens)	12	28.8066				
7 Total	26					

CV = 10 % NS = no significativo FV = fuente de variación

Esta situación de la no significancia se atribuye probablemente a la poca diferencia entre los datos promedio de la altura de plantas o el diseño aplicado no precisa los valores promedio de la altura de planta, también a factores climáticos adversos.

En la gráfica 4 se observa los datos promedios de altura de planta, donde la mayor altura a 237 días presenta el ecotipo rojo con 16.8 cm. de altura, el ecotipo amarillo con 14.6 cm. y el ecotipo jaspeado de 15.2 cm. de altura en promedio, la menor altura de plantas de papalisa probablemente se debió al daño causado en el área foliar ocasionado por la granizada por tercera vez en las diferentes fases fenológicas y también a la ausencia de lluvias (agosto, septiembre y octubre) en las fases iniciales de mayor requerimiento de humedad.



Fuente: Datos de campo del ensayo, Quilima.
B= bloque D = tratamiento densidades. C = ecotipos

Gráfica 4. Altura de plantas de los tres ecotipos de papalisa a 237 (DDS)

La diferencia de alturas de los ecotipos de papalisa, no es atribuible a la influencia directa a distancias de siembra entre plantas y entre surcos, la altura de plantas varia por el hábito de crecimiento que tiene cada ecotipo.

Al respecto Cárdenas (1989), menciona que la altura de los tallos de papalisa es de 30 a 60 cm de alto y en condiciones de altiplano de Bolivia no se han encontrado tallos mayores a 30 cm de altura. Las diferencias de altura de plantas de papalisa entre el trabajo investigativo de el año 1989 por Cárdenas y el actual trabajo se realizo en condiciones diferentes probablemente se deba a los cambios climáticos adversos y también a periodos prolongados de ausencia de lluvias y a la vez se cultivo en suelos del anterior cosecha de papa, también por la respuesta de la planta a sobrevivir y dejar descendencia a pesar de la influencias no favorables del clima.

En la figura 16 A se observa la altura de planta en la fase de cobertura foliar optima del cultivo a 211 dias después de la siembra, del cual se tomo los últimos datos de altura de planta donde la mínima altura promedio es de 14.1 cm. y la máxima altura es de 19.9 cm. (gráfica 4). En esta fase del desarrollo no alcanzo mayores alturas por posiblemente debido a factores climáticos adversos que influyeron en el normal desarrollo de la planta.

En la figura 16 B se ve el inicio del amarillamiento generalizado de las hojas, donde llega a la fase final del desarrollo y el cese de la altura de la planta, esta fase no se tomo encuesta para los datos de altura de la planta.



16 A



16 B

Fuente: Fotos de trabajo experimental, Prov. Camacho, Quilima

Figura: 16. Altura de planta de papalisa en su mayor cobertura foliar

6.4.5. Número de tallos por planta

Según el cuadro 14, el análisis de varianza no presenta significancia estadística para los diferentes variables de la fuente de variación, con excepción de las diferencias entre los ecotipos de papalisa con relación al número de tallos por planta, existen diferencias significativas estadísticamente.

Cuadro: 14. Análisis de varianza del número de tallos a 237 DDS

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft, (5%)	Pr>F
1BLOQ (BLQ)	2	4.02882	2.01441	5.14	6.94 NS	0.0245
2 ECTP (A)	2	10.41242	5.20621	13.27	6.94 *	0.0009
3 BLOQ*ECOT (EA)	4	1.432955	0.35823	0.91		
4 DENS (B)	2	1.022066	0.51103	1.30	3.88 NS	0.3076
5 ECOT*DENS (A*B)	4	0.662511	0.16562	0.42	3.26 NS	0.7898
6 Error (EB)	12	17.55877	1.46323			
7 Total	26					

CV = 5.11 %

Para establecer diferencias se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan para el número de tallos por planta.

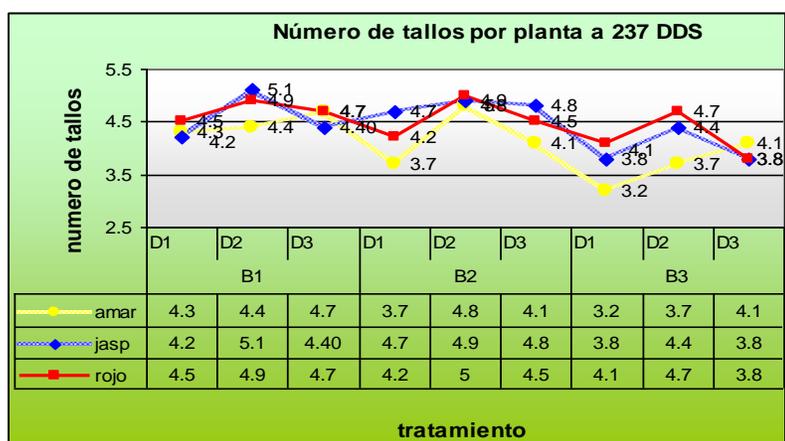
Cuadro: 15. Comparación de medias de Duncan para número de tallos por planta.

Ecotipo	Promedio nº de tallos/planta	Duncan ($\alpha = 5\%$)
Amarillo	4.48	A (4.57)
Jaspeado	4.45	A (4.52)
Rojo	4.11	B (3.55)

Las letras diferentes representan diferencias significativas

De acuerdo al cuadro 15, según los resultados de la Prueba de Duncan, en base a los promedios del número de tallos por planta, donde el ecotipo amarillo presenta un promedio de 4.57 tallos (equivalente a 5 tallos por planta), el ecotipo jaspeado de 4.52 tallos (equivale a 4 tallos por planta) estadísticamente son iguales, respecto al ecotipo rojo presenta menor número de tallos de 3.55 tallos (3 tallos por planta) estadísticamente es significativo y diferente a los dos ecotipos anteriores, se asume esta diferencia probablemente a las características genéticas de cada ecotipo, número de yemas a la selección de tubérculo semilla, con relación al tamaño, peso (cuadro 6, pág. 49). Las distancias de siembra entre surcos y entre plantas no

influyeron en el desarrollo del número de tallos por planta en ecotipos de papalisa, ya que son características fisiológicas independientes de cada ecotipo.



Fuente: En base a datos trabajo experimental de campo – Quilima

Gráfica: 5. Promedio de número de tallos por planta.

Según la gráfica 5 se observa datos del número de tallos en promedio de 3-4 tallos y en algunos casos con 5 tallos por planta, valores que determinan las diferencias significativas. Al respecto Morales (1988), indica que el número de tallos en su generalidad va del orden de 2 -6 y 2 - 4 tallos por planta en ecotipos de papalisa en condición del altiplano a secano según al tamaño de los tubérculos semilla. Lo cual corrobora lo mencionado referido al tamaño y peso con relación al número de tallos.

6.4.6. Diámetro del tallo

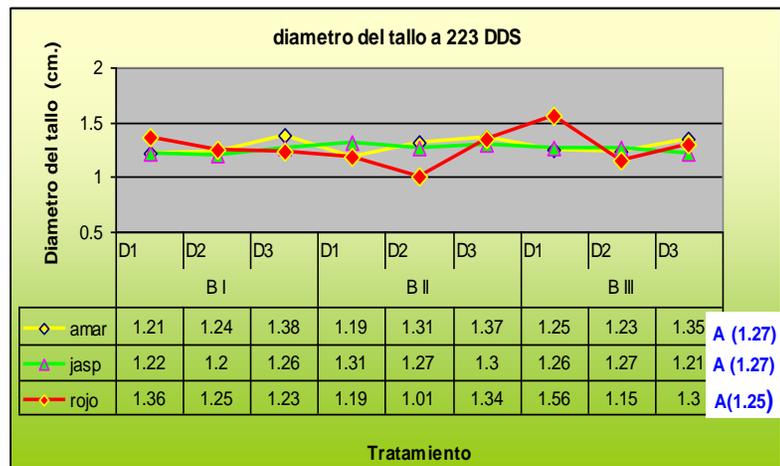
De acuerdo al cuadro 16, el análisis de varianza para el diámetro del tallo, no existen diferencias significativas estadísticamente para las variables de la fuente de variación y el coeficiente de variación es de 12.89%, indica que los datos de diámetro de tallos son confiables.

Cuadro: 16. Análisis de varianza de diámetro del tallo a 211 DDS

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Pr>F
1BLOQ	2	0.0190888	0.00954	0.36	6.94 NS	0.7078
2 ECTP	2	0.0021555	0.00108	0.04	6.94 NS	0.9608
3 BLOQ*ECTP (Ea)	4	0.0959555	0.02399			0.4971
4 DENS (B)	2	0.0192666	0.00963	0.36	6.94 NS	0.7056
5 ECTP*DENS (Eb)	4	0.1043777	0.02609	0.97	3.49 NS	0.4579
6 Error (Eb)	12	0.3219555	0.02683			
7 Total	26					

CV = 12.89 % FV = fuente de variación

La significancia probablemente se atribuye debido a la mínima diferencia entre los datos promedios del diámetro de tallos o el diseño aplicado no precisa los valores mínimos, y a las características genéticas de los ecotipos.



Fuente: En base a datos del trabajo experimental de campo - Quilima

Gráfica: 6. Diámetro del tallo de los ecotipos de papalisa (cm.) a 223 DDS

Según la gráfica 6, se observa que numéricamente hay diferencias entre los valores de diámetro del tallo que no son muy diferenciados, donde el ecotipo rojo presenta valores menores en promedio de diámetro del tallo de 1.25 cm, en cambio los ecotipos amarillo y jaspeado presentan mayor diámetro de 1.27 cm, con mínima diferencia numérica entre los valores promedios. Posiblemente el mayor desarrollo del diámetro del tallo se deba que en algunas partes del surco hubo mayor humedad para su desarrollo del mismo u otras condiciones favorables.

6.5. Variable del comportamiento productivo del cultivo de la papalisa

6.5.1. Numero de tuberculos por planta.

Cuadro: 17. Análisis de varianza de número de tuberculos por planta

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Pr>F (0.05)
1BLOQ (BLQ)	2	68.9629	34.481	2.69	6.94 NS	0.181
2 ECTP (A)	2	234.296	117.14	9.142	6.94 *	0.032
3 BLOQ*ECTP (EA)	4	51.2592	12.814			
4 DENS (B)	2	62.7407	31.370	0.190	3.88 NS	0.8293
5 ECTP*DENS (A*B)	4	284.814	71.203	0.431	3.26 NS	0.7834
6 Error (EB)	12	1980.44	165.03			
7 Total	26					

CV = 15.97%

FV = fuente de variación

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza del cuadro 17 para el factor de estudio, manifiestan diferencias significativas estadísticamente entre ecotipos de papalisa y no así para los demás variables de la fuente de variación. El coeficiente de variación es de 15.97% valor que esta dentro de los limites de aceptación con relación a los datos promedios de número de tubérculos por planta.

Para establecer diferencias entre ecotipos de papalisa se realizó la prueba de Duncan para el número de tuberculos por planta.

Cuadro: 18. Prueba de Duncan para número de tubérculos por planta

Densidad de siembra (entre surco y entre plantas)	Nº de tuberculos/planta Prueba de Duncan (0.05)
D ₃ (1.0–0.8) m	84.556 a
D ₁ (0.5 – 0.3) m	78.667 b
D ₂ (0.7– 0.5) m	78.00 b

Letras diferentes representan diferencias significativas

De acuerdo al cuadro 18, la prueba de Duncan muestra que la densidad de siembra D3 (entre surcos y entre plantas) presenta mayor número de tubérculos por planta en promedio (84.6 tubérculos por planta) estadísticamente es superior a las densidades de siembra D1 y D2 cuentan con menor número de tubérculos (78.7 y 78.0 tubérculos por planta) respectivamente.

En el ensayo se obtuvieron como promedio general de 90 tubérculos por planta, pese a que en tres oportunidades se tuvo la presencia de la granizada en diferentes fases fenológicas, por su rebrote foliar rápido se recupero en algunos dias, además influyo la ausencia de lluvias en la fase de formación de tuberculos, frente a estos fenómenos fue tolerante y tuvo mayor numero de tuberculos, también se puede atribuirse a las características genéticas que posee cada ecotipo y a la adaptación a factores climáticos adversos.

Otra cualidad que resalta la planta de papalisa ante daños ocasionados al area foliar y formación de tubérculos es la presencia de mucílago que esta presente en todo los órganos de la planta es un medio de protección y de adaptación ante fenómenos climáticos adversos como en el caso del altiplano a mayores alturas a nivel del mar,

la otra posibilidad se atribuye al aporque oportuno realizado en tres oportunidades (inicio de la formación de tubérculos, inicio de la formación de botones florales y en la fase de mayor cobertura foliar), favoreciendo a la formación de tubérculos por planta.

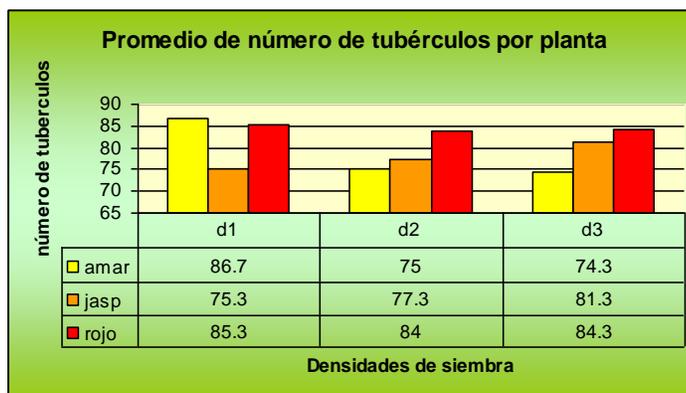


Fuente: Trabajo experimental, Quilima (2009-2010).

Figura: 17. Número de tubérculos por planta

En la figura 17, se observa el número de tubérculos por planta del ecotipo amarillo, generalmente los tres ecotipos de papalisa presentan comportamientos similares en los tres bloques a diferentes distancias de siembra.

En la gráfica 7 se observa en los diferentes densidades de siembra de manera general se denota que la distancia de siembra no influyó en la formación del número de tubérculos por planta como se observa los valores promedios del número de tubérculos por planta con mínima diferencia en cada bloque.



Fuente: trabajo experimental, Quilima (2009-2010)

Gráfica: 7. Número de tubérculos por planta a diferentes densidades de siembra

Relacionado al número de tubérculos según Wiersema (1987), menciona que el número de tubérculos producidos probablemente sea afectado por la densidad de tallos, dependiendo a su vez de la competencia entre los tallos por los factores de crecimiento como los nutrientes, el agua, la luz y a su vez el número, tamaño de tuberculos esta en función a otros factores de crecimiento de los tubérculos.

Según López y Hermann (2004), la papalisa requiere de mayor personal para la cosecha, por el mayor número de tubérculos (121 tubérculos por planta), por la cantidad de tubérculos, hay mayor predisposición al daño mecánico. Con buen manejo, labores culturales oportunas, cosecha en el momento adecuado, se contaría con mayor número de tubérculo por planta (de grandes a medianos con pocos tubérculos pequeños). En el ensayo se tuvo 90 tubérculos por planta, según el investigador realizó en condiciones diferentes de clima, tipo de manejo, de suelo, etc.

6.5.1.1. Efecto de la interacción ecotipos y densidades de siembra en el promedio de número de tubérculos por planta

Cuadro 19. Cuadro de efectos simples

Totales					Promedios				
	NºA	NºJ	NºR			NºA	NºJ	NºR	
D ₁	260	225	223	708	D ₁	86.67	75	74.33	78.67
D ₂	226	232	244	702	D ₂	75.33	77.33	81.33	77.99
D ₃	256	252	253	761	D ₃	85.33	84	84.33	84.55
	742	709	720			82.44	78.77	79.99	

Nº A = Nº de tubérculos del ecotipo amarillo, NºJ= Nº de tubérculos del ecotipo jaspeado, Nº R = Nº de tubérculos del ecotipo rojo ; D1, D2 y D3 = distancias de siembra

Suma de cuadrados de promedio del número de tubérculos por planta por densidad de siembra o sea el comportamiento de la interacción del factor D (densidades de siembra) en los diferentes niveles del factor A (ecotipos de papalisa)

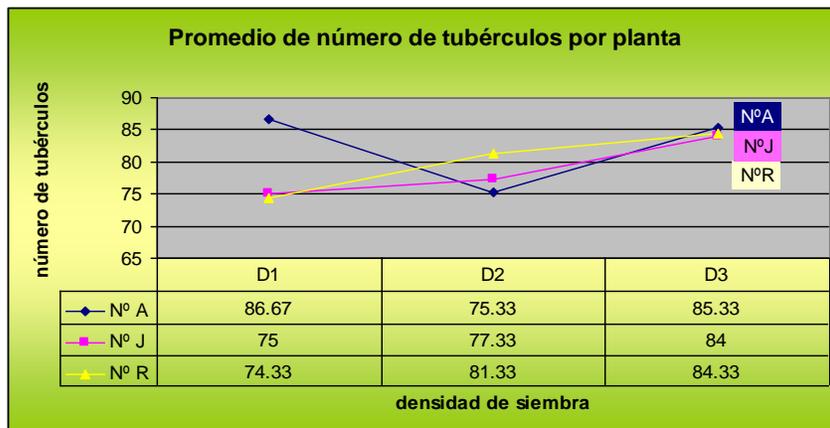
$$\begin{aligned}
 N^{\circ}A &= (86.67 + 75.33 + 85.33)^2 / 3 - (82.44)^2 / 3 (3) = 6067.35 \\
 N^{\circ}J &= (75 + 77.33 + 84)^2 / 3 - (78.77)^2 / 3 (3) = 5530.89 \\
 N^{\circ}R &= (74.33 + 81.33 + 84.33)^2 / 3 - (79.99)^2 / 3 (3) = 4550.59 \\
 D_1 &= (86.67 + 75 + 74.33)^2 / 3 - (78.67)^2 / 3 (3) = 5532.88 \\
 D_2 &= (75.33 + 77.33 + 81.33)^2 / 3 - (77.99)^2 / 3 (3) = 5413.87 \\
 D_3 &= (85.33 + 84 + 84.33)^2 / 3 - (84.55)^2 / 3 (3) = 6355.28
 \end{aligned}$$

Cuadro 20. ANVA de efectos simples para la interacción peso por densidad (P x D)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Ft (1%)
Entre densidades (FB) por (Nº E ₁)	2	6067.35	3033.67	18.38	3.8 *	6.94 **
Entre densidades (FB) por (Nº E ₂)	2	5530.89	2762.44	16.73	3.8 *	6.94 **
Entre densidades (FB) por (Nº E ₃)	2	4550.59	2275.29	13.78	3.8 *	6.94 **
Entre Nº (FA) en la densidad 1 (D ₁)	2	5532.88	2766.44	16.76	3.8 *	6.94 **
Entre Nº (FA) en la densidad 2 (D ₂)	2	5413.87	2706.93	16.40	3.8 *	6.94 **
Entre Nº (FA) en la densidad 3 (D ₃)	2	6355.28	3177.64	19.25	3.8 *	6.94 **
Error	12	1980.44	165.04			
7 Total	26					

El ANVA de efectos simples, presenta diferencias estadísticas, en todos los casos del factor B (Nº E₁, Nº E₂ y Nº E₃) en todo los niveles del factor A (D₁, D₂ y D₃).

Así mismo para concluir el ejercicio, se realiza la gráfica de interacción con los promedios de los factores A Y B:



Nº A = Nº de tubérculos del ecotipo amarillo, NºJ= Nº de tubérculos del ecotipo jaspeado, Nº R = Nº de tubérculos del ecotipo rojo; D1, D2 y D3 = distancias de siembra.

Gráfica 8. Análisis de efectos simples entre pesos por densidad de siembra

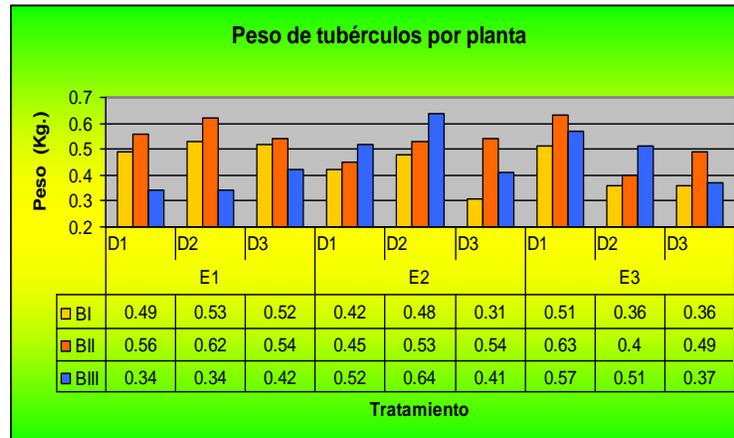
Según la gráfica de efectos simples de la interacción promedio de número de tubérculos por planta por densidad en los tres ecotipos se observó que en el Factor B (densidades) en el eje de la X. Se aprecia que los niveles del FB (D1) tienen comportamiento particular en niveles del FA (ecotipos). Donde, en el nivel D1 (densidad de siembra 1), presentan mayores promedios en número de tubérculos por planta en niveles del ecotipo amarillo (NºA) con 86.7 tuberculos por planta seguidos por los ecotipos jaspeado y rojo (NºJ y NºR,) con 75 y 74.3 tuberculos por planta; en el caso del nivel de la densidad 2 (D2) del Factor B, los niveles del

ecotipo amarillo, jaspeado y rojo del factor A (FA) presentan valores intermedios en promedio de número de tubérculos por planta (75.3, 77.3 y 81.3 tubérculos por planta), en el nivel de la densidad 3 (factor B) los tres ecotipos del factor A presentan mayor a 80 tubérculos por planta (grafica 8).

En el factor A en los niveles de los tres ecotipos de papalisa, el factor B densidades de siembra no influye en el número de tubérculos por planta ya que en las tres densidades de siembra el número de tubérculos por planta son casi similares en valores, el número de tuberculos por planta no depende de la distancia de siembra.

6.5.2. Peso de tubérculos por planta

En la gráfica 9 se observa los pesos de los tubérculos por planta a diferentes densidades de siembra de manera general se denota, el mayor peso de tubérculos por planta alcanzado es 0.64 Kg. y el menor peso es de 0.34 Kg. La distancia de siembra no influyó en el peso de tubérculos por planta, como se observa en los valores promedios del peso de tubérculos por planta.



Fuente: Elaboración a partir de datos de campo (2009-2010)

Gráfica: 9. Peso de tubérculos por planta (Kg.) a diferentes densidad de siembra

Según el cuadro 21, los resultados del análisis de varianza para el peso de tubérculos por planta a diferentes densidades de siembra, presentan significancia estadística al 5% para bloques y para la interacción ecotipo por densidad y no así para las otras variables en estudio. El coeficiente de variación fue de 12.07% lo cual indica la confiabilidad en los datos.

Cuadro: 21. ANVA de peso de tubérculos por planta (Kg. /planta)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Ft (1%)	Pr>F
1BLOQ (BLQ)	2	0.03948	8.9174	5.96	3.8 *	6.94 ns	0.0159
2 ECTP (A)	2	0.00126	24.636	0.19	3.8 ns	6.94 ns	0.8284
3 BLOQ*ECTP (EA)	4	0.06977	59.659				
4 DENS (B)	2	0.0184	3544	2.78	3.8 ns	6.94 ns	0.1017
5 ECTP*DENS (A*B)	4	0.0575	14.627	4.34	3.2 *	5.41 ns	0.0212
6 Error (EB)	12	0.0397	19.738				
7 Total	26						

CV = 12.07 % NS = no significativo * = significativo (p< 0.05) FV = fuente de variación

Para completar el análisis se realizó la prueba de Duncan para el peso de tubérculos por planta con respecto a densidades de siembra (cuadro x).

Cuadro: 22. Prueba de Duncan del peso de tubérculos por planta a diferente densidad de siembra.

Densidad	Prom. Duncan (Kg)	Duncan ($\alpha = 5\%$)
D1	0.498	a
D2	0.491	a
D3	0.440	ab

Fuente: Elaboración propia en base al trabajo de campo (2009.2010)

Según los resultados del cuadro 22, la prueba de Duncan al 5% para el peso de tubérculos por planta, se observa una superioridad en el peso promedio de tubérculos de la D1 y D2 (0.498 y 0.491 Kg.), respecto de la D3 (0.440 Kg.).

Con Relación al peso de tubérculos por planta Wiersema (1987), menciona que el peso de tubérculos producidos probablemente sea afectado por la densidad de tallos, dependiendo a su vez de la competencia entre los tallos por los factores de crecimiento como los nutrientes, el agua, la luz y a su vez el número, tamaño de tuberculos esta en función a otros factores de crecimiento de los tubérculos.

6.5.2.1. Efecto de la interacción ecotipos y densidad de siembra en el peso promedio tubérculos por planta

Cuadro 23. cuadro de efectos simples

Totales					Promedios				
	PA	PJ	PR			PA	PJ	PR	
D1	1.39	1.39	1.71	4.49	D1	0.483	0.463	0.57	0.498
D2	1.49	1.65	1.27	4.41	D2	0.497	0.55	0.423	0.49
D3	1.48	1.26	1.22	3.96	D3	0.493	0.42	0.407	0.44
	4.36	4.3	4.2	11.86		0.484	0.478	0.467	0.476

PA = peso de tubérculos del ecotipo amarillo, PJ= peso de tubérculos del ecotipo jaspeado, PR = peso de tubérculos del ecotipo rojo ; D1, D2 y D3 = distancias de siembra

Suma de cuadrados de peso promedio de tubérculos por planta por densidad de siembra o sea el comportamiento de la interacción del factor D (densidades de siembra) en los diferentes niveles del factor A (ecotipos de papalisa)

$$P. am = (1.39 + 1.49 + 1.48)^2 / 3 - (4.36)^2 / 3 (3) = 0.00202$$

$$P. jsp = (1.39 + 1.65 + 1.26)^2 / 3 - (3.3)^2 / 3 (3) = 0.871$$

$$P. rj = (1.71 + 1.27 + 1.22)^2 / 3 - (4.2)^2 / 3 (3) = 0.05$$

$$D1 = (1.39+1.39+1.71)^2 / 3 - (4.49)^2 / 3 (3) = 0.02$$

$$D2 = (1.49+1.65+1.27)^2 / 3 - (3.41)^2 / 3 (3) = 0.895$$

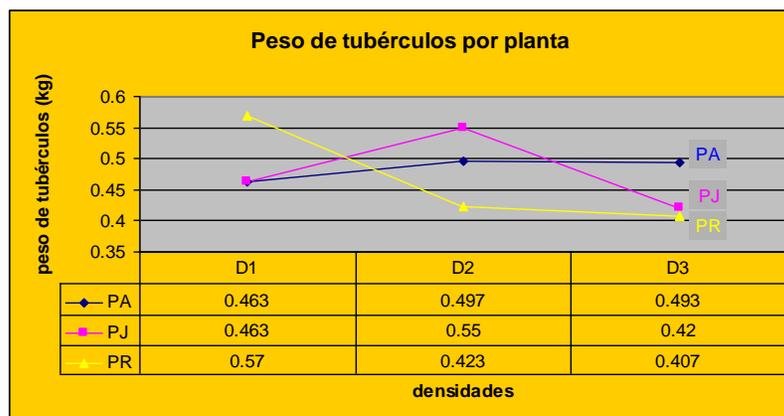
$$D3 = (1.48+1.26+1.22)^2 / 3 - (3.96)^2 / 3 (3) = 0.015$$

Cuadro 24. ANVA de efectos simples para la interacción pesos por densidad (P x D)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Ft (1%)
Entre densidades (FB) por peso (PE ₁)	2	0.00202	0.010	0.0513	3.8 ns	6.94 ns
Entre densidades (FB) por peso (PE ₂)	2	0.871	0.436	22.359	3.8 *	6.94 **
Entre densidades (FB) por peso (PE ₃)	2	0.050	0.025	1.282	3.8 ns	6.94 ns
Entre pesos (FA) en la densidad 1 (D ₁)	2	0.022	0.011	0.564	3.8 ns	6.94 ns
Entre pesos (FA) en la densidad 2 (D ₂)	2	0.895	0.448	22.97	3.8 *	6.94 **
Entre pesos (FA) en la densidad 3 (D ₃)	2	0.015	0.008	0.410	3.8 ns	6.94 ns
Error	12	0.039	0.020			
7 Total	26					

El ANVA de efectos simples, presenta diferencias estadísticas, en el caso del factor B (FB) con el nivel 2 del factor A (PE₂), en el caso del factor A lo cual tuvo una influencia del nivel 2 (D₂) del factor A.

Así mismo para concluir el ejercicio, se realiza los gráficos de interacción con los promedios de cada interacción de los factores A Y B, se realiza la gráfica:



PA = Peso del ecotipo amarillo PJ = Peso del ecotipo jaspeado PR = peso del ecotipo rojo

Gráfica 10. Análisis de efectos simples entre pesos por densidad de siembra

Según la gráfica 10 de análisis de efectos simples de la interacción peso promedio de tubérculos por planta por densidad de siembra en los tres ecotipos se observó que en los niveles del Factor B (densidades), donde, el nivel D1 (densidad de siembra 1), presenta mayor promedio en peso de tubérculos por planta en el nivel del ecotipo rojo (PR) con 0.57kg, los de menor peso de tubérculos por planta en ecotipos jaspeado y amarillo (PJ y PA) ambas con 0.463 Kg.

En el nivel de la densidad 2 (D2) del Factor B, los niveles del ecotipo amarillo y rojo del factor A (FA) no presentan diferencias siendo los valores menores en promedio peso de tubérculos por planta comparado con el nivel del ecotipo jaspeado (PJ), que registra mayor peso en promedio de tuberculos por planta de 0.55 Kg.

Para el caso del nivel de la densidad 3 (D3) de el factor B, el ecotipo amarillo presenta mayor peso en tuberculos por planta (0.49 Kg.) en cambio los niveles del ecotipo jaspeado y rojo no presentan diferencias en peso promedio de tubérculos por planta (0.2 y 0.4 Kg.), de la misma manera que los anteriores variables agronómicas las distancias de siembra no influyen en el peso promedio de los tubérculos por planta.

6.5.3. Clasificación y peso de tubérculos por tamaño.

De acuerdo al cuadro 25, se observa la clasificación promedio de tuberculos según tamaño por planta de los ecotipos de papalisa, los cuales son clasificados en 4 tamaños y su respectivo peso, donde el ecotipo amarillo según el numero de tubérculos por planta se clasifican en grandes, medianos, pequeños, muy pequeños (6, 12, 30, 42), el ecotipo jaspeado de (4, 13, 29, 37) y el ecotipo rojo (4, 9, 23, 49) respectivamente.

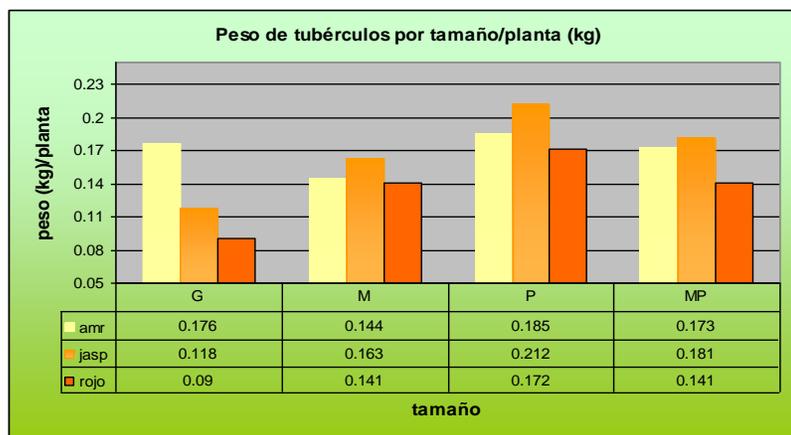
Cuadro 25. Clasificación de tubérculos de papalisa según tamaño por planta.

ecotipos	Ø = (3 > 4.0 cm.)		Ø = (2.0 a 2.5 cm.)		Ø = (<> 1.5 cm.)		Ø = (< 1.5 cm.)		Total	
	Nº de tb.	>25 g	Nº de tb.	±16 g	Nº de tb.	8-12g	Nº d tb.	< 6 g	Nº	wpm
	Grande	w pm*	Mediano	w pm*	Pequeño	w pm*	M. pqñ.	wpm*		
Amarillo	6	176	12	144	30	185	42	173	90	678
rojo	4	118	13	163	29	113	37	181	81	575
Jaspeado	4	0.090	9	141	23	172	49	150	83	582

Fuente: Elaboración propia en base al trabajo de campo (2009.2010)

Ø = Diámetro del tubérculo g = gramos Nº de tb = número de tubérculos
w pm* = peso promedio en gr. (Ej. Cálculo: peso 176 gr/ Nº de tb 6= 29.3 gr peso promedio por tubérculo)

Según el cuadro 25 y la gráfica 11 se observa que los valores promedios de el número y peso de tubérculos clasificados por planta, donde el ecotipo amarillo tiene 6 tubérculos grandes con mayor peso (0.176 Kg.), con 12 tubérculos de tamaño mediano (0.144 Kg.), con 30 unidades de tamaño pequeño (0.185 Kg.), y 42 tuberculos muy pequeños (0.173 Kg.); el ecotipo rojo con 4 tubérculos grandes (0.118 Kg.),13 medianos (0.163 Kg.), 29 pequeños (0.113 Kg.) y los de tamaño muy pequeño con 37 tuberculos (0.181 Kg.); de la misma manera el ecotipo jaspeado tiene 4 tuberculos grandes (0.09 Kg.), 9 de tamaño mediano (0.141 Kg.), 23 pequeños (0.172 Kg.), 49 tuberculos de tamaño muy pequeño (0.150 Kg.) respectivamente. Se observa más tubérculos por planta de tamaño mediano pequeño y muy pequeño en los tres ecotipos de papalisa.



Tamaño de los tubérculos: G = grande M = mediano P = pequeño MP = muy pequeño

Gráfica: 11. Pesos de los tubérculos según tamaño por planta

En los diferentes tratamientos indistintamente se nota la no influencia de las distancias de siembra (entre plantas y entre surcos) en el peso de los tubérculos según tamaño por planta, puesto que en todos los casos se presenta casi similar promedio no presenta mayor variabilidad numérica entre los datos, son casi similares (cuadro 25). Lo cual se atribuye a la respuesta fisiológica que posee cada ecotipo, además al manejo mismo del cultivo de papalisa, factores climáticos y posiblemente a la selección de tubérculo semilla de tamaño aproximadamente homogéneo y al número de aporques realizados, al número de aporques realizados, características genéticas de cada ecotipo.

De forma general según la figura 18, se presenta la clasificación de tubérculos por tamaño en 4 categorías (tamaño grande, mediano, pequeño y muy pequeño), por otro lado se puede asegurar que los tres ecotipos de papalisa presentaron buena presentación para la venta (colores bien vistosos, llamativos y calidad del tubérculo).



Fuente: Foto del trabajo experimental, Quilima (2009-2010)

Figura: 18. Clasificación de tubérculos de papalisa en 4 tamaños

Al respecto Espinosa *et al.* (1996), según la investigación que realizó, menciona que a menor número de aporques aumenta la cantidad de tubérculos pequeños y sin aporques presento mayor porcentaje de tuberculos pequeños, mientras los tratamientos con aporques produjeron menor cantidad de tuberculos pequeños, con 4 aporques no produjeron tuberculos pequeños (1-2%). En el ensayo se realizó 3 aporques, con ello se obtuvo en promedio general de 90 tuberculos por planta.

Cuadro: 26. Análisis de varianza de peso promedio según tamaño de tubérculos.

FV	GL	Grandes	Medianos	Pequeños	Muy pqñs	Ft
1 BLOQ (BLQ)	2	1.151 ns	6.55 ns	4.86 ns	2.54 ns	6.94
2 ECTP (E)	2	1.494 ns	1.56 ns	4.24 ns	2.99 ns	6.94
3 BLOQ*ECTP (EE)	4					
4 DENS (D)	2	0.4759 ns	1.21 ns	1.08 ns	0.48 ns	6.94
5 ECTP*DENS (E*D)	4	4.7762 *	0.33 ns	0.89 ns	0.98 ns	3.49
6 Error (ED)	12	0.0126				
7 Total	26					
CV		25.263	19.249	15.63	22.541	

CV = 25.3 % ns = no significativo * = significativo ($p < 0.05$) FV = fuente de variación

Según el cuadro 26, el análisis de varianza para los pesos de tubérculos de tamaño grande los resultados presentan estadísticamente significativo en la interacción ecotipo por densidad de siembra, en cambio los pesos promedios de los diferentes tamaños de tubérculos, resultaron no significativo en ninguna de las formas de la fuente de variación (para los pesos de tubérculos de tamaño mediano, pequeño y muy pequeño).

Los resultados obtenidos en el peso de los tubérculos por planta probablemente se atribuyan a la influencia a factores abióticos (granizo, vientos fríos bruscos, sequía, fuerte radiación solar) y a características genéticas propios de cada ecotipo. Las distancias de siembra no influyeron en el peso de los tubérculos por planta en ninguno de los tamaños seleccionados. La no diferencia posiblemente sea por la poca diferencia entre los datos promedios de los diferentes tamaños en peso promedio de tubérculos.

Cuadro 27. Prueba de Duncan en peso promedio de tubérculos de tamaño grande

Ecotipos	Peso promedio de tubérculos (Duncan $\alpha = 0.05$)	
	Tamaño grande (Kg.)	
E ₁ (amarillo)	0.176	a b
E ₃ (rojo)	0.117	a b
E ₂ (jaspeado)	0.090	a

Letras iguales son estadísticamente no significativas

Según los resultados del cuadro 27, la prueba de Duncan del peso promedio de tubérculos grandes, el ecotipo amarillo E₁ presenta superioridad en peso (0.176 kg.), seguido por el ecotipo frente a ecotipo rojo E₃ (0.117 Kg.) y el ecotipo jaspeado E₂ con menor peso promedio de tubérculos grandes (0.09 Kg.).

6.5.3.1. Efecto de la interacción ecotipos y densidad en peso promedio tamaño grande

Cuadro 28. Cuadro de efectos simples

Totales (Kg./ha)					Promedios (Kg./ha)				
	PA	PJ	PR			PA	PJ	PR		
D1	0.16	0.117	0.143	0.42		0.16	0.117	0.143	0.14	
D3	0.117	0.15	0.043	0.31		0.117	0.15	0.043	0.1033	
D2	0.19	0.087	0.083	0.36		0.19	0.087	0.083	0.12	
	0.467	0.354	0.269			0.1557	0.118	0.09		

RA = rendimiento del ecotipo amarillo, RJ= rendimiento del ecotipo jaspeado, RR = rendimiento del ecotipo rojo
D1, D2 y D3 = distancias de siembra

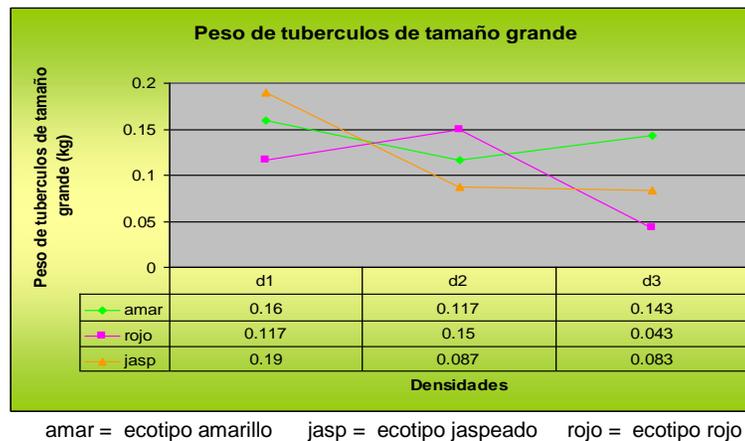
Suma de cuadrados del peso de tamaño grande por densidad de siembra decir el comportamiento de la interacción del factor D (densidades de siembra) en los diferentes niveles del factor A (ecotipos de papalisa)

$$\begin{aligned}
 P. am &= (0.16 + 0.117 + 0.19)^2 / 3 - (0.1557)^2 / 3(3) = 0.0224 \\
 P. rj &= (0.117 + 0.15 + 0.043)^2 / 3 - (0.118)^2 / 3(3) = 0.0111 \\
 P. jsp &= (0.143 + 0.043 + 0.083)^2 / 3 - (0.09)^2 / 3(3) = 0.0088 \\
 \\
 D1 &= (0.16 + 0.117 + 0.143)^2 / 3 - (0.14)^2 / 3(3) = 0.0177 \\
 D3 &= (0.117 + 0.15 + 0.043)^2 / 3 - (0.1033)^2 / 3(3) = 0.0115 \\
 D2 &= (0.19 + 0.087 + 0.083)^2 / 3 - (0.12)^2 / 3(3) = 0.0153
 \end{aligned}$$

Cuadro 29. ANVA de efectos simples para la interacción peso de tubérculo de tamaño grande por densidad de siembra (R x D)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Ft (1%)
Entre densidades (FB) por peso tño grande (RE ₁)	2	0.0224	0.112	0.888	3.8 ns	6.94 ns
Entre densidades (FB) por peso tño grande (RE ₃)	2	0.0111	0.0055	0.436	3.8 ns	6.94 ns
Entre densidades (FB) por peso tño grande (RE ₂)	2	0.0088	0.0044	0.392	3.8 ns	6.94 ns
Entre peso tño grande (FA) en la densidad 1 (D ₁)	2	0.0177	0.0088	0.702	3.8 ns	6.94 ns
Entre peso tño grande (FA) en la densidad 3 (D ₃)	2	0.0115	0.0057	0.456	3.8 ns	6.94 ns
Entre peso tño grande (FA) en la densidad 2 (D ₂)	2	0.0153	0.0765	6.071	3.8 *	6.94 **
Error	12	0.0126	0.00105			
7 Total	26					

Según el cuadro 29, el ANVA de efectos simples, presenta diferencias significativas entre el peso de tubérculos de tamaño grande del factor A (FA) ecotipos en niveles del factor B densidades de siembra (D2), Así mismo se realiza la gráfica con los promedios de cada interacción de los factores A Y B



Gráfica 12. Análisis de efectos simples entre densidad de siembra por peso de tubérculos de tamaño grande

Según la gráfica 12 de análisis de efectos simples de la interacción de peso de tubérculos de tamaño grande por densidad de siembra en los tres ecotipos se observó que con el Factor B (densidades). Se considera que los niveles del FB tienen un comportamiento diferenciado en los tres niveles de ecotipos del factor A (FA). Donde, el nivel D1 (densidad siembra 1), presenta mayor valor en peso de tubérculos de tamaño grande del ecotipo jaspeado (0.19 kg.), seguido por el ecotipo amarillo (0.16 kg.) y con menor peso es el ecotipo rojo (0.117) en los niveles del factor A. En el caso del nivel D2 (densidad 2) del Factor B, los niveles del ecotipo amarillo y jaspeado (0.117 y 0.087 Kg.) del factor A (ecotipos) no presentan diferencias siendo los valores menores en peso de tubérculos de tamaño grande comparado con el nivel del ecotipo rojo que registra mayor peso promedio en tubérculos de tamaño grande (0.15 Kg.) con la aplicación de la densidad 2 (D2) y con la aplicación de la densidad 3 (D3), el ecotipo amarillo presenta mayor peso en tubérculos de tamaño grande (0.143 kg.) y los de menor peso los ecotipos jaspeado y rojo (0.083 y 0.043 Kg.)

6.5.4. Rendimiento del cultivo de papalisa

Los resultados del análisis de varianza para el rendimiento de cultivo de papalisa según el cuadro 30, presentan significancia estadística al 5% entre densidades de siembra, no así para los demás variables en estudio. El coeficiente de variación fue de 18.9% lo cual indica la confiabilidad en los datos.

Cuadro: 30. ANVA de rendimiento de cultivo de papalisa (Kg. /ha)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Pr>F
1 BLOQ (BLQ)	2	17.8772	8.9386	0.149	6.94 NS	0.6835
2 ECTP (A)	2	49.3352	24.667	0.413	6.94 NS	0.5117
3 BLOQ*ECTP (EA)	4	238.8305	59.707			
4 DENS (B)	2	7088.758	3544.37	179.72	6.94 *	0.0001
5 ECTP*DENS (A*B)	4	58.4388	14.6097	0.7408	3.49 NS	0.1316
6 Error (EB)	12	236.649	19.7207			
7 Total	26					

CV = 18.9 % NS = no significativo * = significativo (p < 0.05) FV = fuente de variación

Para completar el análisis se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan para el rendimiento de tubérculo de papalisa con respecto a las densidades de siembra, donde los resultados muestran (cuadro 31).

Cuadro: 31. Prueba de Duncan para rendimiento en el cultivo de papalisa a Diferente densidad de siembra.

Densidad	Kg/ 9 UE	Kg/ha	tn/ha	Duncan ($\alpha = 5\%$)
D1	397.65	6348.2	6.35	A
D2	194.92	3111.7	3.11	B
D3	194.92	663	0.66	C
Total	634.1	10123.4	10.12	

Fuente: Elaboración propia en base al trabajo de campo (2009.2010)

Parcela sin efecto de borde = 858.8 m² Con efecto de borde 626.4 m². UE= Unidad experimental

Según los resultados de la prueba de Duncan al 5% para el rendimiento de papalisa, en el cuadro 31 se observa estadísticamente una superioridad en el rendimiento promedio de tubérculos de papalisa de la densidad D1 (6.35 tn/ha), respecto de la densidad D2 (3.11 tn/ha) y de la densidad D3 (0.66 tn/ha).

Al respecto Villaroel (1998), menciona que la respuesta del cultivo no solamente se puede atribuirse a un factor, sino que intervienen diferentes factores que condicionan los rendimientos, como el clima, régimen hídrico, preparación del suelo, labores culturales, condiciones edáficas y otros.

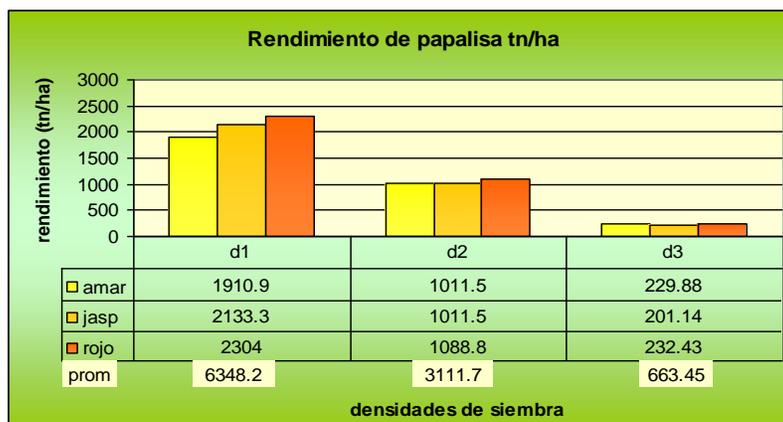
A si mismo Salazar (2000), según la investigación que realizó en diferentes pisos altitudinales, para 3.530-3.600 m.s.n.m se evaluaron los rendimientos de papalisa a nivel de parcelas de agricultores, con buenas condiciones de suelo, de humedad y manejo adecuado los rendimientos promedios del cultivo de papalisa fueron 18 tn/ha en la microregión candelaria (Cochabamba), de la campaña agrícola (1995-1996). En el ensayo a una altura de 4.038 m.s.n.m se obtuvo rendimientos de 10.1 tn/ha, de donde se deduce que el cultivo de papalisa se adapta bien mayores alturas, con un manejo adecuado a una densidad de siembra optimo de acuerdo al lugar se obtendría rendimientos óptimos.

Según la gráfica 13 se observa diferencias notorias en los valores de rendimiento debido a la aplicación de distancias de siembra entre surcos y entre plantas, a menor distancia de siembra D1 (0.5 -0.3 m) presentó mayor rendimiento (6348.2 Kg./ha), por otro lado para los demás tratamientos D2 y D3 (0.7-50 m y 1-0.8 m) presentó menores rendimientos (3111.7 y 663.45 kg/ha) respectivamente. A mayor distancia

de siembra presenta cualidades en los tres ecotipo de papalisa (amarillo, jaspeado, rojo) generalmente son de tamaño mediano a grande con pocos tuberculos de tamaño pequeño y muy pequeño, los mismos que presentan mayor capa serosa (brillo) y coloración nítida llamativa de los tubérculos.

En el momento de la exposición para la venta en ferias locales, estas cualidades atraen al comprador y impacta en la feria resaltando sus colores vistosos. Estas características son valoradas solo para consumo en épocas frías en la familia del agricultor se cree que tiene mayor concentración de propiedades medicinales y nutritivas lo cual forma parte de la biodiversidad de tuberculos andinos que se esta perdiendo. En las comunidades cercanas al área de estudio actualmente se toma encuentra el ecotipo que tiene mayor rendimiento (más tuberculos por planta) y en menor tiempo lograr la cosecha (de ciclo vegetativo corto).

El rendimiento general del ensayo es óptimo (10.12 tn/ha) para el area de estudio, los mismos que se pueden incrementar con un manejo adecuado del cultivo.



Fuente: Elaboración a partir de datos de campo (2009-2010)

Gráfica: 13. Rendimiento de ecotipos de papalisa (kg/ha) a diferentes densidad de siembra

Según los investigadores, el rendimiento varía de 2-10 tn/ha, bajo condiciones de manejo tradicional del agricultor e influenciado por las precipitaciones pluviales, sequías y heladas severas (Redín *et al.*, 2001. citado en López y Hermann, 2004).

6.5.4.1. Efecto de la interacción ecotipos y densidad en rendimiento de papalisa.

Cuadro 32. Cuadro de efectos simples densidad por rendimiento

Totales (Kg./ha)				Promedios (Kg./ha)					
	RA	RJ	RR		RA	RJ	RR		
D1	1910.91	2133.3	2303.95	6348.16	D1	1910.91	2133.3	2303.95	2116.053
D2	1011.49	1011.49	1088.76	3111.74	D2	1011.49	1011.49	1088.76	1037.25
D3	229.88	201.14	232.43	663.45	D3	229.88	201.88	232.43	221.15
	3152.28	3345.93	3625.14			1050.76	1115.31	1208.38	

RA = rendimiento del ecotipo amarillo, RJ= rendimiento del ecotipo jaspeado, RR = rendimiento del ecotipo rojo
D1, D2 y D3 = distancias de siembra

Suma de cuadrados de rendimiento de tubérculos por densidad de siembra decir el comportamiento de la interacción del factor D (densidades de siembra) en los diferentes niveles del factor A (ecotipos de papalisa)

$$R. am = (1910.91 + 1011.49 + 229.88)^2 / 3 - (3152.28)^2 / 3 (3) = 471748.04$$

$$R. jsp = (2133.3 + 1011.49 + 201.14)^2 / 3 - (3345.93)^2 / 3 (3) = 627596.34$$

$$R. rj = (2303.95 + 1088.76 + 232.43)^2 / 3 - (3625.14)^2 / 3 (3) = 722353.66$$

$$D1 = (1910.91 + 2133.3 + 2303.95)^2 / 3 - (6348.16)^2 / 3 (3) = 25895.46$$

$$D2 = (1011.49 + 1011.49 + 1088.76)^2 / 3 - (3111.74)^2 / 3 (3) = 1326.81$$

$$D3 = (229.88 + 201.14 + 232.43)^2 / 3 - (663.45)^2 / 3 (3) = 201.28$$

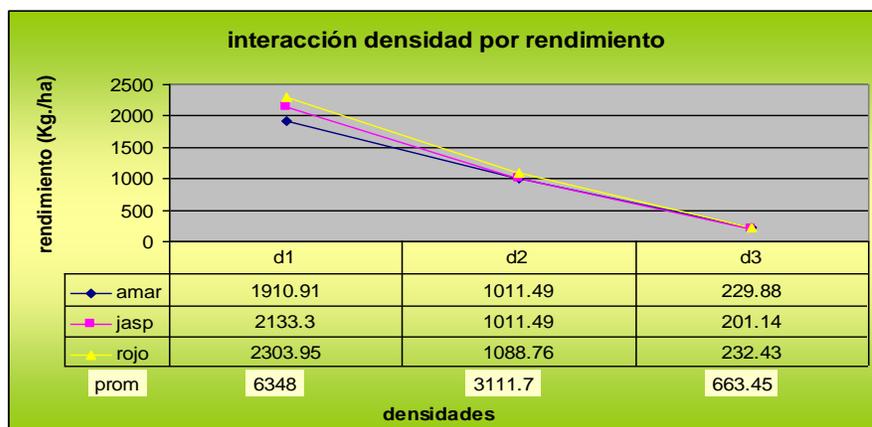
Cuadro 33. ANVA de efectos simples para la interacción rendimiento por densidad (R x D)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Ft (1%)
Entre densidades (FB) por rendimiento (RE ₁)	2	471748.04	235874.0	11960.7	3.8 *	6.94 **
Entre densidades (FB) por rendimiento (RE ₂)	2	627596.34	313798.2	15912.1	3.8 *	6.94 **
Entre densidades (FB) por rendimiento (RE ₃)	2	722353.66	361176.8	18314.5	3.8 *	6.94 **
Entre rendimiento (FA) en la densidad 1 (D ₁)	2	25895.46	12947.7	656.5	3.8 *	6.94 **
Entre rendimiento (FA) en la densidad 2 (D ₂)	2	1326.81	663.41	33.64	3.8 *	6.94 **
Entre rendimiento (FA) en la densidad 3 (D ₃)	2	201.28	100.64	5.10	3.8 *	6.94 ns
Error	12	236.649	19.72			
7 Total	26					

El ANVA de efectos simples, presenta diferencias significativas, en todo los casos del factor B (FB) densidades en todos los ecotipos o niveles del factor A (RE).

Existen diferencias significativas entre los rendimientos de ecotipos de papalisa dentro los niveles de las tres densidades de siembra.

Así mismo se realiza la gráfica con los promedios de cada interacción de los factores A (ecotipos de papalisa) y Factor B (densidad de siembra).



amar = ecotipo amarillo jasp = ecotipo jaspeado rojo = ecotipo rojo

Gráfica 14. Análisis de efectos simples entre densidad de siembra por rendimiento

Según la gráfica 14 de análisis de efectos simples de la interacción rendimiento por densidad en los tres ecotipos se observa que en el Factor B (densidades) en el eje de la X. Se considera que los niveles del FB tienen un comportamiento similar en los tres niveles del FA (ecotipos). Donde, el nivel D1 (densidad de siembra 1), presenta mayores promedios en rendimiento de papalisa en los tres niveles del factor A (Ecotipo rojo, jaspeado y amarillo), con menores diferencias en valores numéricas de rendimiento, en lo cual sobresale el ecotipo rojo con 2303.95 Kg./ha.

En el nivel D2 (densidad 2) del Factor B, los niveles del ecotipo rojo, jaspeado y amarillo A del factor A (FA) presentan valores no muy diferenciados en el rendimiento (1088.7, 1011.5y 1011.5 Kg./ha) con la aplicación de la densidad 2.

Para el nivel D3 (densidad 3) de la misma manera que el anterior nivel D2 presenta valores numéricos en rendimiento de tubérculos de papalisa casi similares en los tres ecotipos (rojo, amarillo y jaspeado) en rendimientos (232.4, 229.8 y 201.1 Kg./ha) respectivamente. En los tres niveles de densidades (D1, D2 y D3) del factor B, en nivel del ecotipo rojo del factor A presenta mayores rendimientos.

6.6. Variables Económicas

El análisis económico de los diferentes tratamientos se realizó utilizando dos técnicas, la primera es la del presupuesto parcial que toma en cuenta sólo los costos variables totales, técnica que menciona tres pasos: el análisis de dominancia, la

curva de beneficios netos y la tasa de retorno marginal. La segunda técnica utiliza la relación beneficio costo, que considera todos los gastos efectuados en el desarrollo del cultivo. Adicionalmente se realizó el cálculo de de costos de producción (anexo 12).

Cuadro: 34. Presupuesto parcial del cultivo de papalisa

Parámetros	Tratamiento		
	D ₁	D ₂	D ₃
Rendimiento medio (kg/ha)	6853.6	3111.75	653.5
Rendimiento ajustado (5 %) (kg/ha)	6510.9	2956.2	620.84
Bn. Bruto de campo (Bs/ha)	16,928.34	7,686.2	1,614.18
Costos marginales o C. adicionales			
Costo de la semilla (Bs/ha)	1197.32	518.84	239.46
Costo estiércol (Bs/ha)	287.36	127.71	63.86
Costo de ceniza (Bs/ha)	199.55	87.8	39.91
Costo Mano de obra (Bs/ha)	2615	1307.5	871.6
Total de Costos Variables. (Bs/ha)	4299.23	2041.85	1214.83
Beneficios Netos (Bs/ha)	12629.11	5644.35	399.35

Costo tubérculo semilla @ = 30 Bs. 1kg = 2.6 Bs. BB = Rend. Ajustado * precio cantidad de semilla
D1 = 475 Kg./ha D2 = 203 Kg./ha D3 = 90 kg /ha
Ceniza 1 qq = 10 Bs. Estiércol ovino 1 carga (3.5 @) = 11 Bs. BN = BBC – TCV
Rendimiento Bruto total = 10618.85 (Kg./ha); Rendimiento Neto = 10087.94 (Kg./ha)

Cuadro: 35. Análisis de Dominancia

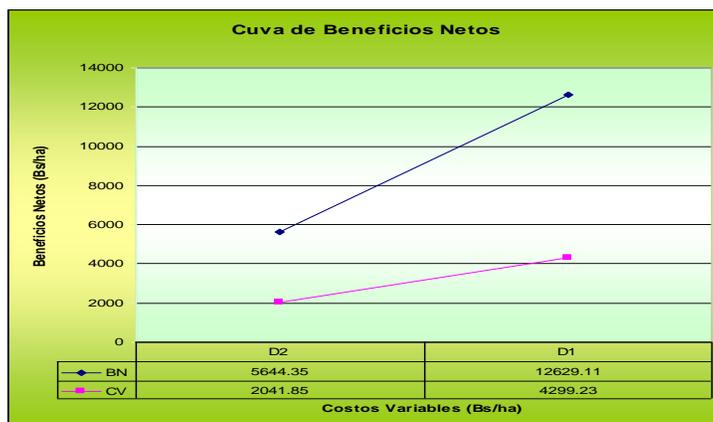
Tratamiento	T. CV (Bs/ha)	BN (Bs/ha)	Análisis de Dominancia.
D ₃	1214.83	399.35	D
D ₁	4299.23	12629.11	ND
D ₂	2041.85	5644.35	ND

El menor costo variable y menor beneficio neto presenta el D₃ (densidad 3) con 1214.83 Bs./ha, 399.35 Bs./ha y el mayor costo variable y beneficio neto se presenta en el D₁ con 4299.23 Bs./ha, 12629.11 Bs./ha.

El análisis de dominancia hace referencia, que si un tratamiento resulta ser no dominado (D₁), indica que los tratamientos rinden mayores beneficios netos a costos menores.

Ninguno de los productores preferirá el D3 (tratamiento) a mayor distancia de siembra entre surcos y entre plantas (1- 0.8 m), debido a que los costos variables son altos y beneficios netos bajos, no aumenta los ingresos del agricultor.

6.6.1. Curva de Beneficios Netos



Gráfica: 15. Curva de Beneficios Netos (BN)

La curva de beneficios netos es el paso que permite visualizar a los tratamientos no dominados en un gráfico, lo cual se unió con una pendiente positiva, conocida como curva de beneficios netos (gráfica 15), los tratamientos dominados se ubican por debajo de la curva de BN y estos no se consideran para la elaboración de la gráfica.

6.6.2. Tasa de Retorno Marginal

El cálculo de la Tasa de Retorno Marginal, toma en cuenta a los tratamientos no dominados y para determinar si es aceptable, se consideró una tasa de retorno mínima del 100% (Retorno adicional al margen de recuperar el capital).

Cuadro: 36. Tasa de Retorno Marginal (TRM)

Tratamiento	Costos (Bs./ha)		Beneficio (Bs./ha)		TRM (%)
	Variables	Marginales	Neto	Neto Marginal	
D ₁	4299.23	2257.38	12629.11	7934.64	351.5
D ₂	2041.85		5644.35		
D ₁	4299.23	3084.4	12629.11	12229.76	396.5
D ₃	1214.83		399.35		

El cuadro 36, de la TRM entre la densidad D2 al D1 (351.5 %), lo que significa que por cada Bs. Invertido en la producción de papalisa, se espera recobrar el Bs. 1 y obtener Bs. 3.515 adicionales. De la misma manera de la densidad D3 si se quiere cambiar al D1 (396.5 %), que indica que por cada Bs. Invertido se obtiene Bs. 3.965

adicionales. La densidad D1 tiene una TRM alta debida al mayor rendimiento y a la vez hay un monto económico adicional, bajo un sistema de producción tradicional.

6.6.3. Relación Beneficio Costo

Para el cálculo de la Relación Beneficio costo se consideraron los gastos efectuados en la preparación de tierra con yunta, proceso de siembra, labores culturales y cosecha. A la vez se incluyeron los gastos de los insumos (semilla, estiércol, ceniza) y la depreciación de las herramientas empleadas (anexo 12). El detalle de los costos y beneficios brutos se encuentran en el anexo 11.

Cuadro: 28. Relación Beneficio Costo (RB/C)

Tratamiento	BB (Bs./ha)	CP (Bs./ha)	RB/C
D1 (0.5-0.3 m)	16,928.34	9,647.0	1.75
D2 (0.7-0.5 m)	7,686.2	5300.55	1.45
D3 (1.0-0.8 m)	1,614.18	3445.36	0.47

Los resultados del cuadro 28 indican dos de los tratamientos obtuvieron réditos económicos, de lo cual la densidad de siembra D1 y D2, son rentables, donde los ingresos económicos son mayores a los costos de producción o gastos, presentada por la Relación Beneficio Costo de Bs. 1.75 y 1.45 respectivamente, la densidad D3 la relación beneficio costo de Bs. 0.47 indica que no es rentable, solo hay perdidas en la producción, en tiempo y dinero por el alto costo de producción.

VII. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las condiciones climáticas en general favorecieron al desarrollo del cultivo a excepción de la granizada que cayo en tres ocasiones, en las fases de tuberización inicio de la floración y antes de la madures fisiológica, resulto dañado la parte foliar (hojas); por el rebrote foliar rápida de la planta se recupero el cultivo.
- En general se observaron que las plántulas de papalisa emergieron a los 72 días después de la siembra, la fase de emergencia se prolongo por falta de lluvias, se concluye que el proceso de emergencia fue homogéneo.
- El comportamiento agronómico respecto a la altura de plantas promedio de los tres ecotipos llego a medir 16.5 cm, (4.038 m.s.n.m.).
- En el aspecto fenológico el ecotipo amarillo (*Q`illu ulluku*), jaspeado (*Q`illu Chixchhi ulluku*) y el ecotipo rojo (*Wila api Ch`ismi*), tuvieron mejor comportamiento en las variables de emergencia, días a la floración, número de tallos, altura de plantas. No observándose mayores diferencias durante el desarrollo del cultivo.
- En el comportamiento productivo para el número de tuberculos por planta de los tres ecotipos tuvieron un comportamiento similar con un promedio general de 90 tubérculos por planta, las diferencias no fueron significativas estadísticamente con relación a la aplicación de densidades de siembra (D1, D2 y D3) lo cual no influyó en el desarrollo del número de tubérculos por planta.
- En las diferentes densidades de siembra (distancia entre surco y planta) se evidencio que las respuestas de los diferentes ecotipos en su desarrollo no dependen únicamente a diferentes densidades de siembra, que forma parte de otros factores que inciden directamente como el clima, labores culturales, tipo de suelo, pisos ecológicos, la calidad de semilla, niveles de fertilización, etc.

- La distancia de siembra D1 entre surcos y entre plantas (0.5 - 0.8 m) respecto al rendimiento fue de 6853.6 kg/ha, la densidad D2 (0.7-0.5 m) con rendimiento de 3111.75 kg/ha y la densidad D3 (1 x 0.8 m) con rendimiento de 653.5 kg/ha.
- El análisis económico según la Tasa de Retorno Marginal presentó que solo dos tratamientos (D1 y D2) obtuvieron beneficios netos aceptables debido a los mayores rendimientos (6853.6 y 3111.75 kg/ha), respecto al tratamiento 3 (D3) de 653.5 kg/ha con menor rendimiento a mayor densidad de siembra.
- Según el análisis económico de la Relación Beneficio Costo que el tratamiento1 (D1) reportó valores óptimos de RB/C de 1.75 y 1.59 respectivamente, estos resultados se deben a los rendimientos registrados con márgenes de ganancia a menores densidades de siembra; a mayor densidad de siembra D3 presenta la RB/C de 0.5, no se recupera la totalidad de la inversión, lo cual indica que se puedan aplicarse otras posibilidades para mejorar el rendimiento del cultivo de la papalisa.

VIII. RECOMENDACIONES

Sobre la base de las conclusiones a manera de sugerencia se presentan las siguientes recomendaciones:

- Realizar estudios complementarios con pruebas de campo en relación a las densidades de siembra, según los pisos ecológicos, tipo de suelo para validar los resultados en diferentes áreas en el altiplano Norte.
- Se sugiere realizar la siembra con diferentes ecotipos locales de papalisa debido que presenta mejores rendimientos, en condiciones a secano.
- La papalisa esta adaptada a condiciones climáticas adversas por su rápido rebrote foliar y por el contenido de mucílago, la cosecha no se pierde, con excepción de la inundación.
- No es posible hablar de densidades óptimas de siembra, debido a que no se cuenta con tubérculo semilla de buena calidad.
- Promover la difusión de las cualidades nutricionales, medicinales del cultivo de papalisa y así crear hábitos de consumo.
- El uso de semilla seleccionada de calidad para la siembra de tamaño mediano y pequeño (mayor a 13 gramos promedio), mejorara el rendimiento del cultivo.
- Se sugiere el abonamiento adecuado para obtener mayores rendimientos.
- La realización oportuna más de un aporte mejora la formación, tamaño de los tuberculos y número de tuberculos por planta.
- Realizar trabajos experimentales similares con otros ecotipos de papalisa para mantener la biodiversidad y en otras condiciones agroecológicas.
- Mientras no se tenga buenos resultados respecto a otros ecotipos de papalisa, se sugiere para el area local los ecotipos amarillo, jaspeado, rojo por presentar coloraciones vistosas, de mayor aceptación en ferias locales y tienen mayor precio actualmente.

VII. BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA SOLÍS, M. 1980. Tubérculos, raíces y rizomas cultivados en el Ecuador. En: Il Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ingeniería Agronómica. Riobamba-Ecuador. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, OEA. p. 175-214.

AGROFERT. 200.. Manual de Fertilidad de suelos, publicado por The Potash & Phosphate institute 2801 buford highway, Suite 401 Atlanta, Georgia 30329.

ALFARO Y LLICA. 2001, Simenario sobre producción y transformación del cultivo de maca, agosto. La Paz Bolivia

ALVAREZ, V.; A. GANDARILLAS, E.; N. FERNANDEZ, NORTHCOTE. 1992. Selección Positiva: una técnica de producción de tubérculos semilla de papa. Manual Técnico 2/92. Programa de Investigación de la Papa IBTA- PROINPA, Programa Andino Cooperativo DE investigacion en Papa (PRACIPA). Cochabamba, Bolivia.

AMES, T. 1997. Enfermedades fungosas y bacterianas de raíces y tubérculos andinos. Lima (Perú). CIP - CGIAR. 172 p.

ANTEZANA, M. L. F. 2001; Determinación del rendimiento potencial de cultivares priorizados de papa (*Solanum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum*), en Toralapa y Candelaria del departamento de Cochabamba. Tesis Ing. Agr. FCAyP -UMSS; Cochabamba (Bol.). p. 23-41,113-120

ARBIZU, C. 2004. Clasificación y morfología (Capítulo 2). pp. 5-11 En: G. López & M. Hermann (eds.). El Cultivo del Ulluco en la Sierra Central del Perú. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos. Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). No.3. Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional del Centro, Instituto Vida en los Andes, Universidad Nacional Agraria La Molina, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Lima.

ARBIZU, C.; HERMANN, M. 1993. Algunos factores limitantes en el uso de raíces y tubérculos andinos, y sus prioridades de investigación; In El Agro ecosistema Andino: problemas, limitaciones, perspectivas; Lima (Perú); CIP; p. 223- 229

ARBIZU, C.; M. TAPIA. 1992. Tubérculos andinos. En: J. Hernández y J. León. (eds.). Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492. FAO – Producción y protección vegetal. No 26. 1992. p. 147-161.

ARCILA, M. 1992. Estudio agronómico del cultivo del ulluco (*Ullucus tuberosus*) en el departamento de Nariño. Instituto Colombiano Agropecuario. Pasto, Colombia. 12 p.

ARDUZ, R. 1998. Monografía de la provincia camacho. Prefectura del departamento de La Paz, La Paz-Bolivia. Stilo Industria Prensa, pp 49-115.

BALDERRAMA, F.; FRANCO, J. 1993. Evaluación de cultivos andinos (al ataque de *Nacobbus aberrans*). En: Informe anual 1992-93 IBTA- PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp.267-269.

BARRERA, V.; ESPINOSA, P.; TAPIA, C.; MONTEROS A. Y VALVERDE, F. 2004. Caracterización de las raíces y los tubérculos andinos en la ecoregión andina del Ecuador (Capítulo1). pp. 3-30 En: Cadima, X., García, W. & J. Ramos (eds) 2003a. Conservación y producción de la papalisa (*Ullucus tuberosus*). Documento de trabajo No.23. Fundación PROINPA. Programa Colaborativo de Manejo, Conservación y Uso de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos (PBRTAs). Proyecto Papa Andina, Cochabamba. 84 p.

BAUTISTA, R. 1999. Respuesta de dos ecotipos de olluco (*Ullucus tuberosus* Loz) a diferentes niveles de estiércol y fórmulas de fertilización química en Ayacucho. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, 180 p.

BENAVIDES, M. 1993. Aspectos tecnológicos y sociales en la región andina: el caso de los cultivos andinos en el Cuzco. In. El agroecosistema andino: Problemas, limitaciones, perspectivas. Anales del Taller Internacional sobre el Agroecosistema Andino (Lima, marzo 1992). Centro Internacional de la Papa.

CADIMA, X.; GARCÍA, W. y RAMOS, J. (eds) 2003. Conservación y producción de la papalisa (*Ullucus tuberosus*). Documento de trabajo No.23. Fundación PROINPA. Programa Colaborativo de Manejo, Conservación y Uso de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos (PBRTAs). Proyecto Papa Andina, Cochabamba. 84 p.

CALLIZAYA, L.R.1998. Estudio nivel de abono orgánico en dos clones del cultivo de Ulluco (*Ullucus Tuberosus* luz) en altiplano de Bolivia, Licenciatura en Ingeniería Agronómica. La Paz Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía p 115.

CALZADA, J.1982. Métodos Estadísticos para la Investigación. Ed. Milagros S:A 5º Edición. 638 p.

CÁRDENAS, M. 1989. Manual de plantas económicas de Bolivia. Segunda Edición. Editorial Los Amigos del Libro, La Paz y Cochabamba. 333 p.

CASTILLO, R.; TAPIA, M.1998. Ulluco / Melloco (*Ullucus tuberosus* Caldas). Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito, Ecuador. 76 p.

CHILON, E. C. 1997. Manual de Edafología Fundación Kellogg- Proyecto UNIR UMSA. La paz Bolivia. 288 p.

CHILON, E. 1997. Manual de Fertilidad de Suelos y nutrición de Planta. La Paz, Bolivia C.I.D.A.T. 185 p.

CIMMYT (1988). CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F. México: CIMMYT. 76 p.

CONDORI, P.; FRANCO, J. 1994. Evaluación de cultivos andinos al ataque de *Nacobbus aberrans*. En: Informe anual 1993-94 IBTA-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. IIIN 50- IIIN 52.

CORTBAOUI, R. 1988. Siembra de la papa. Peru, CIP, Boletín de información técnica nº. 11. s. p.

COSSIO, R. 1998. Descripción y evaluación del sistema de producción de la papalisa (*Ullucus tuberosa*) en la zona de Sapanani. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias "Martín Cárdenas", Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 100 p.

CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Colombia University Press, Nueva York.

CRUZ, P. Y HERMANN, M. 1991. Manipulaciones promisorias para una mayor obtención de semilla botánica en Ulluco (*Ullucus tuberosus*) trabajo presentado en el VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, La Paz - Bolivia 4 - 8 de febrero de 1991.

DUQUE, L. 1994. Detección y erradicación de virus en *Ullucus tuberosus* Caldas. CIP-Quito, 57 p.

ESPÍN, S.; E VILLACRÉS y BRITO, B. 2004. Caracterización físico química nutricional y funcional de rices y tubérculos. En: Barrera, C. Tapia & A, Monteros (eds.). Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y Uso Sostenible en el Ecuador. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos. Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). Nº 4. Instituto Nacional Autonomo de INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, Centro internacional de la papa, COLUDE, Quito-Lima.

ESPINOZA, P.; VACA, R.; ABAD J. y CRISSMAN, C.C. 1996. Raíces y tubérculos andinos, cultivos marginados en el Ecuador. Situación actual y limitaciones para la producción. Centro Internacional de la Papa -Estación Quito. Departamento de Ciencias Sociales, Quito. 178 p.

ESQUICIA, R. N. 1992. Efecto de la fertilización N-P-K en el cultivo de la papalisa (*Ullucus tuberosus*), en dos tamaños de semilla (Variedad imilla lisa). Tesis de grado Potosí Bolivia. , 127 p.

FAIRLIE, T.; MORALES BERMIDEZ, M.; HOLLE, M. 1999. Raíces y tubérculos andinos, Avances de investigación I (CIP), 1ª edición, Lima – Perú, 241 pp.

HERMAN, M. 1992. Raíces y tubérculos Andinos, Prioridades de investigación para un recurso alimenticio propuesto. Centro Internacional de la Papa, Lima. 36p.

FAO. 1992. Manual sobre la utilización de los cultivos andinos sub exportados en la alimentación. Santiago - Chile. 121 pp.

FERRUFINO, T. F. 1995. Rendimiento comparativo de 4 variedades de papalisa (*Ullucus tuberosos*). En condiciones de Ladera. Tesis de grado. Potosí, Bolivia. Universidad Autónoma Tomas Frías p.105

FUENTES, S. y CHUQUILLANQUI, C. 2004. Las enfermedades causadas por virus y su control. En: G. López y M. Hermann (eds.). El cultivo del ulluco en la sierra Central del Perú. **Serie:** Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). Nº 3. Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional del Centro, Instituto Vida en los Andes, Universidad Nacional Agraria La Molina, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú.

GARAY, O.; M. TAPIA. 1991. Cultivo. En: L. Pietila; M. Tapia, (eds.). Investigaciones sobre ulluku. Abo Akademis Kopieringscentral, Turku, Finlandia. p. 35-42.

GONZALES, R.; ALMANZA, J.; GARCÍA; W. 2002. Capacitación sobre el control químico de la qarach'a (*Rhizoctonia* sp.) de la papalisa. En: Informe anual 2001-02 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia.

GONZÁLES, S.; ALMANZA, J.; DEVAUX, A.; CONDORI, P. 2003. La producción de los tubérculos andinos oca (*Oxalis tuberosa*). Papalisa (*Ullucus tuberosus*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum*): sus zonas productoras y limitantes en Cochabamba, Bolivia. Programa Colaborativo Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos – PROINPA Cochabamba (Bol.); p. 11-23

GONZÁLES, S.; TERRAZAS, F. 2001. Mejoramiento de los sistemas de almacenamiento de papalisa y oca en Candelaria. En: Informe anual 2000-01. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 5 p.

GORBAOUI, ROGER.1988. Siembra de la papa boletín informativo técnico 11. Centro internacional de la papa (CIP). Lima. Perú. 17 pp.

HERMANN, M. 1992. Raíces y tubérculos andinos: prioridades de investigación para un recurso alimentario propuesto. Centro Internacional de la Papa, Lima.

INE. 1999 (Instituto Nacional de Estadística). Estadísticas agropecuarias 1984-1998. La Paz, Bolivia, 207 p.

IPCC. 2001. (Panel Intergubernamental del Cambio Climático). Ministerio de planificación y territorial y ambiental OGP Internacional Bolivia. 126 p.

IPGRI/CIP. 2003. Descriptores de ullucus (*Ullucus tuberosus*). Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos - Centro Internacional de la Papa, Lima. 42 p.

KING, S.R. 1988. Economic botany of the Andean tuber crop complex: *Lepidium meyenii*, *Oxalis tuberosa*, *Tropaeolum tuberosum* and *Ullucus tuberosus*. Disertación doctoral. Fac. of Biology. City University, Nueva York.

KING, S.R.; GERSHOFF S.N. 1986. Evaluación Nutritiva de tres tubérculos andinos: *Oxalis tuberosa*, *Ullucus tuberosus*, *Tropeolum tuberosum* En. Congreso Internacional de Cultivos Andinos V. Puno, Perú, Marzo 10-14, UNA, INIAP, CIID, 187 pp.

LEÓN, J. 1984. Plantas alimenticias andinas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas-Zona Andina. Lima, Perú. (Boletín Técnico N° 6) pp 5- 34.

LESCANO, J. L. 1994. Genética y mejoramiento de cultivos altoandinos. Programa interinstitucional de Waru Waru. Proyecto Especial Binacional. Convenio INADE/PELT COTESU. La Paz, Bolivia.

LESCANO, J.L. 1989. Recursos filogenéticos Alto Andinos (1, Potosí; Bolivia) Corporación de desarrollo de Potosí, Bolivia s.p.

LOPEZ, P. 1986. Enfermedades de origen fungal de los Cultivos Andinos In Memorias de la Reunión Técnica sobre Tubérculos y Raíces Andinas. Quito Julio 1986. MAG/INIAP/IICA. 1986 pp. 47 - 60.

LÓPEZ, G. Y HERMANN, M. (eds.). 2004. El cultivo del ulluco en la sierra central del Perú. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). No.3. Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional del Centro, Instituto Vida en los Andes, Universidad Nacional Agraria La Molina, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú. 133 p.

MAZAR, I. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAOANPE. Lima, Pe. 209 p.

MDPD, 2004. (MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO). Programa Nacional de Cambios Climáticos Bolivia. Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático En Bolivia Resultados de un Proceso de Investigación Participativa en las Regiones del lago Titicaca y los Valles Cruceños. Editado por: Gonzáles, J.I. et al. NCAP – ETC Foundation – SEI., p. 141

MONASTERIOS, Y.S. 2005. Contabilidad general y Costos. Centro de investigación y promoción del Campesinado (CIPCA). La Paz- Bolivia www.cipca.org.bo

MONTEROS, C.; Caicedo C.; Rivera. M. 1994. Efecto del número de aporques en el rendimiento y calidad de dos clones de melloco. Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios y su Proyección al Tercer Milenio, VIII, Valdivia, Chile, Marzo 21-26, 1994. p. 25.

MONTES DE OCA, ISMAEL. 1997. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. 3rd. edición. BCB. La Paz, Bolivia.

MORALES Y J. VACHER (eds.). 1992. Actas del VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. La Paz, Bolivia. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria.

MORALES, D. 1998. Cultivos andinos y su aporte en la alimentación. La Paz, Bolivia.

ORTUÑO, M.; FERNANDEZ, NOTHCOTE E.N. Y ALMANZA, J. 1999. Cómo reconocer a la roya de la papalisa. Fundación PROINPA. Ficha técnica W 1. 4 p.

ORTUÑO, M.; FERNANDEZ, NOTHCOTE E. Y ALMANZA, J. 1999. Control químico de la Roya de la Papalisa, Fundación PROINPA. Ficha técnica W 2. 4 p,

PDB. 2001. (Proyecto de Biodiversidad de la Cuenca del TDPS), Autoridad Binacional del Lago Titicaca.

PERALTA, E.; NIETO, C. 1991. Diagnóstico agrosocioeconómico a productores de melloco (*Ullucus tuberosus* Loz), en Ecuador. Trabajo presentado en el VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, realizado en La Paz, Bolivia.

PERRIN, R. WINKELMAN.; MOSCARDI, D. Y ANDERSON, E. J. 1988. La formulación de recomendación a partir de datos agronómicos. En Manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT. Edición completa revisada México D:F 79 pp

PIETILA, L. y TAPIA, M. 1991. Investigaciones sobre Ulluco. Turka, Finlandia, Dinamarca. p. 26-34

PNS (Programa Nacional de semillas). 2003. Manual de Costos de Producción y Gestion de Crédito. Oficina regional de Semillas – La Paz, Bolivia p.32.

POZO, C. M.1997. Producción de Tubérculos-semillas de Papa Manual de Capacitación *Fascículo*2.3. Tuberización, tamaño de la semilla y corte de tubérculos. Centro Internacional de la Papa PAPA (CIP), p 20.

PRATEC. 2004. Sabores y saberes, Comida Campesina Andina. Edit. A.M. Fries. Proyecto Andino de Tecnologías Campesinas, Lima.

PROINPA. 2003. Producción de Oca (*Oxalis tuberosa*), Papalisa (*Ullucus tuberosus*) e Isaño (*Tropaeolum tuberosum*): Importancia, zonas productoras, manejo y limitantes. Área Temática RRGG (Recursos Genéticos). Documento de trabajo N° 20. Cochabamba, Bolivia. 46 páginas.

REA, J. 1997. Cultivo de Ulluco (*Ullucus tuberosus* L.), In: Curso de cultivos andinos La Paz Bolivia, Instituto de Tecnología Agropecuaria.

REDÍN, C. et al. 2001. citado en LÓPEZ, G. et al. 2004. El cultivo del ulluco en la sierra central del Perú. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). No.3. Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional del Centro, Instituto Vida en los Andes, Universidad Nacional Agraria La Molina, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú. p. 62 – 78.

REPO, R. y KAMEKO, J. 2004. Procesamiento (Capítulo 9). pp. 119-133 En: G. López & M. Hermann (eds.). El Cultivo del Ulluco en la Sierra Central del Perú. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos. Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). No.3. Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional del Centro, Instituto Vida en los Andes, Universidad Nacional Agraria La Molina, COSUDE, Lima.

RIST, S. 1992. Ecología, Economía y Tecnologías Campesinas. En: Ruralter. Revista de desarrollo rural alternativo. CICDA. P. 205-226.

RUALES, C y MOSCOSO, C.1983. Inventario de plagas de quinua, oca, melloco y mashua en el cantón Riobamba, Guamote y Colta, Provincia Chimborazo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ingeniería Agronómica. pp. 65 - 130.

SALAZAR, D. 2000. Línea de Base del Proyecto Integral Candelaria (1993-1999). Programa Colaborativo de Manejo y Conservación de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos, Programa de Alimentos (PAPN-UMSS), Fundación PROINPA, Proyecto de Mercadeo y Comercialización de Tubérculos Andinos (PROMETAS-IESE-UMSS). Cochabamba, Bolivia.

SEMINARIO, J. 1984. Cultivos andinos: El olluco. Equipo de Desarrollo Agropecuario de Cajamarca, Centro de Investigación, Educación y Desarrollo, Cajamarca, Perú. 15 p.

SUQUILLANDA, M.B. 2009. Produccion Organica del Melluco.FAO (organización de las naciones Unidas para la Agricultura y la alimentació, IT); onucan (Union de organizaciones campesinas del Norte de Cotopaxi; EC); Ministerio de Agricultura; PR, Ganaderia, Acuicultura y pesca. 191 p.

TAPIA, M. 1990. Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. pp 88-106.

TAPIA, M. (..). Los tuberculos Andinos. Una revisión de la investigación actualizada. En. Agricultura Andina, Lima, Peru, s.f pp 48-63.

TAPIA, M. 1992. Los sistemas de rotación de los cultivos andinos subexplotados en los andes del Perú. En: D. Morales y J. Vacher (eds.). Actas del VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Bolivia. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo. La Paz, Bolivia. p. 389-394.

TAPIA, M. 1993. Visión General y Características del Agroecosistema Andino. El Agrosistema Andino: Problemas, Limitaciones, Perspectivas. Anales del Taller Internacional sobre el Ecosistema Andino: 51-61. CIP. Lima.

TAPIA, M.; ARBIZU, C. 1991. Los sistemas de rotación de los cultivos andinos subexplotados en los Andes del Perú. En: VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Centro Internacional de la papa. Lima, Perú.

TERESA, A. I. 1997. Enfermedades Fungosas y Bacterianas de Raíces y Tubérculos Andinos. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 172 p.

TERRAZAS, F.; GONZÁLES, F.; CONDORI, P.; QUISPE, I. 1997. Tubérculos andinos en la zona de Independencia: Diagnóstico multidisciplinario. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, Programa de Investigación de la Papa, Cochabamba, Bolivia. 43 p.

TUPAC, YUPANQUI. A. 2000. Poscosecha de las raíces andinas, con énfasis en el manejo del producto fresco. En: Manual de Capacitación. Fasc.11. CIP, Lima.

VALLENAS, M Y BARBOSA, J. 1989. Fenología del cultivo de Ulluco En: Curso taller de cultivos andinos y uso de información agro climatológica PISA-INIA. Puno-Perú

VÁSQUEZ.. 1990. Experimentación Agrícola. Diseños Estadísticos para la investigación Científica y Tecnológica. Ed. Amaru Cajamarca Perú pp. 249-272

VIMOS, C y NIETO, C. 1991. Análisis de crecimiento y potencial de producción de tres clones promisorios de melloco en Santa Catalina durante tres ciclos agrícolas. (1987 - 1989). Trabajo presentado en el VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, realizado en la Paz, del 4 al 8 de febrero de 1991.

VIMOS, C.1987. Caracterización y evaluación preliminar agronómico de 90 entradas de melloco, 48 de oca y 36 de mashua del banco de germoplasma del INIAP. Tesis Ingeniero Agrónomo, Riobamba, Escuela Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ingeniería Agronómica. 288 p.

VIMOS, C.; NIETO, C.; Rivera, M. 1993. El Melloco; características, técnicas de cultivo y potencial en Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito, Ecuador. 24 p.

VILLAROEL, J.A. 1998. Manual para la interpretación de anabiosis de suelos. Vialco-Consultora. Editorial Tokio. 1º edición, Santa Cruz-Bolivia

WIERSENA, S. 1988. Efecto de la densidad de tallos en la producción de papa. Centro Internacional de la Papa. Boleta de información técnica nº 1 Lima, Perú. 16 p.

ANEXOS.

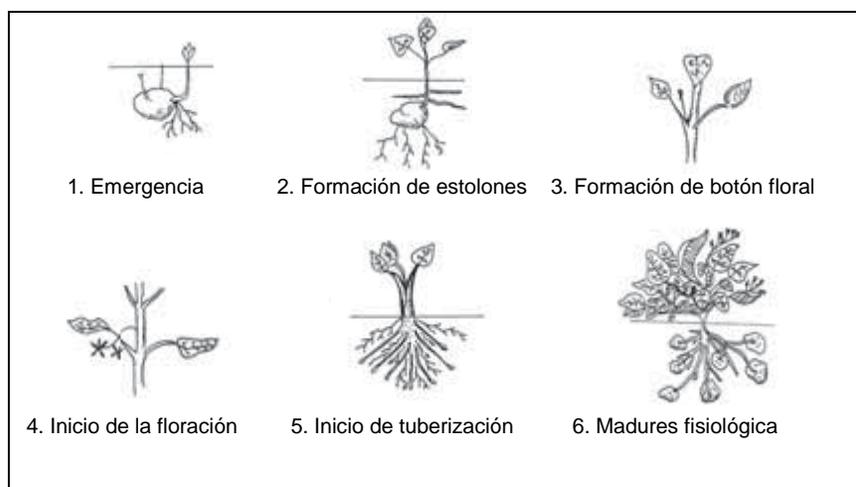
Anexo: 1.

Tabla: Composición química de tubérculos andinos. Datos expresados en base seca de muestra entera (basado en Espín et al. ,2004). Abreviación: mf = materia fresca.

Parámetro	oca	papalisa	isaño
Humedad (%)	77.73	84.34	88.07
Cenizas (%)	3.39	5.93	4.81
Proteína (%)	4.60	10.01	9.11
Fibra (%)	2.16	2.63	5.86
Extracto etéreo (%)	1.66	1.24	4.61
Carbohidratos totales (%)	88.19	80.12	75.40
Ca (%)	0.012	0.02	0.006
P (%)	0.14	0.263	0.32
Mg (%)	0.0065	0.107	0.11
Na (%)	0.018	0.03	0.044
K (%)	1.30	2.49	1.99
Cu (ppm)	2.25	10.71	9.0
Fe (ppm)	48.85	59.42	42.00
Mn (ppm)	5.35	9.19	7.00
Zn (ppm)	5.95	23.94	48.0
Almidón (%)	42.17	70.50	46.92
Azúcar total (%)	9.68	6.63	42.81
Energía (Kcal/100g)	399.0	412.0	440.0
Vitamina C (mg/100 g mf)	34.53	26.03	77.37
Caloría Cal/100 gr de MS		377 a 381	

Fuente: Espin etal. (2004)

Anexo: 2.

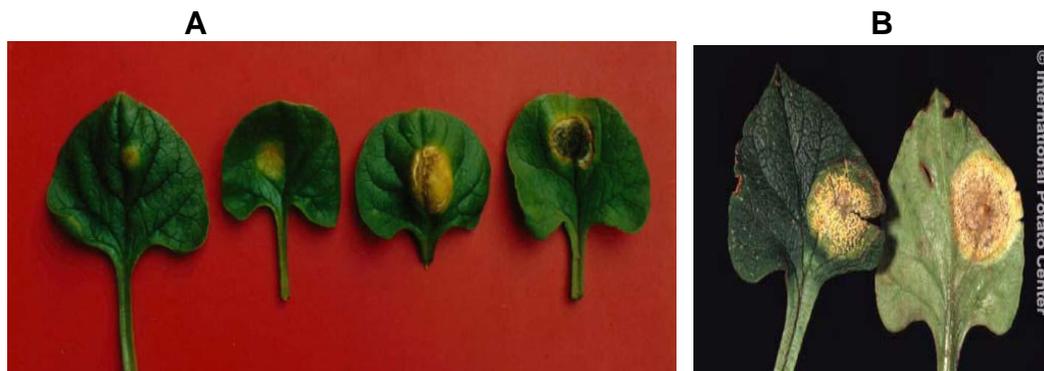


Fuente: I. L. Lescano citado por Tapia, M. E y A.M. Fries. 2007

Figura: Fases fenológicas de la papalisa

Anexo: 3.

La roya amarilla produce manchas llamativas de color amarillo intenso visibles a simple vista en ambas caras de las hojas tiernas. La mancha crece circularmente casi perfecta de color amarillo.



Fuente: Teresa a. i. 1997, Terrazas. 2001, Gonzáles et al. 2002

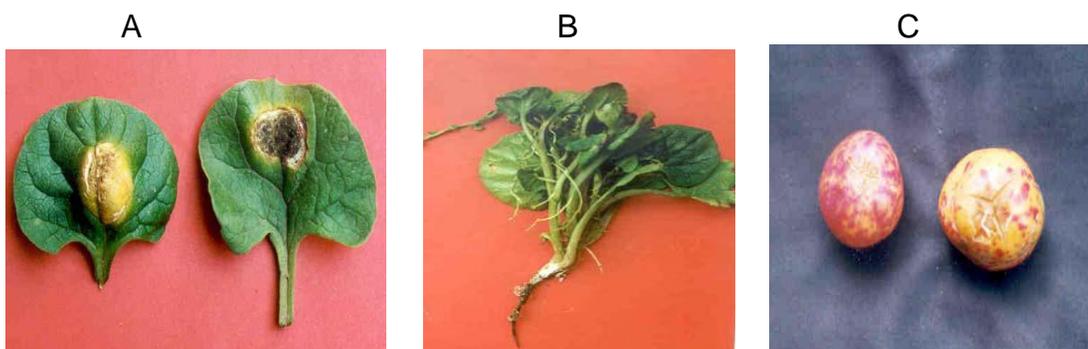
Figura: La Roya Amarilla y Roya Deformante

Figura: A. Sintomatología en follaje de la roya de la papalisa

Figura: B. Síntoma de roya amarilla en el haz y el envés de hojas de ulluco.

La roya deformante en sus inicios presenta síntomas similares a la roya amarilla, deforman pecíolos y tallos tiernos. Son favorecidos por las temperaturas bajas, produciendo necrosis del tejido y caída de flores (frecuente en los meses febrero y marzo). Una vez infectado el tejido foliar es difícil eliminarla solo control químico es la única alternativa.

Figura: La roya deformante, Rhizoctoniasis o caracha en tubérculos (C)



Fuente: Teresa a. i. 1997, Terrazas. 2001, Gonzáles et al. 2002.

Figura: A. Síntomas de la roya (*Aecidium ulluci* Jorstad) en hojas de papalisa.

Figura: B. El "mukuru" de la papalisa: pudrición en la punta de la raíz por el hongo *Fusarium* sp.

Figura: C. La "q'aracha escamas en tubérculos de papalisa causadas por *Rhizoctonia* sp.

Anexo: 4

A



Fuente: Terrazas y Gonzáles, 2001).

B



Fuente: Imagen tomada cercano al area del ensayo

Grafica: (A) Almacenamiento en la vivienda y **(B)** Almacenamiento tipo Phinas (uyu)

Anexo: 5

Datos de: temperatura máxima y mínima media (°C)

año	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SEP		OCT		NOV		DIC	
	mx	mn	mx	mn	mx	mn	mx	mn	mx	mn	mx	mn	mx	mn	mx	mn	mx	mn	mx	mn	mx	mn	mx	mn
2009	***	***	***	***	***	***	***	***	13.4	2.2	12.1	-1.3	12.4	0.6	13.4	0.0	14.4	3.4	15.4	4.4	***	**	***	***
2010	14.5	7.1	14.4	7.6	14.0	7.7	14.3	5.0	13.7	3.2	14.0	1.8	13.4	-0.4	13.7	0.6	14.2	4.2	14.5	2.9	15.1	3.1	15.8	5.5
Suma	27.9	14.0	28.1	13.8	27.3	14.1	27.6	9.2	39.8	6.4	38.8	1.4	38.0	0.3	39.9	2.4	42.0	11.3	29.9	7.3	15.1	3.1	15.8	5.5
media	14.0	7.0	14.0	6.9	13.6	7.0	13.8	4.6	1.3	2.1	12.9	0.5	12.7	0.1	13.3	0.8	14.0	3.8	15.0	3.6	15.1	3.1	15.8	5.5

Fuente: estación meteorológica de Carabuco (2009-2010).

Anexo: 6.

Datos de: precipitación total (mm)

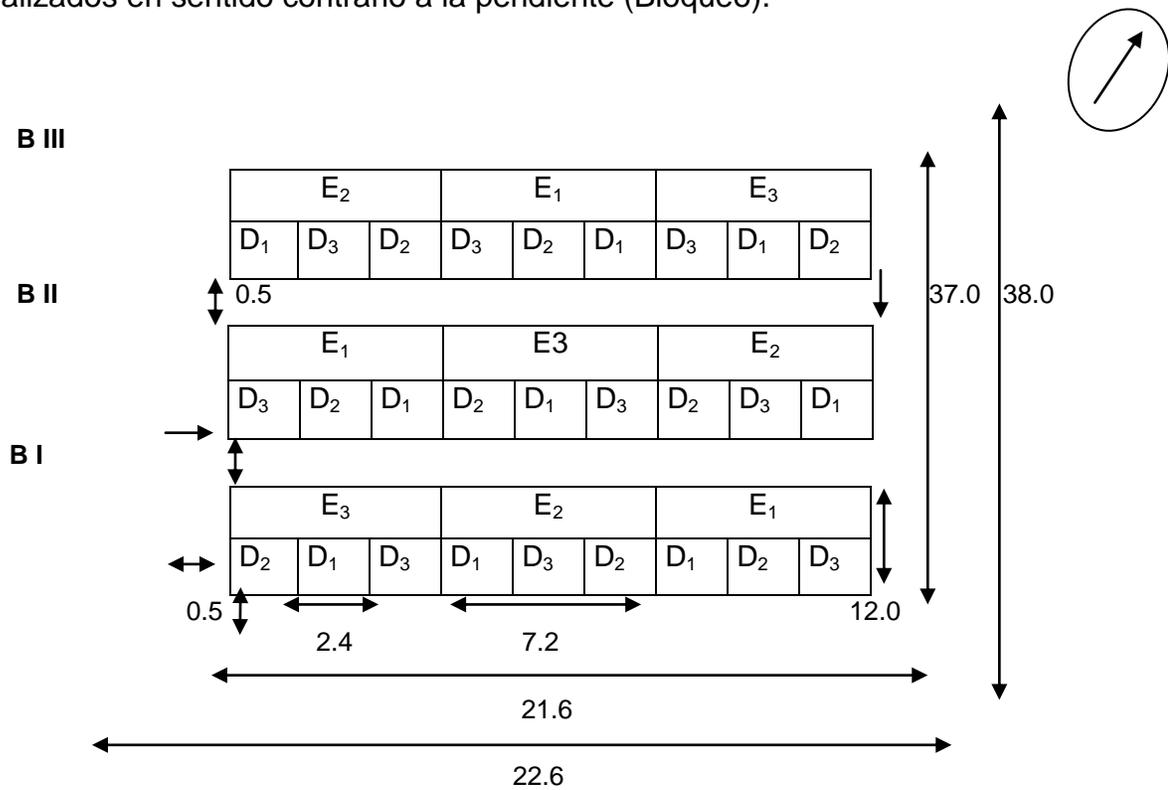
año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2009	***	***	***	***	0.0	0.0	10.9	1.3	29.2	26.2	91.3	94.2	***
2010	99.3	133.9	53.9	9.0	27.9	0.0	0.0	0.0	0.0	47.9	1.8	117.4	491.1
Suma	258.3	226.5	114.5	20.4	40.5	5.0	10.9	3.0	32.6	74.1	93.1	211.6	491.1
media	129.2	113.2	57.2	10.2	1.5	1.7	3.6	1.0	10.9	37.0	46.6	105.8	491.1

Fuente: estación meteorológica de Carabuco (2009-2010).

Anexo 7.

Croquis experimental

En la parcela grande están los Ecotipos de papalisa y en la parcela pequeña, densidades de siembra (distancias entre plantas y entre surcos), los surcos están realizados en sentido contrario a la pendiente (Bloqueo).



E₁ = ecotipo amarillo
D₁ = densidad 1

E₂ = jaspeado
D₂ = densidad 2

E₃ = ecotipo rojo
D₃ = densidad 3

Anexo: 8.

Cálculos: Cantidad de tubérculos semillas a sembrar.

Para d1

$$N^{\circ} \text{ de surcos/UE} = 12 / 0.5 = 24 \text{ surcos}$$

$$N^{\circ} \text{ de plantas/surco} = 2.4/0.3 = 8 \text{ plantas}$$

$$N^{\circ} \text{ de /UE} = 24 \times 8 = 192 \text{ plantas}$$

$$\text{Para los 9 tratamientos} = 192 \times 9 = 1728 \text{ plantas}$$

Para d2

$$N^{\circ} \text{ de surcos/UE} = 12 / 0.7 = 17.14 = 17 \text{ surcos}$$

$$N^{\circ} \text{ de plantas/surco} = 2.4/0.5 = 4.8 = 5$$

$$N^{\circ} \text{ de /UE} = 1.14 \times 4.8 = 82.27 \text{ plantas} = 82 \text{ plantas}$$

$$\text{Para los 9 tratamientos} = 82.27 \times 9 = 740.44 \text{ plantas} = 740 \text{ plantas}$$

Para d3

$$N^{\circ} \text{ de surcos/UE} = 12 / 1 = 12 \text{ surcos}$$

$$N^{\circ} \text{ de plantas/surco} = 2.4/0.8 = 3 \text{ plantas por surco}$$

$$N^{\circ} \text{ de /UE} = 12 \times 3 = 36 \text{ plantas}$$

$$\text{Para los 9 tratamientos} = 36 \times 9 = 324 \text{ plantas}$$

$$\sum d1+d2+d3 = (1728 + 740 + 324) \text{ plantas} = 2.792.4 \text{ tubérculo semilla}$$

► + 5 % (deformes sin ojos, con daños mecánicos, etc.)

$$2.792.0 \text{ tubérculo semilla} \rightarrow 100 \%$$

$$X \rightarrow 5 \% \quad X = 139.6 \text{ tubérculo semilla}$$

$$2.792 + 139.6 = 2.931.6 \text{ tuberculos semilla seleccionados} \approx 3.75 @ = 4 @$$

Tubérculo semilla 16 gr. promedio

Numero de plantas en cada bloque por tratamiento (distancia)

Dens.	Distancia (pln-src)	bloque		Nº pl/blq
D1	50 x 30 (cm)	I	8 pl x 24 surcos = 192 pl x 9 ue =	1728 pl/bl
D2	70 x 50 (cm)	II	4.8pl x 17.14 sur = 82.27 pl x 9 ue =	740.448 pl/bl
D3	100 x 80 (cm)	III	3 pl x 12 surcos = 36 pl x 9 ue =	324 pl / bl
Total plantas en los tres bloques =				2792.448 pl/3 bl

pln = plantas blq = bloque src= surco ue = unidad experimental

Número de plantas por tratamiento en cada en cada bloque

Blq	Distancia (pln-src)	Nº de pln/trm	Nº pln. trm / blq	Nº pl /3 blq
I	D1 50 x 30 (cm)	192 pln x 3 ue = 576 pl	x 3 blq = 1728 pln	
II	D2 70 x 50 (cm)	82.27 pln x 3 ue = 246.8 pl	x 3 blq = 740.448 pln	
III	D3 100 x 80 (cm)	36 pln x 3 ue = 108 pl	x 3 blq = 324 pl	
Total plantas			930.816 pln / blq x 3	2.792.448

Trm = tratamiento

Costo de tubérculo semilla de tamaño mediano (16.4 gr.) para diferentes densidades de siembra.

Precio 2.5 Bs./Kg.

D1: 30 Kg. x 2.5 Bs./ Kg. = 75 Bs./parcela. ► 75 Bs. / 626.4 m² x 10000m²/1 ha = 1197.32 Bs./ha

D2: 13 Kg. x 2.5 Bs./ Kg. = 32.5 Bs./parcela. ► 32.5 Bs. / 626.4 m² x 10000m²/1 ha = 518.84 Bs./ha

D3: 6 Kg. x 2.5 Bs./ Kg. = 15 Bs./parcela. ► 15 Bs. / 626.4 m² x 10000m²/1 ha = 239.46 Bs./ha

$$\Sigma = D1 + D2 + D3 = 1197.32 + 518.84 + 239.46 = \mathbf{1955.62 \text{ Bs./ ha}}$$

Cantidad de estiércol de ovino utilizado con relación a la densidad de siembra de siembra.

Datos:

Cada tubérculo se cubre de estiércol \approx de 0.042 a 0.051 Kg./ planta **promedio = 0.0477 Kg./planta**

D1: 24 surcos Nº de plantas = 1728 plantas / 9 UE Parcela = 626.4 m² (parcela útil)

D2: 18 surcos Nº de plantas = 740.44 plantas / 9 UE

D3: 12 surcos Nº de plantas = 324.0 plantas / 9 UE

Cálculo: Cantidad de estiércol de ovino

D1: 3.38 Kg./surco x 24 surcos = 81.22 → **81.5 Kg. / 9 UE**

D2: 1.93 Kg./surco x 18 surcos = 34.8 → **35.0 Kg. / 9 UE**

D3: 1.27 Kg./surco x 12 surcos = 15.23 → **15.5 Kg. / 9 UE**

$$\Sigma = D1 + D2 + D3 = 81.5 + 35.0 + 15.5 = \mathbf{132 \text{ Kg./27 UE}} \rightarrow \mathbf{2.64 \text{ qq / 27 UE}}$$

$$132 \text{ Kg./626.4 m}^2 \times 10000 \text{ m}^2/1 \text{ ha} = 2107.28 \text{ Kg. / ha} \rightarrow \mathbf{2108 \text{ Kg. / ha}} \rightarrow \mathbf{2.11 \text{ tn / ha}}$$

Cálculo de la cantidad de ceniza: puñado de 0.035 Kg. / planta (35 gramos)

D1: 0.035 Kg. / planta x 1728 plantas = 60.48 Kg. / 9 UE

D2: 0.035 Kg. / planta x 740.44 plantas = 25.92 Kg. / 9 UE

D3: 0.035 Kg. / planta x 324.0 plantas = 11.34 Kg. / 9 UE

$$\Sigma = D1 + D2 + D3 = 60.48 + 25.92 + 11.34 = \mathbf{97.74 \text{ Kg./27 UE}} \rightarrow \mathbf{1.95 \text{ qq / 27 UE}}$$

$$97.74 \text{ Kg./626.4 m}^2 \times 10000 \text{ m}^2/1 \text{ ha} = \mathbf{1560.34 \text{ Kg. / ha}} \rightarrow \mathbf{1565 \text{ Kg. / ha}} \rightarrow \mathbf{1.56 \text{ tn / ha}}$$

Costo de estiércol ovino:

1qq = 15 Bs. 1qq = 50 qq Para el ensayo 1 qq = 11 Bs.

D1: 0.035 Kg. / planta x 1728 plantas = 60.48 Kg. / 9 UE

Cálculos de costos

D1: 81.5 Kg. / 50 x 11 Bs. = 17.93 Kg. → 18 Bs.

D2: 35.0 Kg. / 50 x 11 Bs. = 7.7 Kg. → 8 Bs.

D3: 15.3 Kg. / 50 x 11 Bs. = 3.36 Kg. → 4 Bs.

$$\Sigma = D1 + D2 + D3 = 18 + 8 + 4 = \mathbf{30 \text{ Bs./parcela}}$$

$$30 \text{ BS./626.4 m}^2 \times 10000 \text{ m}^2/1 \text{ ha} = 478.93 \text{ Bs. / ha} \rightarrow \mathbf{479.0 \text{ Bs./ha}}$$

Costo de ceniza:

1qq = 10 Bs.

D1: 60.48 Kg. / 50 x 10 Bs. = 12.08 Kg. → 12.5 Bs.

D2: 25.92 Kg. / 50 x 10 Bs. = 5.184 Kg. → 5.5 Bs.

D3: 11.34 Kg. / 50 x 10 Bs. = 2.268 Kg. → 2.5 Bs.

$$\Sigma = D1 + D2 + D3 = 12.5 + 5.5 + 2.5 = \mathbf{20.6 \text{ Bs./parcela}}$$

$$20.6 \text{ BS./626.4 m}^2 \times 10000 \text{ m}^2/1 \text{ ha} = 327.27 \text{ Bs. / ha} \rightarrow \mathbf{328.0 \text{ Bs./ha}}$$

Anexo: 9. Análisis Físico –Químico de suelos (IBTEN)

Anexo 10.

Tablas para la interpretación del Análisis Físico- Químico de suelos

Cuadro 1. Relación de textura, densidad aparente (Dap), porosidad

textura	Dap. (gr/cm ³)	Porosidad (%)
Arenoso	1.6	40
Franco Arenoso	1.5	43
Franco	1.4	47
Franco limoso	1.3	50
Franco arcilloso	1.2	55
Arcilloso	1.1	58

Fuente: Thompson, citado por condori (2003)

Cuadro 2. Rango de pH

Escala de valores	Definición
< 4.5	Extremadamente ácido
4.6 – 5.0	Muy fuertemente ácido
5.1 – 5.5	Fuertemente ácido
5.6 – 6.0	Medianamente ácido
6.1 – 6.5	Ligeramente ácido
6.6 – 7.3	Neutro
7.4 – 7.8	Medianamente alcalino
7.9 – 8.4	Moderadamente alcalino
8.5 – 9.0	Fuertemente alcalino
> 9.0	Muy fuertemente alcalino

Fuente: Chilon (1997) Método: Potenciómetro

Cuadro 3. Conductividad eléctrica

Escala de valores	Definición
< 2	No hay problema de sales
2 – 4	Ligeros problemas de sales
4 – 8	Medio problemas
8 – 16	Fuerte
> 16	Muy fuerte salinidad

Fuente: Chilon (1997) Método: Conductímetro (mMhons./cc)

Cuadro 4. Materia Orgánica

Suelo arenoso	Suelo franco	Suelo arcillosos	Interpretación
0 – 1.75	0 – 1.5	0 – 2	Muy bajo
1.76 – 2.5	1.5 – 2	2 - 3	Bajo
2.51 – 3.5	2 – 3	3 – 4	Normal
3.51 – 4.25	3 – 3.75	4 – 5	Alto
> 4.25	> 3.75	> 5	Muy alto

Fuente: Guerrero (1996) Método: Walkey y Black (%)

Anexo 10. Continuación

Cuadro 5. Nitrógeno total

Rango	interpretación
< 0.1	bajo
0.1 – 0.2	Medio
> 0.2	Medio
	alto

Fuente: Chilon (1997)
Método: Micro Kjeldahl (%)

Cuadro 6. Fósforo disponible

Rango	interpretación
0 – 8	Muy bajo
8 - 16	Bajo
16 - 24	Medio
> 24	Alto

Fuente: Villaroel (1998), Pardavé (2004)
Método: Bray Kurtz ppm).

Cuadro 7. Potasio Intercambiable

Rango	interpretación
0 – 50	Muy bajo
50 - 100	Bajo
100 - 150	Medio
> 50	Alto

Fuente: Chilon (1997)
Método: Fotómetro de llama de Perkim-Elmer (meq/100 g de suelo)

Cuadro 8. Capacidad de Intercambio Catiónico

Escala B

Rango	interpretación
6 – 12	Bajo
12 - 20	Medio
> 20	Alto

Fuente: Chilon (1997)
Método: Acetado de Amonio (meq/100 g de suelo)

Anexo 11.

Rendimiento (Kg/ha) por tratamiento.

Densidad	Rdto. Bruto (Kg/ha)	Rdto. Neto (Kg/ha) (- 5%)	BB (Bs/ha)	BN (Bs/ha)
D1	6853.6	6510.9	16,928.34	14,313.34
D2	3111.75	2956.2	7,686.2	6,378.7
D3	653.5	620.84	1,614.18	742.58
Total	10618.85	10087.94		

BB = Rend. Ajustado * precio cantidad de semilla BN = T.CV - BB

Anexo 12.

Costos de producción

Cultivo: papalisa
Gestión Agrícola: 2009-2010
Periodo vegetativo: 9 meses
Tasa de cambio: Bs. 7

Departamento: de La paz, Prov. H. Camacho, Quilima
Superficie: 858.8 m² Transformados a una hectárea
Ecotipos: locales
FA=: Ecotipos de papalisa **FB=** densidad de siembra

Costos de producción de una area de 858.8 m², y para una hectárea.

Descripción costos (a)	Para parcela de ensayo					Transformado kg/ha	
	Unidad (b)	Cntd (c)	C. untr (Bs.) (d)	Precio total (Bs.) (e = c x d)	C. prcl (Bs.)	C. parcial (Bs.)	C. pcl (Bs.)
Herramientas (Costo fijo)						Unid*precio	
- Bolsas yute	bolsa	15	2	30		300*2 =600	
- cintas , lienzo	amaro	2	10	20		23*10 =230	
- Rastrillo	pieza	2	11	22		11*11 =121	
- Chontilla	pieza	1	13	13		11*13 =151	
- Flexometro	pieza	1	6	6			
- Wincha	pieza	1	20	20		1*20 =20	
- Balanza tipo reloj	pieza	1	70	70			
- Letrero diferente tamaño	tablas	7	2	14			
- bolsas polietileno (pqñ)	paquete	1	5	5			
- Romana	pieza	1	25	25	225	5*25 =125	
- Depreciación anual				59.6	284.6		1247
- Insumos (C. Variable)							
- Tubrc. semilla (mediano)	@	4	30	120		67*30=2010	
- Guano (oveja)	carga	2	11	22		112*22=2464	
- mcrado de tarwi (semilla)	libra	1/2	3	1.5			
- ceniza	qq	1 1/2	10	15	158.5	87.4*15=1311	5785
Mano de Obra							
Preparación del terreno							
- Análisis de suelo	muestra	1	200	200			
- Roturada con yunta (khulli)	jornal	1	40	40	60	8*40 =320	
- Desterronado***, nivelado	jornal	1	20	20	260	10*20 =200	520
Siembra							
- Desinfección semilla	hr	2	1.5	3		1*20 = 20	
- surcado a yunta	jornal	1	20	20		4*35 = 140	
- colocado de semilla (iluri)	Jornal	1	18	18		4*25 = 100	
- Guanero, abonado	Jornal	1	18	18		4*25 = 100	
- colocado de ceniza	Jornal	1	18	18		4*25 = 100	
- Tapado de surco manual	manual	1	18	18	95	4*30 = 120	580
Labores Agrícolas							
- 1º, 2º, 3º aporque manual	Jornal	3	15	45	45	15*27= 405	405
Cosecha							
- escarbe	Jornal	1	20	20		27*30 = 810	
- selección	Jornal	1	20	20		25*25 = 625	
- ensacado y pesado	Jornal	1	20	20	60	4*20 = 80	1515
Gastos gnrales (opcional)							
- Alquiler terreno	parcela	1	50	50			
- Transporte*	año	10	20	200			
- Material de escritorio**	Stok		40	40			
- Otros	Global		Global	50	340		
Σ total de Costos Prcls					932.5		9647

643.5

*1 persona de viaje 3 veces a la ciudad; para cada viaje se considera el pasaje de ida e de vuelta.

** se considera la compra de hojas bond, bolígrafos, cuaderno de campo, marcadores, regla, etc

*** Desterronado= japuchaña

Costo de producción
Rendimiento 10.1 tn/ha

Bs.2,012.1/858.8 m²
costo por kg = 2.5 Bs.

Bs 23,429.2/ha (inversión)
Bs 25,250.0/ha (recuperación)

Anexo 13.

Anexo 14.

Imágenes del las actividades realizadas en area experimental



Area experimental Prov. Camacho, Quilima



Vista desde la parcela (Cerro Dragón dormido)



Ecotipo rojo



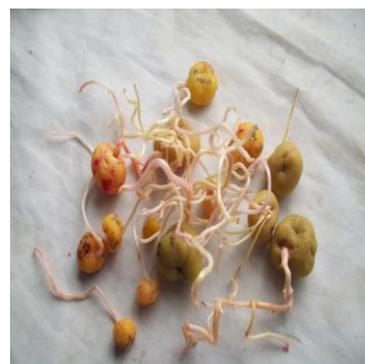
Ecotipo jaspeado



ecotipo amarillo



Clasificación por tamaño



excesivo brotamiento no Apto para la siembra

Continúa **anexo 13.**

Fotografías del las actividades realizadas en area experimental



Area experimental (Quilima)



Fase de emergencia



Emergencia a los 78 DDS



Daño causado por phisaq'a



gusano aparece antes de la floración



inicio de la floración a 156 DDS



Follaje de ecotipo amarillo



plena floración a 211 DDS



Inicio de amarillamiento de las hojas

Continúa **anexo13.**

Fotografías del las actividades realizadas en area experimental



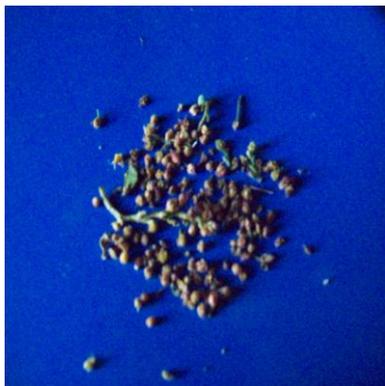
Datos del desarrollo del cultivo



Pesaje de tuberculos en kg/planta



etapa final de floración



Semilla botánica o sexual de la papalisa



ecotipo rojo cosechado a 282 DDS



diversidad de tuberculos, colores y formas



Transformación mutación



Pesaje en balanza digital



secado en rodajas de los tres ecotipos de papalisa