

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**“EVALUACIÓN DE CUATRO BIOINSUMOS COMO ALTERNATIVA
PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS
TRADICIONALES DE PRODUCCIÓN DE PAPA
(*Solanum tuberosum ssp andigenum*)
EN CARIQUINA GRANDE, PROVINCIA CAMACHO”**

DIONICIO CORINA MAMANI

La Paz – Bolivia

2011

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“EVALUACIÓN DE CUATRO BIOINSUMOS COMO ALTERNATIVA
PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS
TRADICIONALES DE PRODUCCIÓN DE PAPA
(*Solanum tuberosum ssp andigenum*)
EN CARIQUINA GRANDE, PROVINCIA CAMACHO”**

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

DIONICIO CORINA MAMANI

Tutor:

Ing. Ph D. Bruno Condor Alí

.....

Asesor:

Ing. M. Sc. Agr. Noel Ortuño Castro

.....

Comité revisor:

Ing. Ph D. Humberto N. Sainz Mendoza

.....

Ing. M. Sc. Edilberto Pacheco Agudo

.....

Ing. M. Sc. Celia M. Fernández Chávez

.....

APROBADO

Presidente Tribunal Examinador

.....

DEDICATORIA

A mis queridos padres:

Sabino Corina y Margarita Mamani.

*Cuyo apoyo y comprensión hicieron posible
mi formación profesional.*

*A mis hermanos: Néstor, Eva, Yanet, y Julio
Cesar.*

*Porque siempre están presentes en los
momentos más difíciles de mi vida.*

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos la vida y sabiduría.

A la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto en especial a los docentes quienes hicieron posible mi formación profesional.

A la Fundación PROINPA (Fundación para la Promoción e investigación de productos andinos), por haberme brindado la oportunidad de llevar adelante este trabajo de investigación y guiar mis primeros pasos profesionalmente.

Quiero agradecer la predisposición desinteresada de los agricultores de la comunidad Cariquina Grande y de la asociación APROECA que compartieron sus conocimientos asociados a la conservación y manejo de la agrobiodiversidad.

A mi tutor: Ing. Ph. D. Bruno Condori Ali, por su valiosa contribución, guía y orientación en el desarrollo y culminación de este trabajo.

Al Ing. Agr. M. Sc. Noel Ortuño Castro por el apoyo y confianza brindada durante la realización de la investigación.

Al Ing. Agr. M. Sc. Víctor Iriarte, por haberme colaborado en las diferentes fases de la realización de esta investigación.

Un especial agradecimiento a los Miembros del TRIBUNAL REVISOR, Ing. Ph D. Humberto N. Sainz Mendoza, Ing. M. Sc. Edilberto Pacheco Agudo, Ing. M. Sc. Celia M. Fernández Chávez, por sus observaciones y sugerencias aportadas al presente trabajo.

A mis compañeros y amigos: Ing. Agr. Eliseo Mamani, Ing. Agr. Eliseo Tangara y Ing. Agr. Juan Sipe, por su colaboración desinteresada y cooperación brindada hacia mi persona durante el desarrollo de este trabajo.

A mis amigos y personas que directamente e indirectamente colaboraron en la realización del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	PÁG.
CONTENIDO	I
ÍNDICE DE CUADROS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS	IX
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	IX
RESUMEN	X

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS	2
1.1.1. Objetivo general.....	2
1.1.2. Objetivos específicos.....	2
1.2. Formulación de las hipótesis.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Generalidades.....	4
2.1.1. La papa (<i>Solanum tuberosum ssp andigenum</i>).....	5
2.1.2. Importancia del cultivo.....	5
2.1.3. Requerimientos.....	6
2.1.3.1. Requerimientos del suelo.....	6
2.1.3.2. Piso altitudinal.....	7
2.1.3.3. Requerimientos del clima.....	7
2.1.3.4. Labores culturales.....	8
2.1.3.5. Plagas y enfermedades del cultivo.....	8
2.1.4. Fitogeografía y ecología.....	9
2.1.5. Crecimiento y fases fenológicas.....	10
2.1.5.1. Emergencia.....	10
2.1.5.2. Precocidad.....	10
2.1.5.3. Senescencia de hojas.....	11
2.1.6. Conservación de los recursos fitogenéticos.....	11

Pág.

2.1.7.	Sistemas tradicionales de producción	12
2.1.8.	Materia orgánica	12
2.2.	FUNCIONES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS QUÍMICAS DEL SUELO	13
2.2.1.	Función en las propiedades físico-químicas	14
2.3.	BIOINSUMOS ORGÁNICOS	14
2.3.1.	Biofert (bioinsumo sólido)	14
2.3.2.	Fertitrap (bioinsumo sólido y soluble)	15
2.3.3.	<i>Tricoderma</i>	15
2.4.	FUENTES DE ABONOS ORGÁNICOS	16
2.4.1.	Estiércol	16
2.4.2.	Transformaciones de la materia orgánica en el suelo	18
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	18
3.2.	CARACTERIÁSTICAS DE LA ZONA	19
3.2.1.	Condiciones climáticas	19
3.2.1.1.	Clima y vegetación	19
3.2.1.2.	Características socio-económicas	20
3.3.	MATERIALES	20
3.3.1.	Material vegetativo	20
3.3.2.	Fenología de las variedades	21
3.3.2.1.	Características morfológicas variedad Runtu papa	21
3.3.2.2.	Tubérculo	21
3.3.2.3.	Datos agronómicos	21
3.3.2.4.	Características morfológicas variedad Surimana	22
3.3.2.5.	Tubérculo	22
3.3.2.6.	Datos agronómicos	22
3.3.3.	Insumos	23
3.3.4.	Materiales de campo	23
3.4.	METODOLOGÍA	24
3.4.1.	Descripción del área experimental	25

Pág.

3.4.1.1.	Elección de terreno	25
3.4.1.2.	Muestreo del suelo	25
3.4.1.3.	Recolección de información climática temperatura y precipitación	25
3.4.1.5.	Delimitación de las parcelas	26
3.4.1.4.	Preparación de terreno	26
3.4.1.6.	Siembra	26
3.4.1.7.	Aplicación de las enmiendas orgánicas	26
3.4.1.8.	Aplicación de los bioinsumos	27
3.4.1.9.	Labores culturales	27
3.4.1.9.1.	Aporques	27
3.4.1.9.2.	Desmalezado	27
3.4.1.9.4.	Marbeteado de las plantas	28
3.4.1.9.3.	Seguimiento y toma de datos	28
3.4.1.9.6.	Cosecha	28
3.4.2.	Diseño experimental	28
3.4.3.	Modelo aditivo lineal	28
3.4.4.	Formulación de los tratamientos	30
3.4.5.	Características de la parcela experimental	30
3.4.6.	Variables de respuesta	31
3.4.6.1.	Toma de muestras y análisis de suelo	31
3.4.6.1.1.	Análisis físico del suelo	31
3.4.6.1.2.	Análisis químico del suelo	31
3.4.6.1.3.	Recolección de información climática	32
3.4.6.2.	Variables agronómicas	32
3.4.6.2.1.	Porcentaje de emergencia	32
3.4.6.2.2.	Altura de la planta	32
3.4.6.2.3.	Cobertura foliar	32
3.4.6.2.4.	Número de tubérculos por planta	33
3.4.6.2.5.	Número de tallos por planta	33
3.4.6.2.6.	Índice de cosecha	34
3.4.6.2.7.	Rendimiento agronómico	34
3.4.6.2.8.	Incidencia y severidad del tubérculo	34
3.4.6.3.	Análisis económico	35

Pág.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	36
4.1. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA	36
4.1.1. Temperaturas	36
4.1.2. Precipitación pluvial	38
4.2. VARIABLES EDAFICAS	39
4.2.1. Análisis físico del suelo	39
4.2.2. Análisis químico del suelo	40
4.2.3. pH del suelo	40
4.2.4. Materia orgánica	42
4.2.5. Conductividad eléctrica	43
4.2.6. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	45
4.2.7. Contenido de fósforo (P) en el suelo	46
4.2.8. Contenido de nitrógeno total (NT)	47
4.3. VARIABLES AGRONÓMICAS	49
4.3.1. Porcentaje de emergencia	49
4.3.1.1. Emergencia por efecto de las variedades	50
4.3.1.2. Emergencia por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol)	51
4.3.1.3. Emergencia por efecto de los bioinsumos	52
4.3.2. Porcentaje de días a la floración	53
4.3.2.1. Porcentaje de floración por efecto de las variedades	54
4.3.2.2. Porcentaje de floración por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol)	56
4.3.2.3. Porcentaje de floración por efecto de los bioinsumos	57
4.3.3. Altura de planta	58
4.3.3.1. Altura de planta por efecto de las variedades	59
4.3.3.2. Altura de planta por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol)	60
4.3.3.3. Altura de planta por efecto de los bioinsumos	62
4.3.4. Índice de área foliar	63
4.3.4.1. Índice de área foliar por efecto de las variedades	63
4.3.4.2. Índice de área foliar por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol)	64
4.3.4.3. Índice de área foliar por efecto de los bioinsumos	65
4.3.5. Número de tubérculos por planta	65

Pág.

4.3.5.1.	Número de tubérculos por planta por efecto de las variedades	66
4.3.5.2.	Número de tubérculos por planta por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol).....	66
4.3.5.3.	Número de tuberculos por planta por efecto de los bioinsumos	67
4.3.6.	Número de tallos por planta	69
4.3.6.1.	Número de tallos por planta por efecto de las variedades	69
4.3.6.2.	Número de tallos por planta por efecto de los niveles de abonos organicos (estiércol).....	70
4.3.6.3.	Número de tallos por planta por efecto de los bioinsumos	71
4.3.7.	Índice de cosecha (IC)	72
4.3.7.1.	Índice de cosecha por efecto de las variedades	73
4.3.7.2.	Índice de cosecha por efecto de niveles de abonos orgánicos (estiércol) ..	73
4.3.7.3.	Índice de cosecha por efecto de los bioinsumos	75
4.3.8.	Rendimiento agronómico	76
4.3.8.1.	Rendimiento agronómico por efecto de las variedades	76
4.3.8.2.	Rendimiento agronómico por efecto de los niveles de abonos organicos (estiércol).....	77
4.3.8.3.	Rendimiento agronómico por efecto de los bioinsumos	79
4.3.9.	Incidencia y severidad del tubérculo	81
4.3.9.1.	Incidencia y severidad del tubérculo por efecto de las variedades	81
4.3.9.2.	Incidencia y severidad del tubérculo por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol).....	82
4.3.9.3.	Efecto de los bioinsumos sobre la incidencia y severidad del tubérculo del gusano blanco	83
4.4.	Descripción de las variables económicas	85
4.4.1.	Análisis de dominancia de los tratamientos	85
4.4.2.	Curva de beneficios netos	86
4.4.2.1.	Curva de beneficio neto variedad Runtu papa	87
4.4.4.2.	Curva de beneficio neto variedad Surimana	88
4.4.3.	Taza de retorno marginal	88
5.	CONCLUSIONES	91
6.	RECOMENDACIONES	93
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	Pág.
1.. Analisis químico del estiércol de algunas especies	17
2. Características y dosis de los bioinsumos	23
3. Combinación de factores	30
4. Propiedades químicas del suelo	31
5. Prueba de medias para el porcentaje de emergencia por efecto de las variedades.	50
6. Prueba de medias para el porcentaje de emergencia por efecto de los niveles de abonos orgánicos.....	51
7. Prueba de medias para el porcentaje de emergencia por efecto de los bioinsumos.	53
8. Prueba de medias para altura planta por efecto de las variedades.	59
9. Prueba de medias para altura planta por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol).....	60
10. Prueba de medias para altura planta por efecto de los bioinsumos	62
11. Comparación del índice de área foliar (cm ²) por efecto de las variedades	63
12. Comparación del índice de área foliar (cm ²) por efecto de abonos orgánicos	64
13. Comparación del índice de área foliar (cm ²) por efecto de los bioinsumos	65
14. Prueba de medias para la incidencia y severidad del tubérculo por efecto de las variedades	81
15. Prueba de medias para la incidencia y severidad del tubérculo por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol).	83
16. Prueba de medias para la incidencia y severidad del tubérculo por efecto de los bioinsumos	84
17. Análisis de dominancia para la variedad Runtu papa con la aplicación de abonos orgánicos e inorgánicos en los diferentes tratamientos.....	86
18. Análisis de dominancia para la variedad Surimana con la aplicación de abonos orgánicos e inorgánicos en los diferentes tratamientos.....	86
19. Análisis marginal para las variedad Runtu papa, con la aplicación de abonos orgánicos (estiércol de ovino).	89
20. Análisis marginal para la variedad Surimana, con la aplicación de abonos orgánicos (estiércol de ovino).	89

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
1. Ubicación geográfica del área de estudio comunidad Cariquina Grande, provincia Camacho, departamento de La Paz.....	19
2.. Flujograma de la metodología de estudio.....	24
3. Comportamiento de las temperaturas máximas, mínimas y medias registradas en la comunidad Cariquina Grande - Provincia Camacho.....	36
4. Comportamiento de la precipitación pluvial registrada en la comunidad Cariquina Grande- Provincia Camacho.....	38
5. Análisis de la textura del suelo.....	39
6. Comportamiento del pH del suelo en dos periodos de evaluación (antes de siembra y cosecha).....	41
7. Comportamiento de la materia orgánica del suelo, en dos periodos de evaluación (antes de siembra y cosecha).....	42
8. Comportamiento de la conductividad eléctrica, en dos periodos de evaluación (antes de siembra y cosecha).....	44
9. Comportamiento de la capacidad de intercambio cationico (CIC), en dos periodos de evaluación (antes de siembra y cosecha).....	45
10. Comportamiento del contenido de fosforo (P) en dos periodos de evaluación (antes de siembra y cosecha).....	46
11. Comportamiento del Contenido de nitrógeno total (NT) en dos periodos de evaluación (antes de siembra y cosecha).....	48
12. Dinámica del porcentaje de emergencia de las variedades Runtu papa y Surimana, en la comunidad Cariquina Grande.....	49
13. Inicio de floración de dos variedades, Runtu papa y Surimana en la comunidad Cariquina Grande.....	54
14. Comparación de medias del porcentaje de floración, entre variedades según ($p < 0.05$). 55	
15. Comparación de medias del porcentaje de floración, entre niveles de abonos organicos según ($p < 0.05$)......	56
16. Comparación de medias del porcentaje de floración, entre bioinsumos según ($p < 0.05$). 57	

Pág.

17. Dinámica de altura planta de las variedades Runtu papa y Surimana, en la comunidad Cariquina Grande	59
18. Comparación de medias del número de tubérculos por planta, entre variedades según ($p < 0.05$).....	67
19. Comparación de medias del número de tubérculos por planta, entre niveles de abonos orgánicos según ($p < 0.05$).....	68
20. Comparación de medias del número de tubérculos por planta entre bioinsumos, según ($p < 0.05$).....	69
21. Comparación de medias del número de tallos por planta entre variedades, según prueba ($p < 0.05$).....	70
22. Comparación de medias del número de tallos por planta, entre niveles de abonos orgánicos según ($p < 0.05$).....	71
23. Comparación de medias del número de tallos por planta entre bioinsumos, según ($p < 0.05$).....	72
24. Comparación de medias del índice de cosecha entre variedades, según ($p < 0.05$).....	73
25. Comparación de medias del índice de cosecha entre los niveles de abonos orgánicos, según ($p < 0.05$).....	74
26. Comparación de medias del índice de cosecha entre bioinsumos, según ($p < 0.05$).....	75
27. Comparación de medias del rendimiento de variedades de papa en la comunidad Cariquina Grande, según ($p < 0.05$).....	76
28. Efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol) sobre el rendimiento de cultivo de papa en la comunidad Cariquina Grande, según ($p < 0.05$).....	78
29. Efecto de los bioinsumos sobre el rendimiento del cultivo de papa en la comunidad Cariquina Grande, según ($p < 0.05$).....	79
30. Curva de los beneficios netos, análisis de dominancia de los tratamientos en estudio variedad Runtu Papa.....	87
31. Curva de los beneficios netos, análisis de dominancia de los tratamientos en estudio variedad Surimana.....	88

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FIGURA	Pág.
1.. Flor variedad Runtu papa.....	21
2.. Tubérculo variedad Runtu papa.....	21
3.. Flor variedad Surimana.....	22
4.. Tubérculo variedad Surimana.....	22
5.. Toma de imagen con cámara digital.....	33
6.. Imagen procesada en Photoshop.....	33
7.. Imagen procesada con Imaje J. 2007.....	33

ÍNDICE DE ANEXOS

CUADRO

1. Croquis de la parcela experimental.
2. Análisis físico-químico del suelo.
3. Análisis de varianza porcentaje de emergencia.
4. Análisis de varianza, días al inicio de floración.
5. Análisis de varianza altura planta.
6. Análisis de varianza índice de área foliar (cm²).
7. Análisis de varianza número de tubérculos por planta.
8. Análisis de varianza número de tallos por planta.
9. Análisis de varianza índice de cosecha.
10. Análisis de varianza rendimiento agronómico.
11. Análisis de varianza incidencia y severidad de plagas.
12. Costos de producción.
13. Beneficio brutos y netos variedad Runtu papa.
14. Beneficio brutos y netos variedad Surimana.

FOTOGRAFÍAS

1. Variedad Runtu papa, T₁, T₂, T₀.
2. Variedad Surimana, T₁, T₂, T₀.
3. Bioinsumos sólidos y líquidos.
4. Calibres de la variedad Runtu papa.
5. Calibres de la variedad Surimana.
6. Aplicación de los bioinsumos sólidos.
7. Aplicación de bioinsumos líquido.
8. Marbeteado de plantas.
9. Toma de muestra, porcentaje de emergencia.
10. Rendimiento del T₁ (0 t/ha estiércol de ovino) variedad Surimana en 6m².
11. Rendimiento del T₂ (5 t/ha estiércol de ovino) variedad Surimana en 6m².
12. Rendimiento del T₀ (8 t/ha estiércol de ovino) variedad Surimana en 6m².
13. Plagas del tubérculo variedad Runtu papa.
14. Enfermedades del tubérculo variedad Runtu papa.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad evaluar cuatro bioinsumos como alternativa para la sostenibilidad de los sistemas tradicionales de producción de papa (*Solanum tuberosum ssp andigenum*) en la comunidad Cariquina Grande del Municipio de Mocomoco, Provincia Camacho del departamento de La Paz en la campaña agrícola 2008-2009. Los factores de estudio como variedades (Runtu papa y Surimana), bioinsumos (Biofert, Fertitrap sólido, Fertitrap líquido, *Tricoderma*) y niveles de abonos orgánicos (estiércol de ovino) de 0 t/ha, 5 t/ha y 8 t/ha estiércol incorporada por el agricultor. El estudio se condujo bajo un diseño en DBA con arreglo en parcelas sub-divididas con tres bloques y 24 tratamientos las diferencias entre variedades, abonos orgánicos (estiércol de ovino) y bioinsumos se evaluaron mediante la comparación de medias con la prueba de Duncan.

Se realizó el análisis de suelo para determinar el efecto de los niveles de estiércol sobre las propiedades físicas y químicas del suelo: textura, materia orgánica (%), pH, conductividad eléctrica ($\text{us}\cdot\text{cm}^{-1}$), capacidad de intercambio catiónico ($\text{meq}/100\text{ g}$ de suelo), contenido de fosforo (P), nitrógeno total (%). Para determinar el efecto en la planta, las variables evaluadas fueron: emergencia, altura de planta, días a la floración, índice de área foliar, número de tallos por planta, índice de cosecha, tubérculos por planta, rendimiento agronómico y incidencia y severidad del tubérculo en el cultivo.

Los resultados del porcentaje de emergencia mostro diferencias entre variedades Runtu papa 92.1% y Surimana 91.10% y entre abonos orgánicos (estiércol de ovino) a los 48 y 55 DDS logrando los mayores promedios para 5 t/ha con 95% y 8 t/ha 92%. Los días al inicio de floración se encuentra diferencias entre variedades Runtu papa con 39.25% y Surimana 33.36%, entre los abonos orgánicos (estiércol) el mayor promedio en 8 t/ha 53.33% seguida de 5 t/ha con 50.04% y 0 t/ha 5.54%. El número de tubérculos mostró diferencias entre abonos orgánicos el mayor numero de tubérculos fue de 8 t/ha (14 tubérculos) y 5 t/ha (13 tubérculos) y 0 t/ha estiércol (9 tubérculos) y entre variedades Runtu papa (11 tubérculos), Surimana (13 tubérculos). El rendimientos de tubérculos de papa muestran diferencias entre los abonos orgánicos (estiércol de ovino) para 8 t/ha estiércol 14 t/ha y 5 t/ha estiércol 12 t/ha el testigo 0 t/ha estiércol 4 t/ha, con los bioinsumos el mayor para Fertitrap sólido 10,70 t/ha y el menor Fertitrap soluble 9,50 t/ha un comportamiento similar para Biofert 9,9 t/ha y Tricoderma 10,4 t/ha.

En la descripción de las alternativas económicas los mayores beneficios netos logrados van desde 16.635,5 Bs/ha con la alternativa (Fertitrap solido + 5 t/ha estiércol de ovino) en la variedad Runtu papa y 16.966,9 Bs/ha para (Fertitrap soluble + 5 t/ha estiércol de ovino) variedad Surimana.

1. INTRODUCCIÓN

En Bolivia, el cultivo de papa tiene importancia económica para los agricultores de los valles y altiplano entre los 3000 a los 4300 msnm, donde se presenta una amplia diversidad de tubérculos desarrollada por la agricultura campesina.

La producción de este cultivo depende de su potencial genético y de la interacción con el ambiente en que se desarrollan. Entre los factores ambientales, la disponibilidad de nutrientes en el suelo juega un papel determinante. Estas condiciones han dado lugar al desarrollo de una amplia diversidad de tubérculos en microcentros de producción, constituyendo para los pobladores de las regiones su principal fuente de sustento, es decir representa su seguridad alimentaria y de vida.

Por otro lado Bolivia posee un banco de germoplasma de papa que conserva más de 1200 accesiones, entre los cuales se puede concentrar alrededor de 700 variedades diferentes provenientes de toda la zona andina del país. Las variedades de mayor consumo en la actualidad son la Waych`a, Imilla blanca, Desirée y Holandesa (PROINPA, 2002).

Entre los cultivos andinos, la papa es de lejos la más importante por su contribución económica y nutricional. De hecho se cultiva papa en 7 de los 9 departamentos del país ocupando el 6.5% de la superficie cultivada nacional. Asimismo contribuye a la economía con \$us. 150 millones al año, generando empleo y sobre todo, alimento relativamente barato para la población (Crespo, 2004).

Un aspecto que llama la atención en Bolivia con relación a los otros países andinos, es la baja productividad, de estos tubérculos incluido el de la papa, a pesar de su rusticidad y de ser originarios de la región andina (OEA, 1996). Esto es debido a varios factores como el tecnológico, social, económico y político pero de entre estos el escaso conocimiento del desarrollo de los tubérculos andinos deja un gran vacío por cubrir (Tapia, 1994).

Con el presente estudio se pretendió identificar nuevas estrategias de incorporación de productos orgánicos como los bioinsumos que contienen principios activos que afectan la fisiología de la planta en su desarrollo; sólidos (Biofert, Fertitrap sólido) y líquidos (Fertitrap líquido y *Tricoderma*), la forma más adecuada de utilizarlo es siempre combinando con abonos orgánicos (estiércol de ovino), en el cultivo de papa con un manejo de los sistemas tradicionales de producción del agricultor que ayude a buscar nuevas alternativas económicas para una agricultura sostenible y ecológica que hoy en día refleja su importancia a nivel nacional y mundial, siendo la papa uno de los cultivos de mayor importancia desde el punto de vista socioeconómico del país y sobre todo que involucra a familias de la población de los valles y el altiplano.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

- ✓ Evaluar cuatro bioinsumos como alternativa para la sostenibilidad de los sistemas tradicionales de producción de papa (*Solanum tuberosum ssp andigenum*) en Cariquina Grande, Provincia Camacho.

1.1.2. Objetivos específicos

- ✓ Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de papa con la aplicación de los bioinsumos Biofert, Fertitrap soluble, Fertitrap sólido y *Tricoderma*.
- ✓ Comparar los sistemas de producción tradicional con la alternativa de aplicación de bioinsumos y niveles de estiércol.
- ✓ Identificar las alternativas económicas rentables a través de un análisis económico de presupuestos parciales.

1.2. Formulación de las hipótesis

Ho: μ_a (Variedades) = μ_a (Bioinsumos)

Ho: μ_a (Bioinsumos) = μ_a (Niveles de estiércol)

Ho: μ_a (Alternativas económicas) = k (Costos de producción)

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades

En Bolivia el área cultivada con papa abarca una superficie de 125.481 ha, de las cuales el 45% se halla distribuido en el Altiplano. En esta actividad alrededor de 180.000 familias cultivan un promedio de 0,76 ha de papa, lo que significa que el 28% de los campesinos del país se hallan involucradas en el proceso productivo (SNAG, 1997).

Iriarte (1998), señala que en Bolivia existe una importante variabilidad genética de tubérculos andinos, sobre todo las llamadas variedades tradicionales o variedades andinas, que se domesticaron “in situ” como la papa. Estas variedades han sido seleccionadas y mantenidas a lo largo de los años por los agricultores andinos, debido a sus características de rusticidad, adaptación y resistencia a factores adversos, productividad y calidad nutritiva.

La mayor variabilidad genética de especies nativas cultivables se encuentra en el área de la meseta Peruano-Boliviana (Mayer, 2001).

Según PROINPA (2002), en Bolivia se encuentra ocho especies diferentes de papas nativas y más de treinta especies silvestres motivo por el cual, es catalogado como un país centro de origen y papero de excelencia, no solo por la variabilidad genética sino también por la importancia en la alimentación.

La papa constituye la especie vegetal más cultivada en la zona andina destinada, principalmente al autoconsumo, tanto en forma fresca como deshidratada como el chuño y tunta (Torres, 2005).

2.1.1. La papa (*Solanum tuberosum ssp andigenum*)

La papa, es una planta dicotiledónea, herbácea, anual, pero puede considerarse como perenne potencial debido a su capacidad de reproducirse vegetativamente por medio de tubérculos (Contreras, 1989). El tubérculo tiene una forma que varía entre redonda, ovalada y oblonga; los ojos se distribuyen siguiendo una espiral y el color de la piel puede variar entre blanco-crema, amarillo, naranja, rojo, morado y/o tener dos colores (Contreras, 1989). Los tallos aéreos son de color verde, marrón rojizo o morado con ramificaciones (Huamán, 1986). Las hojas son imparipinnadas, con hojuelas laterales primarias, secundarias y terciarias (Contreras y León, 1989). Las flores son hermafroditas de color blanco, azul, rojo, morado.

El *S. tuberosum* se divide en dos subespecies apenas diferentes: la *indígena*, adaptada a condiciones de días breves, cultivada principalmente en los Andes, y *tuberosum*, la variedad que hoy se cultiva en todo el mundo y se piensa que descende de una pequeña introducción en Europa de papas *indígena*, posteriormente adaptadas a días más prolongados (CIP, 2006).

2.1.2. Importancia del cultivo

Zeballos (1997), menciona que entre los cultivos andinos, la papa es el producto más importante de Bolivia, por las siguientes razones: se produce en diferentes zonas ecológicas de nuestro país desde 4250 hasta 1600 msnm, constituyen un alimento fundamental en la dieta diaria de la población boliviana, tanto en cantidad como en calidad.

Cultivada en los andes bolivianos durante miles de años, la papa hoy es el cultivo alimentario más importante del país, junto a la soya. Unos 200.000 agricultores, casi todos de pequeña escala, la producen en unas 135.000 hectáreas de tierras, por lo general para consumo doméstico (FAO, 2008).

Bolivia se encuentra entre los ocho centros más importantes de biodiversidad y domesticación de plantas cultivadas en el mundo, entre estas especies se encuentra gran diversidad de granos, raíces y tubérculos andinos. De entre los tubérculos, la oca, isaño, papaliza y papa son los más extendidos a lo largo de los andes desde tiempos Prehispánicos (Cárdenas y Rea, 1998).

La papa es uno de los cultivos alimenticios más importantes y difundidos a nivel mundial. En producción de proteína por unidad de tiempo y superficie y en la obtención de energía es superior al resto de los cultivos (Estrada, 2000).

Quispe (1997), indica que el valor nutritivo de los tubérculos andinos, radica en el contenido de proteína que representa una buena fuente de aminoácidos con excepción de la valina y el triptófano.

2.1.3. Requerimientos

2.1.3.1. Requerimientos del suelo

El cultivo de papas nativas requiere de suelos francos y franco arenosos, fértiles, sueltos profundos, drenados ricos en materia orgánica (3 – 5 por ciento) con un pH 4,5 a 7,5. Los suelos arcillosos están bien si son sueltos, aunque la papa produce mayor en suelos con pH 5,0 y 5,4 y que han tenido un periodo de barbecho o de rotación adecuada. Las mejores producciones se obtienen en los suelos que tienen descansos de tres a cuatro años y con una aplicación de 2 a 3 toneladas por hectárea de abonos animales (CIED 2002).

El nitrógeno es el motor de crecimiento de la planta, es absorbida del suelo en forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+). En la planta se combina para formar aminoácidos y proteínas, un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante para la absorción de otros nutrientes (FAO, 2002).

Los efectos positivos de una adecuada cantidad de fósforo se demuestran por un mayor desarrollo en las raíces, desarrollo y crecimiento general en la planta,

aceleración de la fructificación y floración con una mayor resistencia a las condiciones adversas (enfermedades y clima entre otra). El fósforo también estimula la madurez y tiende a reducir el periodo vegetativo del crecimiento. Se acumula en los tejidos, meristemas, semillas y frutos. Un exceso de fertilizante fosfatado conlleva a una madurez prematura por lo que el rendimiento baja (López, 1994).

El potasio desempeña una función muy importante en la pérdida de agua por las plantas, que tiene importancia en las zonas áridas, ya que el potasio equilibra los efectos de la escasez de agua. La abundancia en potasio implica mayor crecimiento y vigor, un buen desarrollo de frutos, flores y semillas, una resistencia al frío y a las enfermedades criptogámicas (hongos) y, en consecuencia, una buena calidad de frutos (López, 1994).

Kehr (1967), indica que el rendimiento, la forma y la apariencia de los tubérculos dependen de gran parte de la textura y naturaleza física del suelo. Dentro de los mejores suelos para producir papa se encuentran los bien drenados, arenosos, que contienen areniscas y suelos arcillosos que contengan materia orgánica y elementos nutritivos suficientes. Suelos orgánicos o de turba son buenos para la producción si tiene buen drenaje.

2.1.3.2. Piso altitudinal

CIED (2002), las papas nativas se cultivan en alturas de 3000 a 4300 msnm cuyas regiones se caracterizan por tener temperaturas medias entre 6 a 14°C, con precipitación que varía de acuerdo a la región y el año y va desde 400 a 1400 milímetros de precipitación durante el periodo de desarrollo del cultivo, este se extiende por cinco a seis meses de octubre a abril.

2.1.3.3. Requerimientos del clima

Lindao (1991), afirma que el clima juega un papel muy importante en la producción de papa, los extremos de altitud de cada zona determina grandes variaciones

ecológicas y climáticas. El área adecuada para el cultivo de papa es aquella cuya temperatura media anual está entre 6 y 14°C, con una disponibilidad de lluvia alrededor de 700 a 1000 mm por año. Se ha comprobado que el desarrollo de este cultivo es apropiado cuando la precipitación fluctúan alrededor de 700 mm (Tapia, 1990).

2.1.3.4. Labores culturales

Muñoz y Cruz (1984), indican que el aporque en el cultivo de papa tiene cuatro objetivos: el primero consiste en proporcionar el sostén necesario a la planta; el segundo es aflojar el suelo y así evitar pérdidas de humedad, el tercero el control de malezas y el cuarto incorporar una capa de suelo a fin de cubrir los estolones en forma adecuada para una mejor tuberización. El periodo óptimo para llevar a cabo el aporque puede realizarse entre los 90 a 105 días después de la siembra.

Entre las labores culturales de importancia en el cultivo de papa, una que repercute en la producción y sanidad del cultivo, son los aporques altos, siendo una práctica efectiva para el control del gorgojo y la polilla de la papa, además de brindar aireación al terreno que alberga a las raíces de las plantas (Jiménez, 2005).

2.1.3.5. Plagas y enfermedades del cultivo

El gorgojo *Premnotrypes* spp, es la plaga más importante de las zonas altas particularmente del altiplano. El principal daño que causa son galerías en los tubérculos, con pérdidas de más de 80% al momento de la cosecha. Los tubérculos dañados no son deseables para la comercialización y su mayor parte son utilizados para la elaboración de chuño que resulta de mala calidad y bajo precio (Gandarillas y Ortuño, 2009).

Gandarillas y Ortuño (2009), señalan que los gusanos cortadores y corresponden a larvas de varias especies de noctuidos o polillas nocturnas. El principal daño que provocan en la papa ocurre cuando cortan los tallos tiernos de la planta recién

emergida. Esta plaga se presenta con mayor intensidad en años secos, pudiendo causar pérdidas significativas cuando el ataque es en la emergencia del cultivo, se desarrolla en zonas frías y templadas los 1500 hasta los 3700 msnm.

Polilla (*Paraschema detectendum*), esta plaga causa daño al tubérculo es causado por las larvas, mayormente en la etapa próxima a la cosecha, aunque también pueden afectar a los tubérculos recién sembrados. En ambos casos al alimentarse realizan galerías grandes y distribuidas por todo el tubérculo, donde dejan sus excrementos y residuos de tejido muerto, quitándole valor comercial e inutilizándole el producto para cualquier uso (Gandarillas y Ortuño, 2009).

En las hojas y en menor grado en los tallos, se forman manchas necróticas, marcadas internamente por serie de anillos concéntricos, apareciendo cerca de la floración y aumentando a medida que madura la planta, las lesiones se forman primero en las hojas inferiores y causan un amarillamiento generalizado caída de hojas o muerte precoz (Agrios, 1999).

En los tubérculos las lesiones son oscuras hundidas, de forma circular e irregular rodeadas a menudo por brotes levantados de color púrpura, el tejido en estado avanzado de deterioro es usualmente blanco, húmedo de color castaño, los tubérculos con lesiones por tizón temprano están propensos a ser invadidos por organismos como sucede con otras pudriciones (Agrios, 1999).

2.1.4. Fitogeografía y ecología

Los factores bióticos tienen una gran influencia en la pérdida de cosecha de la papa, entre ellos el tizón y el gorgojo de los Andes. Entre los factores abióticos más restrictivos para este cultivo esta las heladas y la sequía (Le Tacón 1989, Montes de Oca, 1985).

Hasta las heladas constituyen una de las mejores limitantes de producción de papa en Los Andes. En Bolivia la mejor parte de las 140.000 hectáreas cultivadas

con papa están en las zonas arriba a 3000 msnm, donde la probabilidad de helada durante el cultivo es alta. Las heladas afectan la producción de papa, reduciendo los rendimientos de 10 a 80% en variedades susceptibles; además la amenaza de heladas resulta mayor en su manejo extensivo del cultivo con diversión limitada por parte de los agricultores, quienes no quieren invertir en operaciones riesgosas y costosas (PROINPA, 1995-96).

Los niveles de productividad de los cultivos de la zona andina boliviana son los más bajos de Sudamérica solo citamos el caso de la papa que alcanza a 6 t/ha como promedio nacional (OEA, 1996).

El cultivo de papa responde bien al riego y su crecimiento es mejor cuando la humedad del suelo es seco a la capacidad de campo. La presencia de una elevada humedad en el suelo en el último periodo de desarrollo puede ser perjudicial, ya que puede provocar tubérculos con varios micro tubérculos, rajaduras hasta pudriciones (CIED, 2002).

2.1.5. Crecimiento y fases fenológicas

2.1.5.1. Emergencia

En esta fase el extremo basal de los brotes del tubérculo forma normalmente la parte subterránea de los tallos y se caracteriza por la presencia de lenticelas. Después de la siembra, esta parte produce rápidamente raíces y luego estolones o tallos laterales. El extremo apical del brote da origen a las hojas y representa la parte del tallo, donde tiene lugar el crecimiento del mismo (Huamán, 1986).

2.1.5.2. Precocidad

Marques (1993), define la precocidad como un carácter cuantitativo determinado por las características hereditarias de la planta y por el medio ambiente.

Poehlman y Sleeper (1995), sostienen que el grado de variación en la precocidad juega un rol importante por la necesidad de escape a los riesgos naturales de tipo biótico y abiótico. Los factores ambientales que pueden influir en la precocidad son el fotoperíodo, temperatura y altitud, tipo de suelo y distribución de la precipitación durante el ciclo productivo.

2.1.5.3. Senescencia de hojas

El cultivo de papa ingresa a esta fase cuando alcanza la madurez fisiológica; los diferentes órganos que componen la planta de papa adquieren una apariencia seca y blanquecina, que indica la pérdida de la clorofila, del RNA y las proteínas, incluyendo muchas enzimas vegetales, conduciendo a la senectud y posterior muerte del órgano y de la planta completa (Rodríguez, 2001).

Valpuesta (1993), define que la muerte de una parte de la planta o de una de sus células implica una serie de procesos bioquímicos metabólicos y estructurales que implica las recuperaciones de parte de los recursos presentes en la célula de tejidos antes de que estos mueran. En general la senescencia de hojas es una respuesta a estímulos ambientales que se observa con el cambio de color y caída de las hojas.

Aldabe y Dogliotti (2000), menciona que la senescencia es la etapa fenológica que ocurre cuando el crecimiento del follaje comienza a declinar y las hojas bajas empiezan a amarillarse en esta etapa los tubérculos se encuentran en la fase de máximo crecimiento que paulatinamente va disminuyendo a medida que el follaje va muriendo.

2.1.6. Conservación de los recursos fitogenéticos

La Conservación del Banco Nacional de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas que consiste en una colección de papa de más de 1200 accesiones, 500 de oca, 200 de papaliza y 80 de izaño, conservadas ex situ en el centro Toralapa

(Provincia Tiraque a 3430 msnm). Este germoplasma es un resultado de varias colectas a nivel nacional, de donaciones de diferentes instituciones del país y constituye un material de gran valor genético y cultural (PROINPA, 2003).

El aprovechamiento de esta riqueza genética es limitado ya que su uso en programas de mejoramiento es restringido. Por ello es que desde hace varias campañas agrícolas se incentiva la relación in-situ y ex-situ, para fortalecer la conservación de los tubérculos andinos bajo una estrategia integrada que comprende metodologías ex situ en combinación con acciones in situ. De esta forma se está cambiando el rol del banco de germoplasma de un sistema cerrado hacia un centro dinámico de manejo y conservación de variedades. (PROINPA, 2003).

2.1.7. Sistemas tradicionales de producción

Según Rist (1992), el sistema tradicional de alta utilización de recursos localmente renovables también constituye un eficiente sistema de conservación de biodiversidad pues permite a los agricultores cultivar una amplia diversidad de especies y variedades, en el caso de tubérculos, existe un gran número de variedades diferenciados en cuanto a uso, sabor, color y forma.

Según Hervé (1994), finalmente, con la rotación de cultivos alternado con periodos de descanso de las aynokas, se recupera la fertilidad integral de los suelos (orgánica, física y biológica) de igual modo se mejora la retención del agua por el suelo.

2.1.8. Materia orgánica

Según Chilon (1996), la materia orgánica cumple un papel de vital importancia en el mejoramiento de los suelos de cultivo, pues su presencia en los mismos cumple las siguientes funciones: a) aporta los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas durante el proceso de descomposición; b) activa biológicamente el suelo; c) mejora la estructura del suelo, a su vez el movimiento del agua y del aire y por ende el desarrollo del sistema radicular de las plantas; d) incrementa la capacidad de

retención del agua; e) incrementa la temperatura del suelo; f) incrementa la fertilidad potencial del suelo; g) contribuye a estabilizar el pH del suelo, evitando los cambios bruscos del pH) disminuye la compactación del suelo; i) favorece la labranza; j) reduce las pérdidas del suelo por erosión hídrica o eólica.

Suquilanda (1996), afirma que la materia orgánica tiene una gran influencia en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Cuyo influencia se sintetiza en los siguientes aspectos: mejora la estructura del suelo, debido a la formación de agregados más estables, reduce la plasticidad y cohesión de los suelos arcillosos, aumenta la capacidad de retención del agua, aumenta considerablemente la capacidad de intercambio iónico, regula el pH del suelo, aumenta la actividad microbiana y favorece a la asimilación de los nutrientes, por su lenta liberación.

Los beneficios que la materia orgánica proporciona al suelo son múltiples; en primer lugar como abono orgánico y por otro lado, como un excelente enmienda al mejorar las propiedades del suelo. Además los abonos orgánicos no requieren ser importados ni subsidiados por que se obtienen a partir de los residuos orgánicos que la propia chacra genera: estiércoles y rastrojos de cosecha, fomentando de esta manera un proceso de reciclaje alimenticio trófico y energético (Morales, 2001).

La materia orgánica en los suelos (MO) provienen, en parte de la incorporación de los residuos de animales (cadáveres y deyecciones) y restos vegetales (raíces, órganos aéreos, excreciones a nivel rizósfera, sustancias solubles de los órganos aéreos transferidas al suelo por el agua de lluvia o rocío, etc.), en distintos estados de descomposición y la biomasa microbiana (Conti, 2005).

2.2. FUNCIONES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

En las propiedades físicas: favorece la agregación y estructuración; aumenta la retención hídrica, tiende a equilibrar el sistema poroso (en suelos arcillosos tiende a aumentar la mesoporosidad y en los arenosos de microporosidad), modifica el

régimen térmico (incrementa la absorción de energía radiante del suelo al disminuir su albedo y atenúa las fluctuaciones de temperatura por tener mayor calor específico que la fracción inorgánica), debido al mejoramiento de la agregación existe una acción antierosiva (Conti, 2005).

2.2.1. Funciones en las propiedades físico-químicas

Las propiedades Físico - químicas aumenta la capacidad de intercambio catiónico; aumenta la capacidad reguladora ácido-base, aumenta la estabilidad coloidal como gel; tiende a acidificar los suelos e influye sobre los procesos de óxido-reducción (Conti, 2005).

2.3. BIOINSUMOS ORGÁNICOS

2.3.1. Biofert (bioinsumo sólido)

PROINPA (2005), menciona que el Biofert es un bioabono de fondo, en base a microorganismos benéficos. Este producto se utiliza a una dosis de 4 bolsas por hectárea, se usa para suplementar el abono orgánico. Está enriquecido con Nitrógeno orgánico lo cual permite una mayor actividad microbiana y el amonio liberado es asimilado directamente por la planta. Al contener micorrizas hace que la planta mejore la asimilación de agua y Fósforo. Al contener bacterias del tipo *Bacillus* proporciona a la planta promotores de crecimiento. “Menciona que después de pruebas el Biofert, el que tiene similar composición y es utilizado como abonadura de fondo, lográndose incrementos de 25% en cebolla y rendimientos similares a los obtenidos cuando se aplicó urea en el cultivo de papa” (Ortuño y Navia, 2010).

El Biofert es un biofertilizante sólido, bioabono de fondo para la aplicación al aporque o a la siembra, en base a microorganismos benéficos, con excelentes resultados en varios cultivos como la papa, quinua, hortalizas (cebolla, tomate, repollo) y plantas ornamentales. Este producto es enriquecido con fuente de Nitrógeno, puede ser

utilizado como alternativa al uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos (Ortuño y Navia, 2011).

2.3.2. Fertitrap (sólido y líquido)

PROINPA (2005), indica que el Fertitrap es un bioabono con excelentes resultados en hortalizas, se aplica al transplante. Protege las raíces del ataque de patógenos del suelo, favorece el crecimiento de las raíces, acelera el prendimiento de plántulas, hay inducción de resistencia en la planta debido a la presencia de *Bacillus subfilis*. Cada litro sirve para inocular 5000 plántulas de cebolla, 3000 de tomate y 500 plantines de frutales en esqueje.

El Fertitrap está compuesto por bacterias, micorrizas y material inerte, que permite un eficaz trabajo de los organismos cuando es aplicado al suelo. Esto representa una alternativa tecnológica que es posible de producir en el país, con cepas nativas, materiales locales y equipos construidos localmente y a un bajo costo, lo cual permite que el productor pueda acceder a un nuevo biofertilizante y bajar sus costos de producción (Ortuño y Navia, 2010).

El Fertitrap es un biofertilizante y promotor de crecimiento sólido con excelentes resultados en hortalizas y frutales. Protege las raíces del ataque de los patógenos del suelo. Favorece el crecimiento de raíces acelera el prendimiento de plántulas (Ortuño y Navia, 2011).

2.3.3. *Tricoderma*

El empleo de *Tricoderma* por medio de las semillas es probablemente la forma más económica y extensiva para introducir el biocontrol en la producción, el método sencillamente consiste en tratar las semillas con una suspensión acuosa de esporas o en forma de polvo, con o sin necesidad de adherente. Así la semilla recibe una cobertura protectora cuyo efecto se muestra cuando la misma es plantada en el sustrato correspondiente. Las cepas de *Tricoderma* verdaderamente competitivas

son capaces de colonizar la superficie de raíz y la rizosfera a partir de la semilla tratada (Fernández, 1992).

Según Dala (2005), indica en un estudio sobre el uso de insumos estimuladores como la *trichoderma* en el desarrollo vegetal del tomate, determino que las sustancias utilizadas tuvieron un efecto positivo sobre las características vegetativas de altura de planta de planta, masa fresca del fruto, número de frutos por planta, grosor del epicarpio- mesocarpio y rendimientos.

Compuestos orgánicos de origen natural químicamente activas como la *trichoderma*, los cuales son aplicables tanto por vía foliar como por medio de fertilizantes. Estos actúan sobre el equilibrio nutritivo de las plantas estimulando rápidamente los procesos fisiológicos de éstas. Los reguladores de crecimiento se consideran atóxicos para el hombre y los animales; no poseen hormonas de síntesis por lo que no alteran el equilibrio hormonal típico de las plantas, además mejoran las estructuras de los suelos, lo que repercute en una mayor y mejor utilización de los nutrientes (Jiménez y Aquino, 2006).

2.4. FUENTES DE ABONOS ORGÁNICOS

Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, el aporte de nutrientes a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Romero *et al.* 2000).

2.4.1. Estiércol

Los estiércoles se utilizan en el abonamiento de las tierras de cultivo, con preferencia son aplicados en cultivos de papa y en algunas hortalizas. Debido a un mal manejo, su eficiencia agronómica es baja llegando de 30 – 50% (Villarroel, 1989).

Los estiércoles se han utilizado desde hace mucho tiempo para aumentar la fertilidad de los suelos y modificar sus características agroquímicas en beneficio del desarrollo de las plantas, su efectividad ha quedado plenamente demostrado con rendimientos altos y de mejor calidad (Romero, 1997).

Suquilanda (1996), recomienda aplicar de 15 a 20 t/ha de materia orgánica ovino al suelo, preferentemente en suelos pobres en nitrógeno, fosforo y materia orgánica como también aquellos con pH alcalino y/o ácido, con el fin de que el pH tienda a la neutralidad; se estima que incorporando 20 t/ha de materia orgánica se suministra al suelo de 15 a 20 kg de nitrógeno, 8 - 12 P₂O₅, 86 - 50 kg, K₂O.

Los estiércoles se descomponen de acuerdo a una tasa de mineralización. Una relación de descomposición de 0,35 – 0,10 y 0,05 indica que el estiércol al primer año se descompone en un 35%, el residual del primer año se descompone en un 15% el segundo año, el residual del segundo se descompone en un 10% el tercer año y el residual en un 5% el cuarto año. En esta misma relación se libera el nitrógeno, fosforo, potasio y otros nutrientes (Romero, 1997).

A continuación en el cuadro 1, se presentan los resultados del análisis químico del estiércol de algunas especies.

Cuadro 1. Análisis químico del estiércol de algunas especies

Procedencia del estiércol	pH	% M.S.	% Sobre materia seca						
			N	P	K	Ca	Mg	M.O.	Relación C:N
Bovino	8,1	71	1,2	0,4	1,65	1,16	0,44	37,2	17,4
Ovino	7,5	87	1,4	0,6	1,7	1,4	0,3	58,7	25,2
Llama	8,7	-	1,1	0,2	1,71	2,05	0,37	30,1	16,2

Fuente: FAO-FERTISUELOS, 1995.

2.4.2. Transformaciones de la materia orgánica en el suelo

En el proceso de descomposición del total de la materia orgánica incorporada al suelo, el 65% se pierde como CO₂, H₂O, energía, etc., solo el 35% pasa a formar sustancias humificadas, las cuales son utilizadas en la síntesis microbial culminando en el proceso de mineralización (Chilón, 1996).

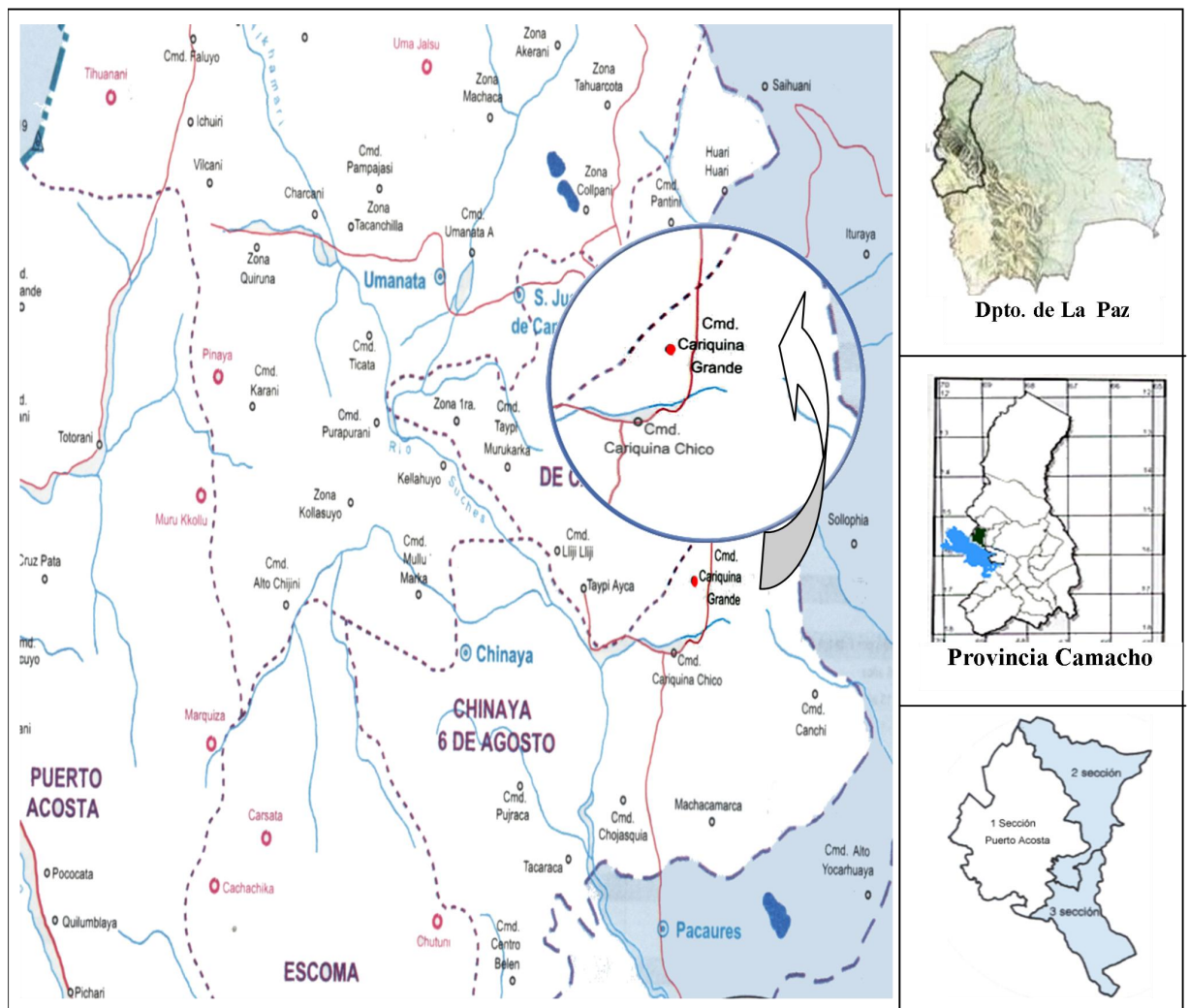
Los microorganismos que descomponen la materia orgánica, toman su energía de la materia orgánica a la cual descomponen. Estos microorganismos tienen necesidad de nitrógeno para formar su propia proteína, y este nitrógeno pueden tomarlo del procedente de la descomposición de la propia materia orgánica (Fuentes, 1983).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en el Municipio de Mocomoco, comunidad Cariquina Grande perteneciente al cantón Pacaures ubicado en el Altiplano Norte de Bolivia a 204 km de la ciudad de La Paz, a una altura aproximada 3900 a 4100 msnm, geográficamente se halla ubicada a 15° 31' 00" de latitud sur y 69° 15' 00" de longitud oeste. Perteneciente a la provincia Camacho, que se muestra en la Figura 1, (INE, 2000; CID - Atlas Estadístico de Municipios, 1999).

Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio comunidad Cariquina Grande, provincia Camacho, departamento de La Paz.



Fuente: Elaborado en base al Atlas de Municipios 2005.

3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

3.2.1. Condiciones climáticas

3.2.1.1. Clima y vegetación

El clima, las temperaturas mínimas varían de 0,1 a 2,7°C, las temperaturas máximas varían de 12,5 a 14,7°C entre los lugares altos y bajos, respectivamente. Las

precipitaciones oscilan entre 660 y 710 mm por año, donde tiene un manejo especial para el cultivo de papa con el fin de reducir riesgos de los factores climáticos como la helada y la sequía (Iriarte, 2009).

La comunidad presenta una gran diversidad de ecosistemas, ancestralmente se manejaba dentro del sistema de ayllus, perteneciente al Ayllu Taypiayca, y presenta un sistema de manejo ecológico de apachetas, aynocas, uyo y sayañas. Cariquina Grande es depositaria de una gran diversidad de especies andinas, como las papas nativas, ocas, papalipas e izaños, muy valiosas debido a que son esenciales para las estrategias de vida de los agricultores de esta región y del país (Iriarte, 2009).

Cariquina Grande es considerada como un “microcentro de biodiversidad que posee alto valor biológico y cultural”, puesto que en la zona se cultiva las papas nativas a 3.900 metros de altura, con incorporación de abonos de forma directa a través del pastoreo y sin agroquímicos. Asimismo, resalta el agroecosistema imperante, lo que se fortalece con las estrategias productivas diversificadas que posibilitan el mantenimiento agrícola. (PROINPA, 2007).

3.2.1.2. Características socio-económicas

Los habitantes del municipio de Mocomoco y de la comunidad de Cariquina Grande son de origen aymara, las tasas de crecimiento poblacional entre los años 1992-2001, fueron de 3,22%. Los cantones con mayor población son Umanata y Escoma, con 5.867 y 4.865 respectivamente, donde el tamaño promedio de un hogar es de 5 individuos (INE, 2001).

3.3. MATERIALES

3.3.1. Material vegetativo

El material vegetativo utilizado en el presente trabajo de investigación corresponde a semillas de variedades nativas: Runtu papa y Surimana, procedente de la Asociación

de Productores Ecológicos y Conservadores Andinos (APROECA), de la misma comunidad (Fotografías 1 y 2 del ANEXO).

3.3.2. Fenología de las variedades

3.3.2.1. Características morfológicas variedad Runtu papa

La variedad Runtu papa tiene un tamaño mediano de altura planta de (40 – 45 cm); posee de 3 a 5 tallos por planta, tallos completamente verdes, hojas de color verde, flores de color blanco, con grado de floración abundante, (Fotografía 1. Flor variedad Runtu papa).



Fotografía 1. Flor



Fotografía 2. Tubérculo

Fundación PROINPA. Comunidad Cariquina Grande – Provincia Camacho

3.3.2.2. Tubérculo

- ✓ Forma : Redonda con ojos semi profundos.
- ✓ Color de piel : Amarillo crema
- ✓ Color de pulpa : Amarillo intenso crema, (Fotografía 2).

3.3.2.3. Datos agronómicos

- ✓ Rendimiento : 10,2 t/ha
- ✓ Ciclo del cultivo : 145 a 160 días
- ✓ Zona de producción : 3000 a 4100 msnm, (Iriarte y Condori, 2009).

3.3.2.4. Características morfológicas variedad Surimana

La variedad Surimana tiene un tamaño mediano de altura planta de (35 – 40 cm); posee de 4 a 6 tallos por planta, tallos completamente verdes, hojas de color verde, flores de color lila, con grado de floración escasa. (Fotografía 3. Flor variedad Surimana).



Fotografía 3. Flor



Fotografía 4. Tubérculo

Fundación PROINPA. Comunidad Cariquina Grande – Provincia Camacho

3.3.2.5. Tubérculo

- ✓ Forma : Oblongo - concertinado con ojos superficiales
- ✓ Color de piel : Blanco crema con manchas moradas ubicadas hacia el Estolón.
- ✓ Color de pulpa : Amarillo crema, (Fotografía 4).

3.3.2.6. Datos agronómicos

- ✓ Rendimiento : 10 t/ha
- ✓ Ciclo del cultivo : 160 a 165 días
- ✓ Zona de Producción : 3000 a 4100 msnm. (Iriarte y Condori, 2009).

3.3.3. Insumos

En el trabajo de investigación se utilizó como insumos estiércol de ovino en los niveles de 0 t/ha, 5 t/ha y 8 t/ha, además como suplemento de la materia orgánica se realizó la incorporación de cuatro bioinsumos, Biofert, Fertitrap soluble, Fertitrap sólido y *Tricoderma*, que se detalla en el cuadro 2 y Fotografía 3 del ANEXO.

Cuadro 2. Características y dosis de los bioinsumos.

Bioinsumos	Dosis por Ha.	Nutrientes N-P-K-Ca-B (%)
Biofert	4 qq/ha	12-3-1,4-0,5- micorrizas y bacterias. Usar estiércol de fondo. Aplicar a la siembra.
Fertitrap soluble	20 Kg/ha	2-3-1,5-20-0 –micorrizas y bacterias. Para plantas establecidas. Aplicar con mochila al cuello de la planta.
Fertitrap sólido	40 Kg/ha	2-3-1,5-20-0 –micorrizas y bacterias. Para el transplante.
<i>Tricoderma</i>	60 Kg/ha	Biopreparado que contiene microorganismos naturales del suelo en estado latente, que intervienen en el ciclo de biodegradación de materiales orgánicos y minerales

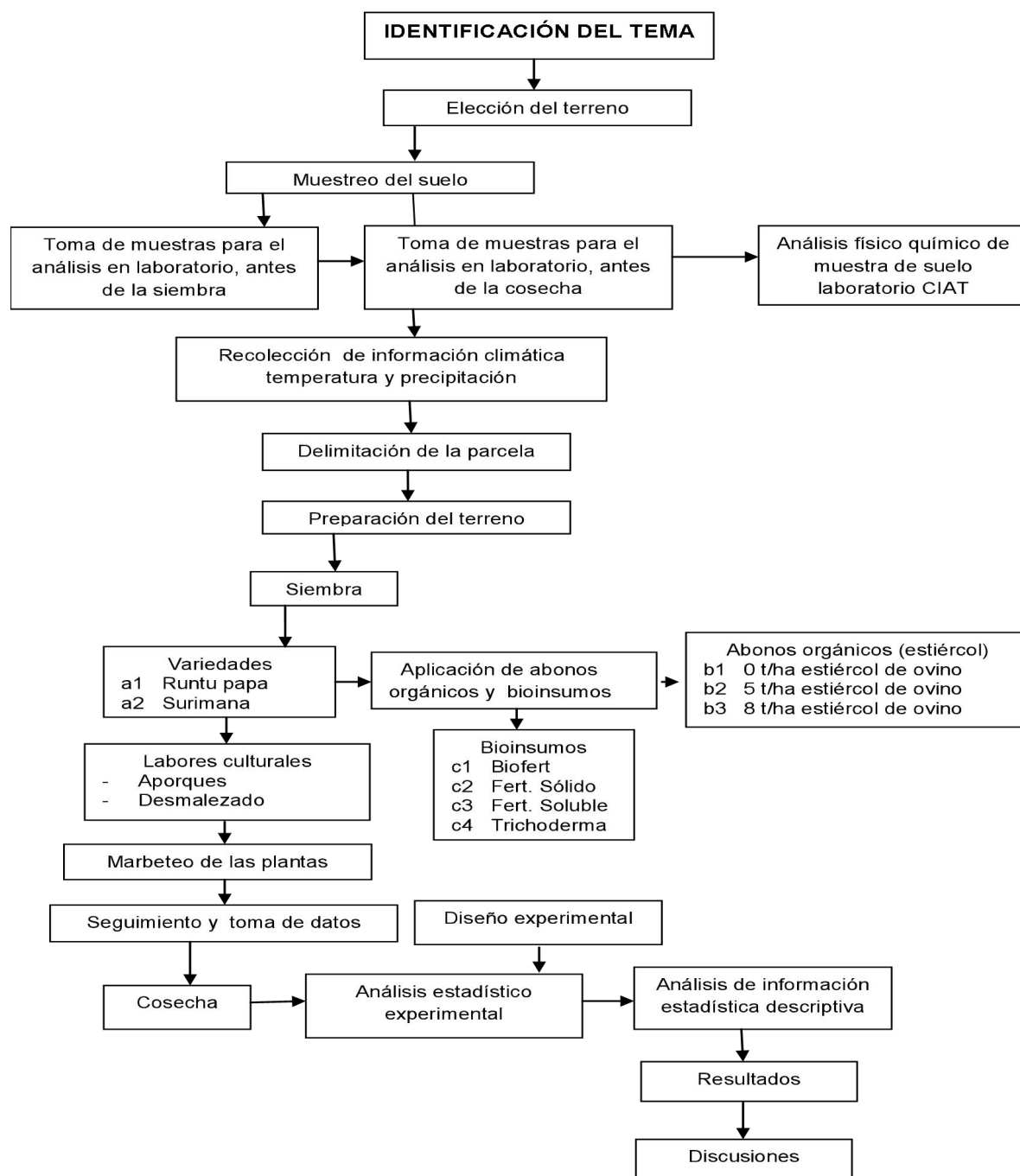
3.3.4. Materiales de campo

El material de campo estuvo conformado por herramientas de labranza, instrumentos de medición y otros. Estos materiales fueron utilizados en la implementación del cultivo en el desarrollo del mismo. Como material de campo se utilizaron: Estacas, lienzas, flexómetro (50 m), cal (Pintado de los puntos de la parcela). Materiales para las labores culturales: Chontillas, azadones, picota, rastrillo. Materiales para la toma de datos: cámara fotográfica, marcadores, tableros, bolígrafos, lápices. Materiales de gabinete: computadora, software (Photoshop) análisis de cobertura foliar, planillas de campo. Material para muestreo de suelo: barreno para muestras de suelo, bolsas de muestreo, marcadores y una balanza analítica

3.4. METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación se utilizó los siguientes métodos (Figura 2).

Figura 2. Flujograma, metodología de estudio.



3.4.1. Descripción del área experimental

3.4.1.1. Elección del terreno

La elección del terreno se realizó con la participación de los socios de APROECA, se eligió un suelo en descanso de 8 años (sistema aynocas), durante la campaña agrícola 2008 - 2009 de la comunidad.

3.4.1.2. Muestreo del suelo

Para determinar las condiciones físicas y químicas del suelo, en un inicio se tomaron muestras compuestas evaluadas en dos oportunidades: antes de la siembra y después de la cosecha.

Antes de la siembra, se realizó el muestreo en zigzag a una profundidad de 20 cm, en el mes de Octubre.

Antes de la cosecha, se tomaron tres muestras a una profundidad de 20 cm, con un muestreo en zigzag en los siguientes tratamientos: 0 t/ha estiércol, 5 t/ha estiércol y 8 t/ha estiércol (tradicional), posteriormente las muestras de suelos fueron enviadas al laboratorio CIAT (Centro de Investigación Agrícola Tropical) Santa Cruz, para el análisis físico-químico.

3.4.1.3. Recolección de información climática temperatura y precipitación

Para la recolección de información climática se instaló un pluviómetro en un lugar despejado a una altura de 1,70 m y un termómetro de máximas y mínimas orientadas hacia el norte considerando el punto de instalación al centro de la comunidad, registrando los datos diariamente durante el desarrollo del estudio.

3.4.1.4. Delimitación de las parcelas

Se realizó la respectiva delimitación, midiendo el área necesaria para el trazado de las parcelas de acuerdo a las dimensiones del diseño experimental, utilizando estacas, flexómetro (50 m) para la demarcación en cada punto, el diseño del croquis experimental aplicado en el estudio se presenta en el cuadro 1 del Anexo.

3.4.1.5. Preparación del terreno

El terreno consignado para la investigación en la gestión agrícola 2008 - 2009 tuvo una anticipada preparación o roturado en el mes de marzo de 2007, aprovechando las últimas lluvias del ciclo y la humedad en el suelo.

Para la preparación de terreno del suelo se utilizó arado de disco hasta una profundidad de 30 cm, luego se realizó el rastrado, mullido y nivelado del terreno, proporcionando uniformidad de la capa arable para la siembra.

3.4.1.6. Siembra

La siembra se realizó el 23 de octubre de 2008, utilizando tubérculo semilla de papa de las variedades Runtu papa y Surimana. El peso de semilla fue variable de acuerdo al calibre por variedad, se utilizó semillas de tercer calibre de 30 – 45 mm y cuarto calibre de 20 – 30 mm en la siembra (Fotografías 4 y 5 del ANEXO)

3.4.1.7. Aplicación de las enmiendas orgánicas

El estiércol de ovino fue recolectado de la misma comunidad, la aplicación de las diferentes cantidades de estiércol de ovino se realizaron en diferentes cantidades por hectárea; en el sistema tradicional 8 t/ha de estiércol y de 5 t/ha de estiércol el testigo 0 t/ha de estiércol (fotografía 6), posteriormente se realizó el surcado con tracción animal y el colocado de la semilla de forma manual, con el apoyo de los socios de APROECA de la comunidad a una distancia entre surcos 70 cm entre plantas 20 cm (Fotografías 4 y 5 del ANEXO).

3.4.1.8. Aplicación de los bioinsumos

Se realizó la aplicación de cuatro bioinsumos, entre ellos sólidos Biofert (4 qq/ha) y Fertitrap sólido (40 kg/ha) y líquidos Fertitrap líquido (20 kg/ha) y *Tricoderma* (60 kg/ha), estas fueron aplicadas en forma complementaria a los abonos orgánicos (estiércol de ovino), al momento de los aporques al cuello de la planta (Fotografía 6 ANEXO).

Los bioinsumos fueron aplicados al cuello de la planta en tres oportunidades a los 40, 67 y 90 días después de la emergencia del cultivo según la variedad, bajo el croquis fueron aplicados los bioinsumos sólidos y líquidos de acuerdo a los tratamientos establecidos en la unidad experimental (Fotografía 7 ANEXO).

3.4.1.9. Labores culturales

3.4.1.9.1. Aporques

Se realizó el aporque que consistió en arrimar la tierra a lo largo del surco en la base de la planta para favorecer la formación de los tubérculos y protegerlos de la luz y daños de los insectos, como también para conservar la humedad, se realizaron dos aporques:

El primer aporque se realizó a los 40 días después de la siembra, con el uso de la chonta, cuando la planta presenta una altura promedio de 10 a 15 cm.

Se realizó el segundo aporque a los 67 días después de la siembra, de forma manual cuando la planta presenta una altura promedio de 20 cm.

3.4.1.9.2. Desmalezado

El desmalezado se realizó antes del primer y segundo aporque según la aparición de malezas en la parcela para evitar la competencia entre el cultivo y la maleza.

3.4.1.10. Marbeteado de las plantas

Se realizó el marbeteo de las plantas cuando presento un 50% de emergencia en las dos variedades identificando cinco muestras por unidad experimental en altura planta y tres muestras para la cobertura foliar (Fotografía 8 del ANEXO)

3.4.1.11. Seguimiento y toma de datos

La toma de datos se realizó cada semana desde la emergencia de las plantas al 50% en cada unidad experimental considerando altura planta, cobertura foliar (con imágenes procesadas posteriormente con el programa Photoshop), días a la floración, número de tubérculos por planta y número de tallos por planta (Fotografía 9 del ANEXO).

3.4.1.12. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual a los 165 días después de la siembra, en el momento cuando los tallos se han secado y la piel del tubérculo no se desprendía fácilmente al hacerle presión, se cosechó 40 plantas en cada unidad experimental, con estas muestras se determinaron el rendimiento total de tubérculos en t/ha (Fotografías 10 - 11 y 12 del ANEXO).

3.4.2. Diseño experimental

El diseño que se utilizó fue el diseño DBA con Arreglo en Parcelas Sub Divididas (Calzada, 1974), cuyo modelo aditivo es:

3.4.3. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \epsilon_a + y_j + \alpha y_{ij} + \epsilon_b + \lambda_k + \alpha \lambda_{ik} + \alpha \lambda_{jk} + \alpha y \lambda_{ijk} + \epsilon_c$$

Donde:

- Y_{ijkl} = Es una observación.
 μ = Media poblacional.
 β_l = Efecto del l – esimo bloque (Bloques I, II, III).
 α_i = Efecto del i – esimo nivel del factor A (Variedades).
 ε_a = Error de la parcela principal o parcela mayor (Error a) .
 Y_j = Efecto del j – esimo nivel del factor B (Abonos orgánicos estiércol de ovino).
 $\alpha\gamma_{ij}$ = Efecto de interacción del i-esimo nivel del factor A con el j-esimo nivel del factor B (interacción A x B).
 ε_b = Error de sub-parcela o parcela menor (Error b).
 λ_k = Efecto del k-esimo nivel del factor C (Bioinsumos).

 $\alpha\lambda_{ik}$ = Efecto de interacción del i-esimo nivel del factor A con el k-esimo nivel del factor C (interacción A x C).
 $\alpha\lambda_{jk}$ = Efecto del j – esimo nivel del factor B, con el k – esimo nivel del factor C (intersección B x C).
 $\alpha\gamma\lambda_{ijk}$ = Efecto de interacción del i-esimo nivel del factor A con el j-esimo nivel del factor B y el k-esimo nivel del factor C (interacción A x B x C).
 ε_c = Error de sub-sub parcelas, error experimental (Error c).

Los Factores de estudio son:

Fa: Variedades.

a1= Variedad Runtu papa

a2= Variedad Surimana

Fb: Abonos orgánicos (Niveles de estiércol de ovino).

b1= Testigo (0 t/ha estiércol)

b2= Optimo (5 t/ha estiércol)

b3= Tradicional (8 t/ha estiércol)

Fc: Bioinsumos.

c1= Biofert (4 qq/ha)

c2= Fertitrap soluble (20 Kg/ha)

c3= Fertitrap sólido (40 Kg/ha)

c4= Tricoderma (60 Kg/ha)

3.4.4. Formulación de los tratamientos

La combinación de los factores origina a los diferentes tratamientos como se presenta en el Cuadro 3:

Cuadro 3. Combinación de factores.

Tratamiento	Combinación
T ₁	a1b1c1
T ₂	a1b1c2
T ₃	a1b1c3
T ₄	a1b1c4
T ₅	a1b2c1
T ₆	a1b2c2
T ₇	a1b2c3
T ₈	a1b2c4
T ₉	a1b3c1
T ₁₀	a1b3c2
T ₁₁	a1b3c3
T ₁₂	a1b3c4

Tratamiento	Combinación
T ₁₃	a2b1c1
T ₁₄	a2b1c2
T ₁₅	a2b1c3
T ₁₆	a2b1c4
T ₁₇	a2b2c1
T ₁₈	a2b2c2
T ₁₉	a2b2c3
T ₂₀	a2b2c4
T ₂₁	a2b3c1
T ₂₂	a2b3c2
T ₂₃	a2b3c3
T ₂₄	a2b3c4

3.4.5. Características de la parcela experimental

Las características de la parcela experimental se presentan en el croquis de campo (Cuadro 1 del ANEXO).

3.4.6. Variables de respuesta

3.4.6.1. Toma de muestras y análisis de suelo

Para el análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo se tomaron tres muestras en cada unidad experimental en abonos orgánicos (0 t/ha estiércol, 5 t/ha estiércol y 8 t/ha estiércol) en presiembra y antes de la cosecha, que fueron enviadas al laboratorio del CIAT (Centro de Investigación Agrícola Tropical) Santa Cruz (Cuadro 2 del ANEXO).

3.4.6.1.1. Análisis físico del suelo

Para el análisis de las propiedades físicas de suelo se tomó muestras en la presiembra (antes de la siembra), para el análisis de textura.

3.4.6.1.2. Análisis químico del suelo

Para el análisis de las propiedades químicas se tomaron los siguientes componentes que se presenta en el cuadro 4.

Cuadro 4. Propiedades químicas del suelo

Ítem	Análisis químico
1	pH del suelo
2	Conductividad eléctrica
3	Carbonatos libres
4	Bases intercambiables
5	Total bases intercambiables
6	Capacidad de intercambio catiónico
7	Contenido de fosforo
8	Materia orgánica
9	Nitrógeno total

3.4.6.1.3. Recolección de información climática

Para la toma de información climática se instaló un termómetro de temperaturas máximas y mínimas, un pluviómetro para medir la precipitación con lecturas diarias en planillas desde el mes de octubre a mayo de la gestión agrícola 2008-2009.

3.4.6.2. Variables agronómicas

3.4.6.2.1. Porcentaje de emergencia

El porcentaje de emergencia se determinó contabilizando el número de plantas emergidas del total de los tubérculos sembrados en cada unidad experimental, cada siete días a partir de los 34 días después de la siembra (DDS), considerando para ello el 50% de plantas emergidas, para luego expresarlos en términos de porcentaje. Utilizando la siguiente ecuación:

$$E (\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas emergidas}}{\text{N}^\circ \text{ de plantas sembradas}} \times 100$$

3.4.6.2.2. Altura de la planta

La altura planta fue evaluada cuando la parcela presentó un 50% de emergencia, esta variable fue registrada en centímetros desde la base del tallo hasta la inserción de la última hoja apical, se evaluaron cinco plantas por unidad experimental con intervalos de 15 días hasta la senescencia.

3.4.6.2.3. Cobertura foliar

Para determinar esta variable se utilizó imágenes digitales con una resolución de 2 megapíxeles. Para la toma de imágenes se colocó la cámara a una altura de 70 cm desde la superficie del suelo. En cada unidad experimental se tomó tres fotografías de las muestras, el seguimiento se realizó cada 15 días desde la emergencia hasta la senescencia del cultivo.

Posteriormente las imágenes tomadas fueron procesadas con el programa Adobe Photoshop 7.0, en el cual se realiza la separación de la planta (cobertura foliar) del suelo usando la " opción vara mágica " herramienta umbral y selección de orden similar para separar las plantas del fondo (Klassen *et al.* 2003).

Posteriormente la cobertura separada fue procesada con el software Image J. 2007, el cual permite calcular en datos numéricos o píxeles de la cobertura foliar.



3.4.6.2.4. Número de tubérculos por planta

El número de tubérculos por planta fue evaluado durante la cosecha, para tal efecto se consideró a las plantas de los surcos centrales de cada unidad experimental descartando como efecto de borde surcos laterales.

3.4.6.2.5. Número de tallos por planta

Esta variable evaluó el número de tallos por planta a la madurez, para el cual se consideró los surcos centrales, tomando cinco muestras en cada unidad experimental.

3.4.6.2.6. Índice de cosecha

Es la relación entre la biomasa del órgano de interés económico (biomasa seca de tubérculos) y la biomasa seca total de la planta (tubérculo, follaje, raíces), expresada en porcentaje. Para este caso, el tubérculo se consideró como el órgano de interés económico. (Jarma *et al.* 2004).

Se utilizó la relación mencionada por Beadle (1988), detallado a continuación:

$$IC \% = \frac{Bst}{(Bsfr) + (Bst)} \times 100$$

Donde:

IC = Índice de cosecha.

Bst = Biomasa seca del tubérculo a la madurez fisiológica (g/planta).

Bsfr = Biomasa seca del follaje y raíces a la madures fisiológica (g/planta).

3.4.6.2.7. Rendimiento agronómico

El rendimiento de tubérculos fue evaluado después de la cosecha, para tal efecto se consideró el área de 6 metros cuadrados (3 m * 2 m) en cada unidad experimental, con estas muestras se determinara el rendimiento total de tubérculos en t/ha en el momento de la cosecha cuando la planta llegó a su madurez fisiológica.

3.4.6.2.8. Incidencia y severidad del tubérculo

La incidencia y severidad del tubérculo fue evaluado después de la cosecha en cada unidad experimental por tratamientos, para esto se tomaron al azar 100 tubérculos, en estos tubérculos se evaluó visualmente la incidencia y severidad por el ataque de plagas.

3.4.6.3. Análisis económico

El análisis económico se realizó, utilizando el método de análisis de presupuestos parciales y marginales, sobre la base del método de evaluación económica propuesto por CIMMYT (1988), para cada tratamiento. El análisis económico se efectuó para identificar recomendaciones a partir de los datos agronómicos en costos de producción (mano de obra, siembra, labores culturales) calculados en hectárea.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Recolección de información climática

Los datos de recolección de información climática se realizaron durante en el periodo agrícola 2008 - 2009 en la comunidad Cariquina Grande - Provincia Camacho.

4.1.1. Temperaturas

El comportamiento de las temperaturas de máximas y mínimas donde fue registrado cada semana, corresponde a los meses de noviembre del 2008 hasta mayo del 2009. Los datos que a continuación se presentan provienen de datos propios puesto que no se tenía una estación meteorológica en la comunidad.

En la Figura 3, se presenta los promedios generales semanales de las temperaturas tomadas en la comunidad Cariquina Grande.

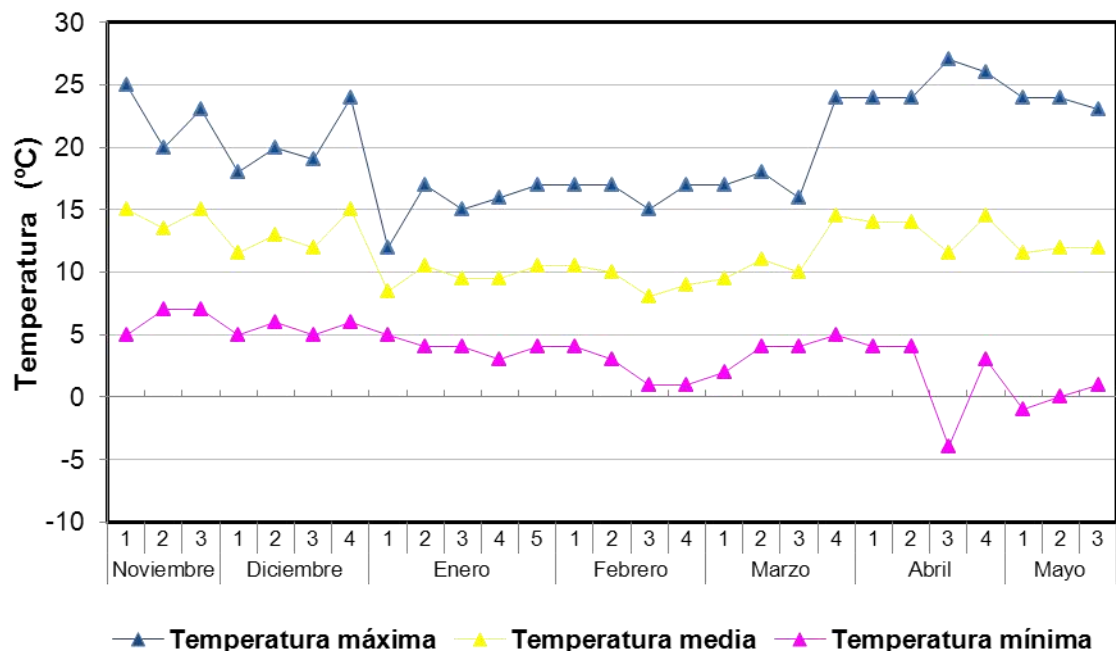


Figura 3. Comportamiento de las temperaturas máximas, mínimas y medias registradas en la comunidad Cariquina Grande-Provincia Camacho.

En la Figura 3, se presenta las temperaturas registradas durante el periodo de duración del trabajo de investigación, se puede observar que los promedios diarios muestran que la tercera y cuarta semana de febrero mostraron temperaturas de 1°C, también se observa que la temperaturas mínimas registradas en la tercera semana de abril con -4°C, las temperaturas altas en la primera semana de noviembre y la última semana de mayo con 24°C y 26°C respectivamente. Se registró la presencia de heladas sólo en la tercera semana de abril con -4°C, donde se perdió toda la cobertura foliar en las plantas. En base a los datos registrados se puede decir que no se reportó mucha variabilidad de temperaturas durante la emergencia de 5°C a 7°C y una media de 15°C. Durante el desarrollo del cultivo en los meses de enero, febrero y la tercera semana de marzo se muestra temperaturas altas que oscilan entre los 15°C y 18°C y las temperaturas medias de 8°C a 11°C. En base a los datos registrados se puede decir que las temperaturas fueron adecuadas durante el desarrollo del cultivo en los meses; enero, febrero y marzo obteniendo temperaturas máximas de 18°C, medias de 10°C, mínimas que varían de 1 a 4°C.

Al respecto SENAMHI/DGA (2002), indica que las temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo de papa, son en promedio de 10 a 15°C. El crecimiento del tubérculo se detiene bruscamente por debajo de los 7°C y por encima de los 25°C.

Penning de Vries et al. (1989), para indicar que el nivel de producción potencial de un cultivo se alcanza cuando la tasa de crecimiento del mismo depende solamente del estado fenológico del cultivo y del clima imperante, particularmente la radiación y las temperaturas.

La temperatura base para la formación del primordio foliar es de 3.6°C. La emergencia foliar en tallos de papa es máxima a los 17°C (Kirt et al, 1985).

4.1.2. Precipitación Pluvial

En la precipitación pluvial se tomó datos semanales desde el mes de noviembre de 2008 hasta mayo de 2009 por semanas. La distribución de la precipitación durante el periodo del seguimiento fue irregular.

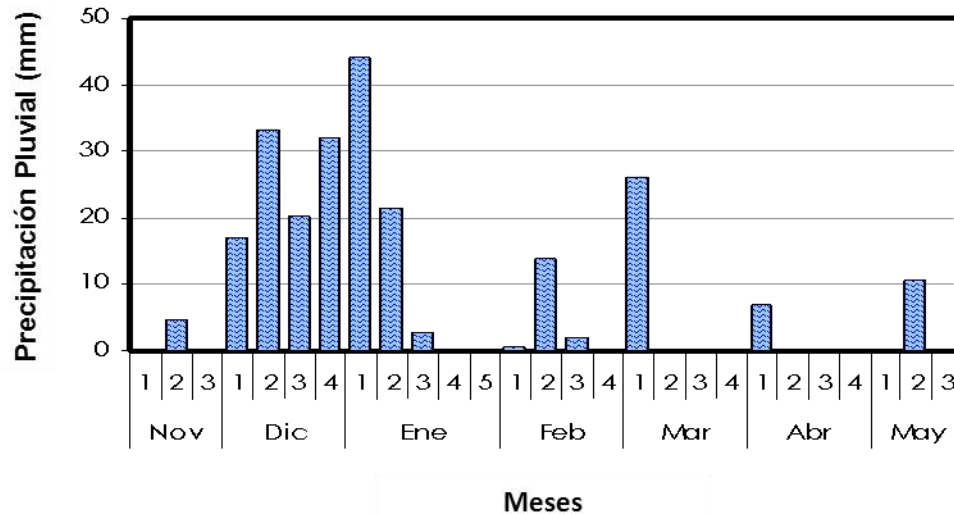


Figura 4. Comportamiento de la precipitación pluvial registrada en la comunidad Cariquina Grande - Provincia Camacho

En la Figura 4, podemos apreciar el comportamiento de la precipitación semanal en los meses de evaluación, se tomó la precipitación total 234,8 mm desde el mes de noviembre de 2008 a mayo de 2009, la precipitación durante el periodo de seguimiento fue variable, en el caso del mes de noviembre no hubo mucha precipitación 4,6 mm, el mes con más lluvias se presenta en la primera semana del mes de enero con 44,2 mm. En general en base a los promedios registrados se puede decir que la variabilidad en la precipitación es muy evidente entre los meses de diciembre y la primera semana de enero donde fueron lluviosos y a partir de la segunda semana de enero (Inicio a la estolonización de tubérculos) hasta el mes de mayo se presenta poca precipitación. Durante la campaña las precipitaciones fueron regulares y llegaron a un total acumulado de 234,8 mm. Por lo tanto, se puede indicar que la precipitación es importante en las diferentes fases fenológicas del cultivo.

El cultivo de papa requiere de 400 a 800 mm de agua durante su ciclo vegetativo (Haverkort, 2000). Se ha comprobado que el desarrollo de este cultivo es apropiado cuando las precipitaciones fluctúan alrededor de 700 mm (Tapia, 1990). Se cultiva predominantemente bajo riego, sin embargo puede prosperar en temporal, siempre que las temperaturas sean adecuadas y que la precipitación esté bien distribuida durante el ciclo del cultivo (Benacchio, 1982).

SENAMHI/DGA (2002), el déficit de agua durante el período de estolonización y de iniciación de los tubérculos y en la formación de la cosecha tiene el mayor efecto negativo sobre el rendimiento, mientras que los períodos de maduración y el vegetativo inicial son los menos sensibles. Para lograr un rendimiento máximo, el suelo debe mantenerse con un contenido de humedad relativamente elevado.

4.2. VARIABLES EDAFICAS

En el análisis físico-químico del suelo enviado al laboratorio del CIAT (Centro de Investigación Agrícola Tropical) reportó los siguientes datos (Cuadro 2 del ANEXO).

4.2.1. Análisis físico del suelo

Los promedios del análisis textural del suelo se resume en la Figura 5.

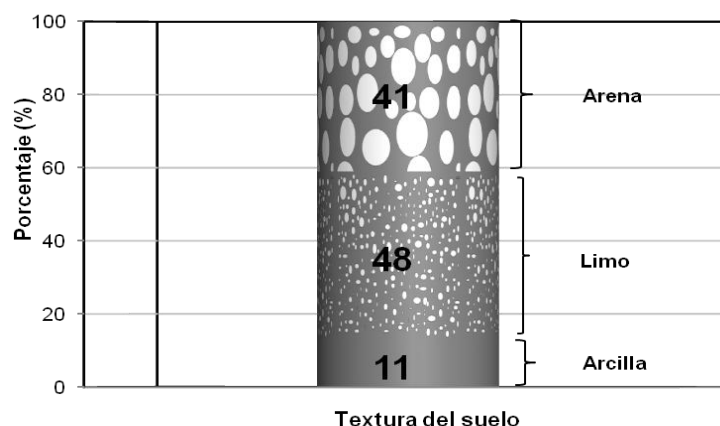


Figura 5. Análisis de la textura del suelo, comunidad Cariquina Grande

En la Figura 5, se muestra el análisis de textura del suelo, en este se observa los resultados que reportaron una textura Franco, con 41% Arena, 48% Limo y 11% Arcilla.

Se puede evidenciar que el suelo Franco presentó proporciones de arena 41%, limo 45% y arcilla 14%, los cuales favorecen en la capacidad de retención del agua y movimiento del aire.

Al respecto Conti (2005), menciona que las propiedades físicas: favorecen la agregación y estructuración; aumenta la retención hídrica; tiende a equilibrar el sistema poroso (en suelos arcillosos tiende a aumentar la mesoporosidad y en los arenosos de microporosidad); modifica el régimen térmico (incrementa la absorción de energía radiante del suelo al disminuir su albedo y atenúa las fluctuaciones de temperatura por tener mayor calor específico que la fracción inorgánica); debido al mejoramiento de la agregación existe una acción antierosiva.

La fase sólida, comprende principalmente los minerales formados por compuestos relacionados con la litosfera, como sílice o arena, arcilla o greda, cal y el humus (Miranda, 2003).

4.2.2. Análisis químico del suelo

4.2.3. pH del suelo (pH)

Los valores de pH del suelo antes de la siembra y antes de la cosecha varían según los niveles de abonos orgánicos (estiércol de ovino), se puede apreciar los siguientes datos en la Figura 6.

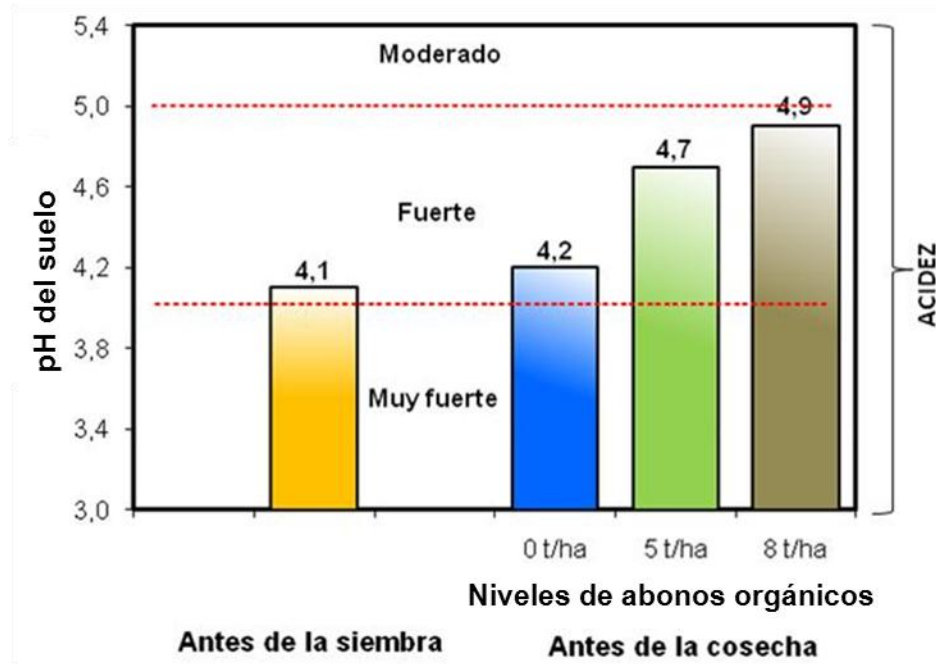


Figura 6. Comportamiento del pH del suelo en dos periodos de evaluación, antes de siembra y cosecha.

Como se muestra en la Figura 6, el pH no presentó variaciones en los diferentes niveles de abonos orgánicos antes de la cosecha, estando dentro la categoría de acidez fuerte, obteniendo el pH 4.9 en 0 t/ha estiércol, en 5 t/ha estiércol pH 4.8 en 8 t/ha estiércol con pH 4.7, alcanzando un promedio general de pH 4.8. En la misma gráfica se puede observar el pH del suelo antes de la siembra con pH 4.6 donde se mantiene en el rango de acidez fuerte.

Evidentemente con los datos obtenidos del pH del suelo se puede deducir que a medida que aumenta la concentración de iones OH^- puede variar en relación inversa a los iones H^+ , esto hace que un pH más alto se halle en zonas con mayor precipitación.

Gonzales (2005), menciona que cuanto mayor es el agua en el suelo más se eleva el pH. Este efecto de dilución se origina porque al aumentar la cantidad del solvente, se diluyen los iones H^+ disminuyendo su actividad.

4.2.4. Materia orgánica

El contenido de materia orgánica obtenido antes de la siembra es 4.0% y antes de la cosecha varían según los niveles de abonos orgánicos (estiércol de ovino), los valores registrados para 8 t/ha estiércol 4.2% y 5 t/ha estiércol 4.2% y 0 t/ha estiércol con 4.1%, alcanzando un promedio de 4.2%.

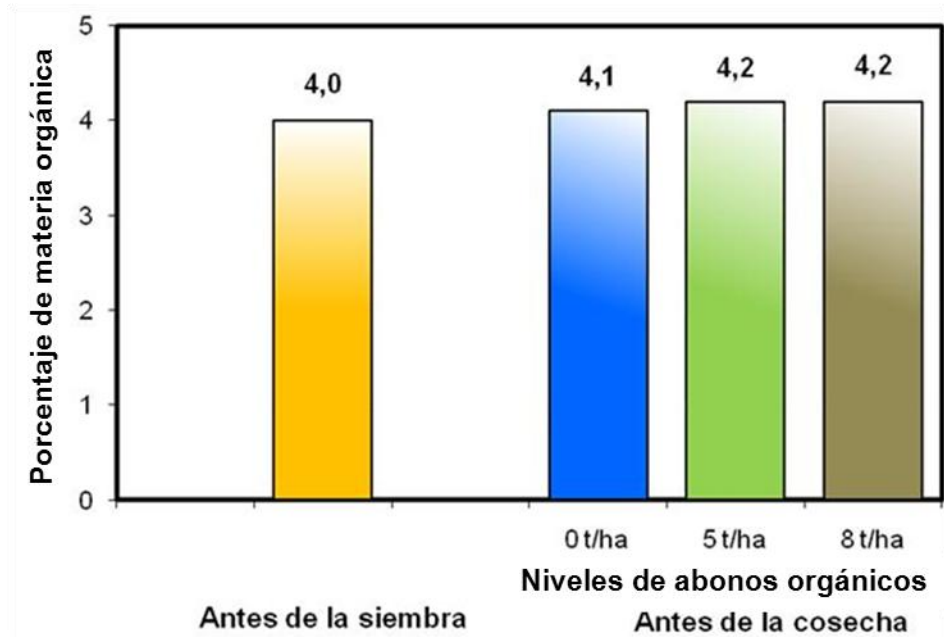


Figura 7. Comportamiento de la materia orgánica del suelo, en dos periodos de evaluación (antes de siembra y cosecha).

En la Figura 7, con respecto al comportamiento de la materia orgánica con los diferentes niveles de estiércol, no se encontraron diferencias estadísticas, los valores oscilan entre 4.1 y 4.2% M.O.

De acuerdo a la clasificación en base al contenido de materia orgánica (Chilon, 1997), los suelos antes de la siembra y cosecha tienen un contenido alto de materia orgánica.

Los valores encontrados en el contenido de materia orgánica del suelo probablemente estén relacionados al factor clima por la precipitación y temperaturas

que favorecen a la descomposición de residuos de plantas y excreciones de animales por el pastoreo aumentando la biomasa microbiana. Al respecto Moyano (1990), menciona que el contenido en materia orgánica en los suelos, se mantiene constante debido a un equilibrio dinámico entre mineralización y adición de materia orgánica procedente de los restos vegetales. El contenido y calidad de materia orgánica, depende del tipo de suelo, su manejo agronómico, el tipo de vegetación y las características climáticas (Borie y Rubio, 1990).

Existen aspectos que se deben considerar sobre la disponibilidad de la materia orgánica en el suelo, como el descanso de 8 a 15 años el cual mejora el contenido de materia orgánica, como se muestra con la incorporación de 0 t/ha estiércol con 4.0% de M.O. Según Morales (2001), Los beneficios que la materia orgánica proporciona al suelo son múltiples; en primer lugar como abono orgánico y por otro lado, como una excelente enmienda al mejorar las propiedades del suelo, los abonos orgánicos no requieren ser importados ni subsidiados por que se obtienen a partir de los residuos orgánicos de: estiércoles y rastrojos de cosecha, fomentando de esta manera un proceso de reciclaje alimenticio trófico y energético.

Con respecto a lo mencionado anteriormente Borie (1994), indica que el contenido de materia orgánica disminuye progresivamente en un suelo que se remueve anualmente.

4.2.5. Conductividad eléctrica

La Conductividad eléctrica obtenido antes de la siembra es $31 \text{ Us}\cdot\text{cm}^{-1}$ y antes de la cosecha varían según los niveles de abonos orgánicos (estiércol de ovino), los valores registrados para 8 t/ha estiércol de ($97 \text{ Us}\cdot\text{cm}^{-1}$) y 5 t/ha estiércol de ($75 \text{ Us}\cdot\text{cm}^{-1}$) y 0 t/ha de estiércol ($70 \text{ Us}\cdot\text{cm}^{-1}$).

En la Figura 8, se presentan los promedios generales de la Conductividad eléctrica del suelo en los diferentes niveles de abonos orgánicos.

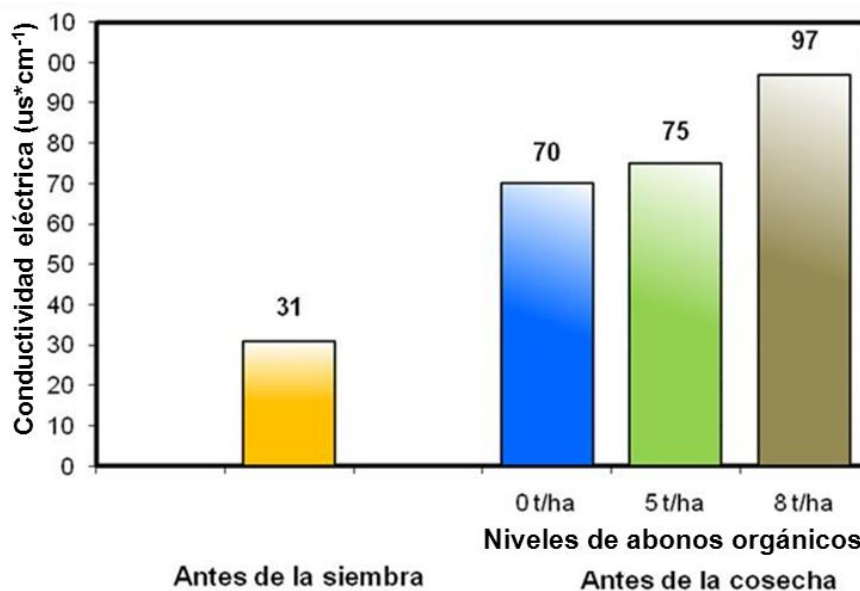


Figura 8. Comportamiento de la conductividad eléctrica, en dos periodos de evaluación (antes de siembra y cosecha)

En la Figura 8, la conductividad eléctrica, también registró un incremento bastante considerable, respecto del inicial de $31 \text{ us}\cdot\text{cm}^{-1}$, llegando alcanzar al final valores de 97, 75 y $70 \text{ us}\cdot\text{cm}^{-1}$, el valor más alto corresponde a 8 t/ha estiércol $97 \text{ us}\cdot\text{cm}^{-1}$ el más bajo a 0 t/ha estiércol $70 \text{ us}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Al parecer cuando no se realiza la aplicación de enmiendas orgánicas al suelo, este tiende a elevar la salinidad del suelo, probablemente se deba a las precipitaciones permanentes que se registran en la comunidad. Al respecto Pizarro (1987), indica que la conductividad eléctrica es recíproca a la resistencia y el valor de esta aumenta con el contenido de sales. Una de ellas consiste en expresar la cantidad de sales disueltas en un volumen de solución. Una forma simple y suficiente a muchos efectos de estimar la salinidad de una solución es por medio de la conductividad eléctrica.

4.2.6. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Los valores de CIC del suelo obtenido: antes de la siembra es 4,1 meq/100 g y antes de la cosecha varían según los niveles de abonos orgánicos (estiércol de ovino), los valores registrados para 8 t/ha estiércol (4,9 meq/100 g) y 5 t/ha estiércol (4,7 meq/100 g) y 0 t/ha estiércol (4,2 meq/100 g).

En la Figura 9, se presentan los promedios generales de la CIC del suelo por efecto de la incorporación de niveles de estiércol. Los promedios generales obtenidos al momento de la cosecha corresponden a 4,2 – 4,7 y 4,9 meq/100 g respectivamente.

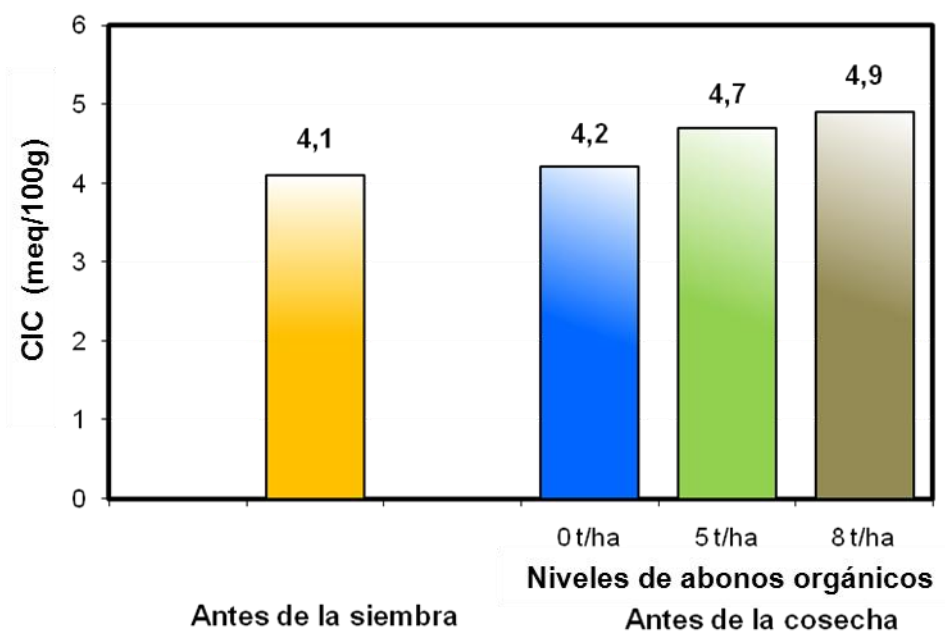


Figura 9. Comportamiento de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), en dos periodos de evaluación (antes de siembra y cosecha).

En la Figura 9, se puede observar que el mayor contenido de capacidad de intercambio catiónico (CIC), se presenta en 8 t/ha estiércol con 4,9 meq/100 g y el valor menor en 0 t/ha estiércol con 4,2 meq/100 g y 5 t/ha estiércol 4,7 meq/100 g.

Las diferencias en la CIC del suelo por la incorporación de niveles de abonos orgánicos (estiércol de ovino), posiblemente se dieron por las diferencias en la cantidad de la materia orgánica incorporado al suelo. La adición de materia orgánica

en el suelo aumenta la capacidad de intercambio catiónico. También contribuyen a la CIC las clases, cantidades y combinaciones de los minerales arcillosos, cantidades de materia orgánica y su estado de descomposición (Labrador, 1996).

4.2.7. Contenido de fósforo (P) en el suelo

Figura 5. Análisis del contenido de (P) antes de la siembra y cosecha.

En la figura 10, se presenta los promedios generales del (P) antes de la siembra y cosecha en los niveles de abonos orgánicos.

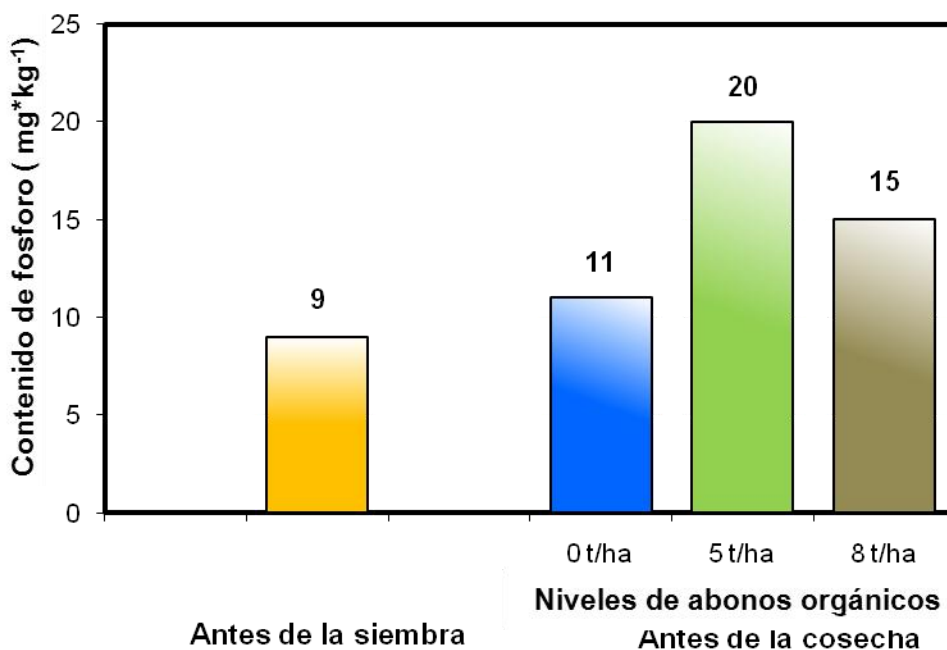


Figura 10. Comportamiento del contenido de fósforo (P) en dos periodos de evaluación (antes de siembra y cosecha)

El contenido de Fósforo se presenta en la Figura 10, se puede apreciar que en los momentos de presiembra presenta 9 mg.Kg⁻¹, sucesivamente aumenta antes de la cosecha el fósforo (P), en los niveles de abonos orgánicos (estiércol) de 5 t/ha de el mayor contenido con 20 mg.Kg⁻¹ seguido de 8 t/ha 15 mg.Kg⁻¹ y el menor contenido de fósforo (P) en el tratamiento de 0 t/ha de estiércol con 11 mg.Kg⁻¹ respectivamente.

Es evidente que los promedios de fósforo en el suelo obtenidos al momento de la cosecha aumentaron su valor con respecto al promedio encontrado antes de la

siembra, que probablemente se deban a la incorporación de enmiendas orgánicas (estiércol) y al manejo agronómico (años de descanso de la tierra) y las condiciones climáticas del lugar.

Al respecto Heredia (2005), señala que a mayor riqueza de fósforo en el material original, dependiendo de las condiciones de meteorización de la región, mayor será la disponibilidad de este nutriente en el suelo.

Se trata de un abono compuesto de naturaleza órgano-mineral, con un bajo contenido en elementos minerales. Su nitrógeno se encuentra casi exclusivamente en forma orgánica, el fósforo y el potasio al 50% forma orgánica y mineral (Labrador, 1994).

4.2.8. Contenido de nitrógeno total (NT)

Los valores del contenido de nitrógeno total obtenido antes de la siembra y cosecha es 0.30%, según los niveles de abonos orgánicos (estiércol de ovino), los valores registrados para 8 t/ha estiércol (0.30%) y 5 t/ha estiércol (0.30%) y 0 t/ha estiércol con (0.30%).

En la Figura 11, se presentan los promedios generales del contenido de nitrógeno total (NT), en los diferentes niveles de abonos orgánicos, los promedios generales obtenidos es 0.30%.

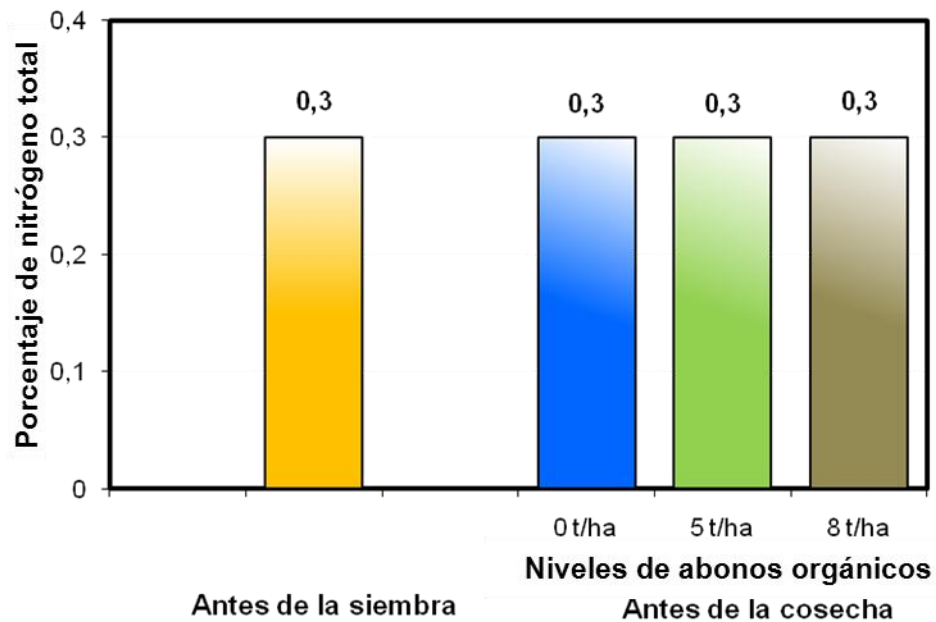


Figura 11. Comportamiento del contenido de nitrógeno total (NT) en dos periodos de evaluación (antes de siembra y cosecha)

En la Figura 11, se muestra el análisis químico del nitrógeno total del suelo, en los dos periodos de evaluación antes de la siembra y la cosecha, los tres niveles de abonos orgánicos (estiércol de ovino) de 0 t/ha, 5 t/ha y 8 t/ha estiércol son estadísticamente similares con un promedio de 0.30%.

Los datos obtenidos del contenido del nitrógeno total, en los diferentes niveles de abonos orgánicos antes de la cosecha se atribuyen a la extracción de nitrógeno asimilable por la planta, el cual no sufrió cambios con respecto al N total antes de la siembra, por eso es importante realizar un manejo racional de este elemento en la planta no ocasionando excesos que puedan ocasionar problemas en las fases fenológicas del cultivo.

Al respecto Millard y Marshall (1986), mencionan que elevadas dosis de N, retrasan el inicio de la tuberización y promueven el crecimiento del follaje, pero reducen el rendimiento afectando la calidad al disminuir el porcentaje de materia seca de los tubérculos (MS).

4.3. VARIABLES AGRONÓMICAS

4.3.1. Porcentaje de emergencia

Para el porcentaje de emergencia se consideraron cuatro evaluaciones durante el crecimiento del cultivo a los 34, 42, 48 y 55 días después de la siembra (DDS).

El análisis de varianza para el porcentaje de emergencia, con coeficiente de variación a los 34 DDS (27%), 42 DDS (18.5%), 48 DDS (10%) y a los 55 DDS 5.5% (Cuadro 3 del ANEXO), muestra diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre bloques a los 42 DDS entre variedades a los 34, 42 y 48 DDS en la interacción bloque-variedad y entre abonos orgánicos a los 48 y 55 DDS, diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la interacción variedad-abono orgánico a los 34 y 55 DDS diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) a los 55 DDS en la interacción bloque-variedad-abono orgánico altamente significativas ($p < 0.001$) a los 48 DDS, para los bioinsumos no muestran diferencias significativas en las fechas de evaluación, por lo que decimos que el porcentaje de emergencia no fue influido por los bioinsumos. Entonces se rechaza la hipótesis para las variedades y abonos orgánicos en estudio.

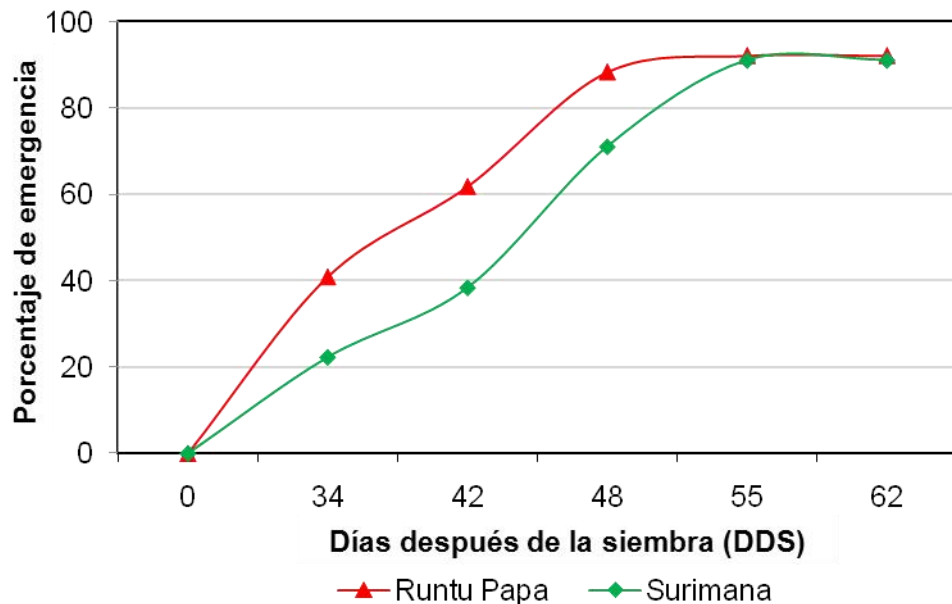


Figura 12. Dinámica del porcentaje de emergencia de las variedades Runtu papa y Surimana en la comunidad Cariquina Grande.

En la Figura 12, se presenta la dinámica de emergencia de las dos variedades en la misma se observa que el mayor número de plantas emergidas durante las cuatro semanas de evaluación se registró en la variedad Runtu papa a los 34, 42 y 48 días después de la siembra (DDS).

Se encontró también que los promedios a los 55 DDS las diferencias se hacen menores alcanzando valores similares estadísticamente a los 62 DDS para la variedad Runtu papa 92.1% y Surimana 91.1%.

4.3.1.1. Emergencia por efecto de las variedades

En la cuadro 5, se presenta la prueba de Duncan para los promedios generales de la emergencia por efecto de las variedades en estudio, donde, los promedios obtenidos a los 34, 42, 48 días después de la siembra (DDS) muestran diferencias estadística en cada fecha evaluada, logrando un promedio similar a los 55 DDS para la variedad Runtu papa 92.1% respecto a la Surimana 91.1% de plantas emergidas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba de medias para el porcentaje de emergencia por efecto de las variedades.

Variedades	34 DDS	42 DDS	48 DDS	55 DDS
Runtu papa	39 a	62 a	88 a	92 a
Surimana	21 b	38 b	71 b	91 a

Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) donde las letras a y b diferencian variedades; DDS días después de la siembra

De acuerdo a las comparaciones de medias del porcentaje de plantas emergidas entre variedades a los 34, 42, 48 días después de la siembra (DDS), muestra que las variedades se comportan de manera diferente en la última semana a los 55 (DDS), se reportó una similitud en el porcentaje de plantas emergidas, alcanzando los promedios más altos Runtu papa alcanzó un 92%, Surimana con 91% ambos datos estadísticamente iguales (Cuadro 5).

Las diferencias durante las tres primeras semanas de evaluación probablemente se dieron por la semilla y la capacidad de emergencia del brote del tubérculo y el factor climático que influyen en los promedios días a la emergencia en las variedades.

Al respecto (BEUKEMA y VAN DER ZAAG, 1990), menciona que no todas las variedades tienen igual tasa de crecimiento del brote, el número de brotes que ellas desarrollan por tubérculo depende solamente de la variedad. Menciona que el tubérculo en latencia, inicia su brotación y emergencia en forma lenta a 5°C y se maximiza a los 14 - 16°C (Contreras, 2001).

Para Contreras (1994), En relación a la emergencia señala que esta depende principalmente de dos factores, estos son la brotación y la edad fisiológica de los tubérculos semilla al momento de la plantación.

La importancia que la emergencia se produzca en el menor tiempo posible radica en que la planta que emerge más rápido producirá más que una planta que demore entre plantación y emergencia (Contreras, 1997).

4.3.1.2. Emergencia por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol).

En el cuadro 6, se presenta la prueba de Duncan para los promedios generales de la emergencia por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol) en estudio, los mismos fueron obtenidos durante las cuatro semanas de evaluación.

Cuadro 6. Prueba de medias para el porcentaje de emergencia por efecto de los niveles de abonos orgánicos.

Niveles de abonos orgánicos	34 DDS	42 DDS	48 DDS	55 DDS
0 t/ha estiércol	27 a	48 b a	72 b	88 b
5 t/ha estiércol	33 a	54 a	89 a	95 a
8 t/ha estiércol	30 a	48 b	78 b	92 ba

Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) donde las letras a y b diferencian niveles de abonos orgánicos (estiércol de ovino);

DDS días después de la siembra.

De acuerdo al cuadro 6, en la comparación de medias de Duncan ($p < 0.05$), se registraron los promedios más altos del porcentaje de plantas emergidas para 5 t/ha estiércol con 33%, 54%, 89% y 95%, seguida de 8 t/ha estiércol a los 55 días después de la siembra (DDS) 92%, los valores más bajo se encontró en las unidades que no fueron incorporados estiércol 0 t/ha con 88% de plantas emergidas, también se puede observar que no existen diferencias estadísticamente en la primera semana de evaluación a los 34 DDS, entre los niveles de abonos orgánicos de 0 t/ha, 5 t/ha y 8 t/ha estiércol.

Se observa los datos del porcentaje de emergencia muestran diferencias en la segunda, tercera y cuarta fecha de evaluación, estas diferencias probablemente se dieron, por factores propios de la comunidad (climáticos, manejo agronómico (años de descanso de la tierra), edáficos (con suelos de textura franco) y la incorporación de 8 t/ha de estiércol y 5 t/ha de estiércol de ovino con un 92% y 95% de emergencia.

Tangara (2010), encontró un 92% de plantas emergidas con el tratamiento estiércol de ovino (10 t/ha), el cual fue similar al resto de los tratamientos con la aplicación de fertilizantes.

Por otro lado Herrera et al. (2007), encontró un 95% de plantas emergidas con el tratamiento de estiércol de Vacuno (20 t/ha), el cual fue superior al resto.

4.3.1.3. Emergencia por efecto de los bioinsumos

En el cuadro 7, se presenta la comparación de grupos para los promedios generales de emergencia por efecto de los bioinsumos.

Cuadro 7. Prueba de medias para el porcentaje de emergencia por efecto de los bioinsumos.

Bioinsumos	34 DDS	42 DDS	48 DDS	55 DDS
Biofert	31 b a	51 a	80 a	93 a
Fertitrap soluble	26 b	46 a	79 a	92 a
Fertitrap sólido	29 b a	50 a	80 a	92 a
<i>Tricoderma</i>	33 a	53 a	80 a	90 a

Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) donde las letras a y b diferencian bioinsumos; DDS días después de la siembra.

De acuerdo a las comparaciones se observan los resultados del porcentaje de plantas emergidas a los 34 DDS muestran diferencias significativas ($p < 0.05$), entre *Tricoderma* y Fertitrap soluble y estadísticamente similares el Biofert y Fertitrap sólido, en las tres últimas fechas a los 42, 48 y 52 días después de la siembra no existen diferencias significativas. Al utilizar los bioinsumos no presentaron ningún efecto en el porcentaje de plantas emergidas en las distintas fechas evaluadas, se asume que la emergencia dependió de las características propias de la semilla (Cuadro 7).

Por otro lado Tangara (2010), en un estudio de tesis encontró un 93% de plantas emergidas con el tratamiento estiércol de ovino + Biofert (EO + Biofert), el cual fue similar al resto de los tratamientos con la aplicación de fertilizantes.

4.3.2. Porcentaje de floración

El análisis de varianza para el porcentaje de floración, con coeficientes de variación de 5.87% (Cuadro 4 del ANEXO), muestra diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), entre variedades, abonos orgánico y bioinsumos e interacciones entre variedad*abono orgánico, bloque*variedad*abono orgánico y Variedad*abono orgánico*bioinsumos.

Posterior a la emergencia se determinó los días a la floración en las dos variedades a través de la evaluación a un 50% de floración que se muestran los resultados a continuación (Figura 13).

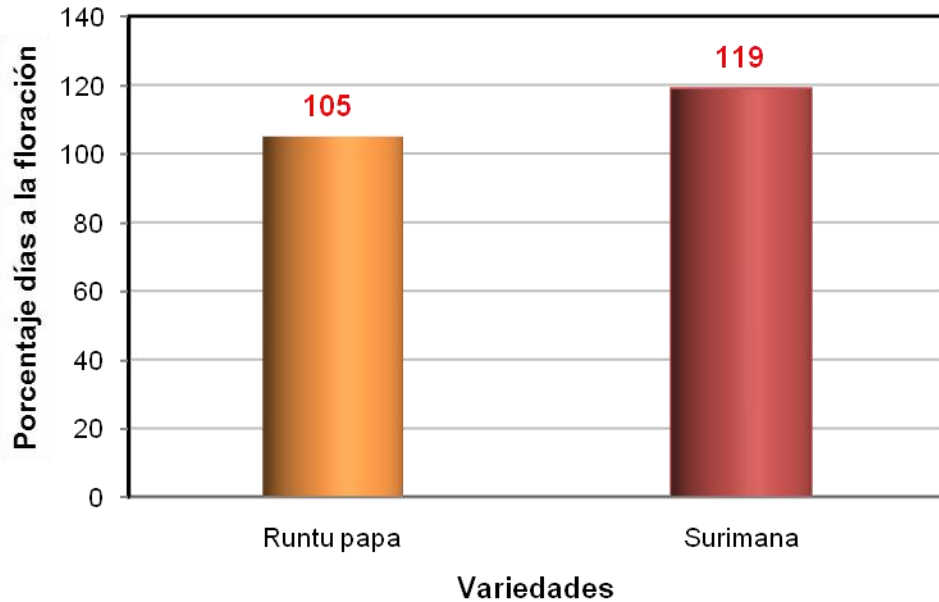


Figura 13. Inicio de floración en dos variedades Runtu papa y Surimana en la comunidad Cariquina Grande

En la Figura 13, se muestra el comportamiento de las variedades Runtu papa y Surimana en los días a la floración, se evidencia que la Runtu papa fue la primera en emitir flores a los 105 días después de la siembra (DDS), contrariamente la Surimana a los 119 DDS.

4.3.2.1. Porcentaje de floración por efecto de las variedades

En la Figura 14, se presenta la prueba de Duncan y Desviación estándar (SD), para los promedios generales del porcentaje de floración por efecto de las variedades.

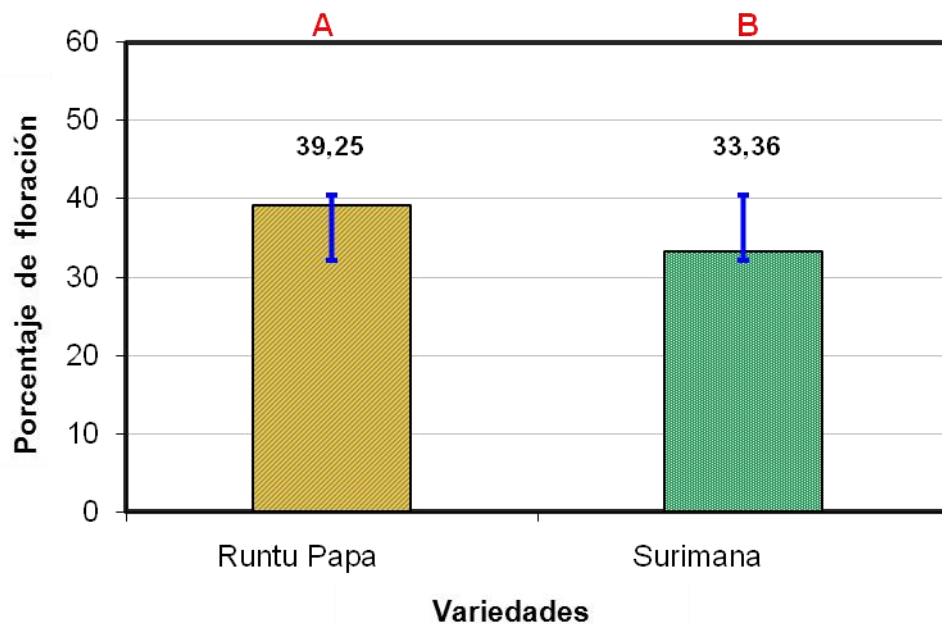


Figura 14. Comparación de medias del porcentaje de floración entre variedades según ($p < 0.05$).

En la Figura 14, se presentan los promedios para cada variedad de acuerdo a la prueba de Duncan ($p < 0.05$), se puede observar que existen diferencias significativas en el porcentaje floración, mostrando el promedio más alto la variedad Runtu papa con 39.25% de floración es diferente al promedio alcanzado por la variedad Surimana con 33.36%.

Al parecer la variedad Runtu papa, presenta cierta precocidad puesto que fue la primera en formar flores con 39.25%, que se encuentra relacionada con la formación de tubérculos y la variedad Surimana 33.36%, necesita de un tiempo más prolongado para completar su ciclo vegetativo.

Al respecto Andrade (1998), menciona que la floración es una fase fenológica que permite identificar si un genotipo es precoz o tardío, en la mayoría de los materiales es un indicativo de que la planta inicia la tuberización.

En cuanto a la variedad hay que hacer notar que la duración de la latencia no está relacionada con el tipo de madurez al que ella pertenece. Luego es posible tener

variedades tardías con período de reposo relativamente cortos o al revés variedades tempranas con período de reposo relativamente largos (Alonzo, 1996).

4.3.2.2. Porcentaje de floración por efecto de los niveles de abonos orgánicos

En la Figura 15, se presenta la prueba de Duncan y Desviación estándar (SD) para los promedios generales del porcentaje de floración por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol) en estudio.

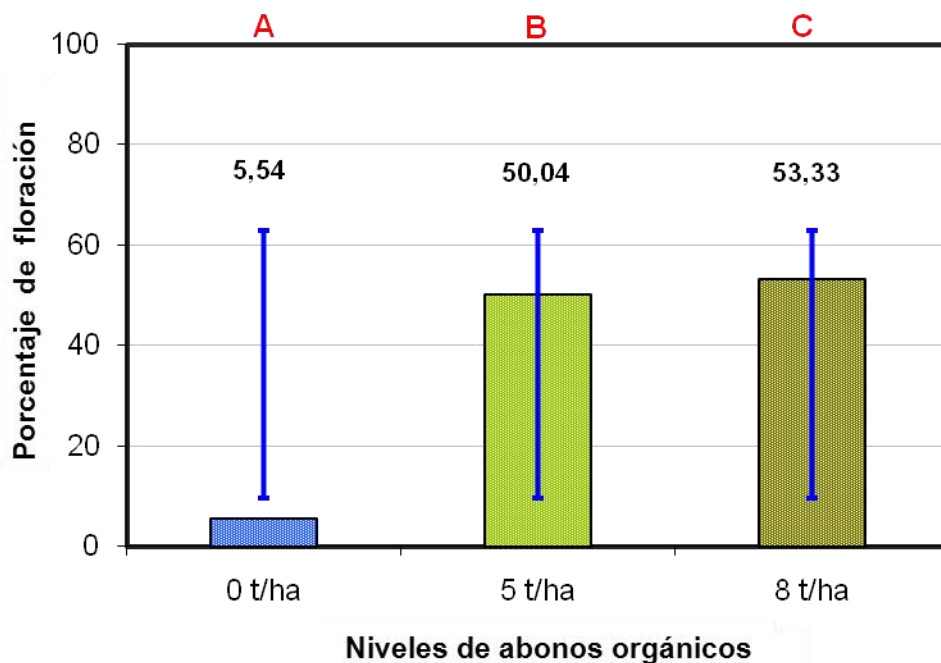


Figura 15. Comparación de medias del porcentaje de floración, entre niveles de abonos orgánicos según ($p < 0.05$).

De acuerdo a la comparación de medias podemos evidenciar que estadísticamente que el porcentaje de floración entre los niveles de abonos orgánicos muestran diferencias estadísticas, registrándose el valor más alto en 8 t/ha estiércol con 53.3% y el más bajo para 0 t/ha estiércol 5.5% (Figura 15).

Los resultados obtenidos evidencian que al aumentar las dosis de niveles de abonos orgánicos (estiércol de ovino), aumentan el porcentaje de floración 5.54 %, 50.04% y

53.35% respectivamente. Es posible afirmar que las diferencias del porcentaje de floración, se deban a las enmiendas orgánicas como el estiércol de ovino, por el contenido de nitrógeno en el suelo.

Al respecto Salazar (2006), menciona que el nitrógeno en el suelo se encuentra en forma orgánica e inorgánica, con 95% o más del nitrógeno total presente en forma orgánica. El nitrógeno inorgánico está disponible para ser tomado por las plantas, mientras que el orgánico debe ser primero mineralizado (convertido a nitrógeno inorgánico) antes de que las plantas lo puedan utilizar (Salazar, 2006).

4.3.2.3. Porcentaje de floración por efecto de los bioinsumos

En la Figura 16, se presenta la comparación de medias de la prueba de Duncan y Desviación estándar (SD), promedios generales del porcentaje de floración por efecto de los bioinsumos.

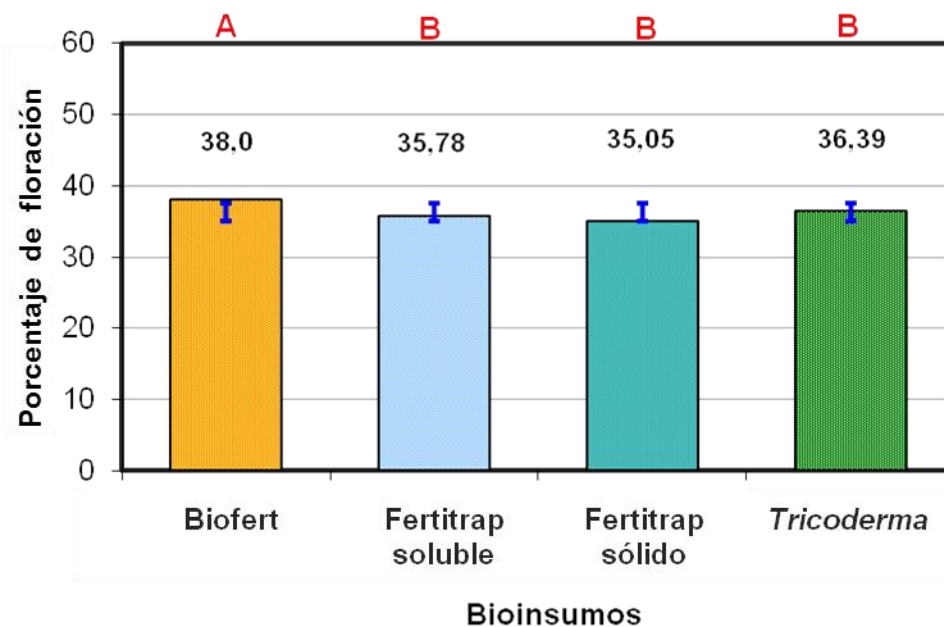


Figura 16. Comparación de medias del porcentaje de floración entre bioinsumos según ($p < 0.05$).

En la Figura 16, de acuerdo a la prueba de Duncan se encontró diferencias estadísticas en el porcentaje de floración entre los diferentes bioinsumos, Fertitrap soluble con 35.78%, Fertitrap sólido 35.05% y *Tricoderma* con 36.39%, sus valores

estadísticamente son iguales. El promedio más alto Biofert con 38% en días al inicio de floración diferente al resto de los bioinsumos.

Las diferencias del porcentaje de floración con la incorporación del Biofert y los tres bioinsumos probablemente este pudo deberse a la disponibilidad del contenido de nitrógeno en el suelo.

Al respecto Aquino (2006), menciona que el Biofert activa el equilibrio nutritivo de las plantas estimulando rápidamente los procesos fisiológicos de estas.

4.3.3 Altura planta

Para la altura planta se consideraron ocho evaluaciones a los 60, 74, 88, 102, 116, 132, 146 y 158 días después de la siembra (DDS), con coeficientes de variación de 18.27%, 11.06%, 10.17%, 8.71%, 7.47, 5.56%, 4.35% y 4.07%. En el ANVA muestra diferencias significativas ($p < 0.05$), entre bloques a los 116, 146 y 158 DDS, entre las variedades diferencias altamente significativos ($p < 0.01$) a los 132, 146 y 158 DDS, entre los abonos orgánicos se muestra diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), en las ocho fechas de evaluación, en la interacción variedad·abonos orgánico diferencia significativa ($p < 0.05$) a los 60 DDS, pero en las tres últimas fechas a los 132, 146 y 158 DDS, muestra diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) con los bioinsumos se presentan diferencias significativas ($p < 0.05$), a los 88, 132 y 158 DDS y altamente significativos ($p < 0.01$) a los 102 y 116 DDS. Para esta variable se rechaza la hipótesis planteada para las variedades, abonos orgánicos y bioinsumos (Cuadro 5 del ANEXO).

El comportamiento de la variable altura de planta, en las diferentes fechas de evaluación desde la máxima emergencia hasta los 158 días después de la siembra, etapa en la cual la planta llega a la senescencia de la planta, se muestra en la Figura 17.

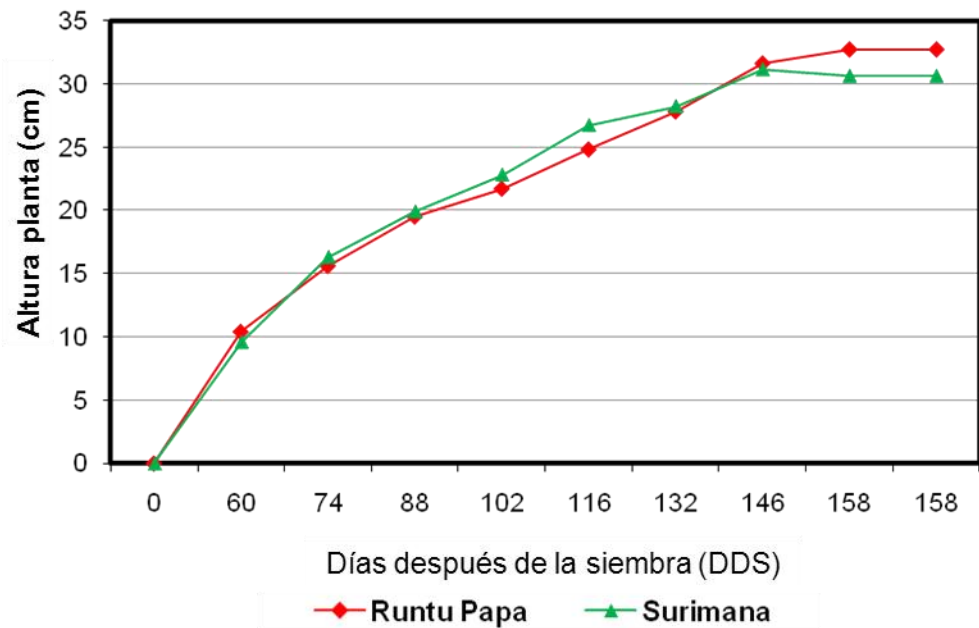


Figura 17. Dinámica de altura planta de las variedades Runtu papa y Surimana en la comunidad Cariquina Grande.

En la Figura 17, se muestra los resultados de altura planta de las dos variedades evaluados hasta la madurez fisiológica, se observa que el crecimiento de la variedad Runtu papa alcanzo la mayor altura a los 158 días después de la siembra 32,7 cm en cambio la Surimana muestra la menor altura con 30,6 cm., ambos alcanzaron la misma altura planta a los 146 DDS.

4.3.3.1 Altura planta por efecto de las variedades

En el Cuadro 8, se presenta la prueba de Duncan de altura planta por efecto de las variedades, los promedios obtenidos corresponden a las ocho semanas de evaluación 60, 74, 88, 102, 116, 132, 146 y 158 días después de la siembra (DDS).

Cuadro 8. Prueba de medias para altura planta por efecto de las variedades.

Variedades	60 DDS	74 DDS	88 DDS	102 DDS	116 DDS	132 DDS	146 DDS	158 DDS
Runtu papa	10,47 a	15,62 a	19,48 a	21,66 a	24,76 a	27,78 a	31,63 a	32,71 a
Surimana	9,66 a	15,35 a	18,92 a	21,58 a	25,05 a	26,71 a	29,48 b	29,15 b

Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) donde las letras a y b diferencian variedades; DDS días después de la siembra.

De acuerdo al cuadro 8, se muestra la comparación de medias de la prueba de Duncan ($p < 0.05$), el mismo denota que entre las variedades existe una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$), en las dos últimas fechas a los 146 y 158 DDS, la variedad Runtu papa con promedios más altos con 31,63 y 32,71 cm, comparado con Surimana que presenta las menores alturas con 29,48 y 29,15 cm. También se puede observar que la altura de las variedades en estudio muestra estadísticamente crecimiento similar, de la primera hasta la sexta fecha de evaluación 60, 74, 88, 102, 116 y 132 días después de la siembra (DDS).

La respuesta en las dos variedades posiblemente fue determinada por la disponibilidad inmediata de nutrientes en la composición del suelo textura porosidad que ayudan al desarrollo del cultivo.

Al respecto chilon (1997), indica que una buena textura, estructura y la porosidad del suelo, producen condiciones adecuadas de aireación el cual facilita la respiración de las raíces y estolones. Si bien el cultivo se adapta a suelos diversos, expresa su potencial productivo en aquéllos de textura franca a franca arenosa, con elevados contenidos de materia orgánica (Echeverría, 2005).

4.3.3.2 Altura planta por efecto de los niveles de abonos orgánicos(estiércol)

En el cuadro 9, se presenta la comparación de medias de la prueba de Duncan para la altura planta por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol), los mismos fueron obtenidos durante las ocho semanas de evaluación en el cultivo.

Cuadro 9. Prueba de medias para altura planta por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol).

Niveles de estiércol	60 DDS	74 DDS	88 DDS	102 DDS	116 DDS	132 DDS	146 DDS	158 DDS
0 t/ha	11,27 b	11,23 b	13,86 b	14,60 c	15,22 b	15,65 b	16,30 b	16,04 b
5 t/ha	10,99 a	17,56 a	21,47 a	24,54 b	29,48 a	32,88 a	37,60 a	38,20 a
8 t/ha	11,27 a	17,66 a	22,27 a	25,73 a	30,01 a	33,21 a	37,77 a	38,55 a

Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) donde las letras a y b diferencian niveles de abonos orgánicos (estiércol); DDS días después de la siembra.

En la cuadro 9, se observa que existe diferencia altamente significativos ($p < 0.01$), entre abonos orgánicos 0 t/ha, 5 t/ha y 8 t/ha estiércol, en las ocho fechas de evaluación a los 60, 74, 88, 102, 116, 132, 146 y 158 días después de la siembra (DDS), el mayor incremento en altura de planta reportado fue 16,04 cm, 38,20 cm y 38,55 cm, para 0 t/ha, 5 t/ha y 8 t/ha estiércol respectivamente estos valores son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

También se puede observar valores estadísticos similares 5 t/ha y 8 t/ha a los 60, 74, 88, 116, 132, 146 y 158 días después de la siembra (DDS) con 38,20 y 38,55 cm respectivamente.

Las diferencias entre niveles de abonos orgánicos pueden atribuirse al contenido de estiércol y cantidades de nutrientes disponibles por la adición de diferentes dosis en el suelo.

Tangara (2010), en un estudio en tres comunidades obtuvo promedios generales de altura planta (cm) al momento de floración con la aplicación de 10 t/ha de EO (estiércol de ovino), en las comunidades Kellhuiri 23,30 cm, Vinto Coopani 21,90 cm y San Juan de Circa 29,60 cm.

Al respecto las diferencias entre alternativas se deben posiblemente a las características físicas y químicas del suelo e enmiendas orgánicas como el contenido de nitrógeno orgánico e inorgánico.

Al respecto FAO, (2002), indica que, “la necesidad de fertilizantes para un cultivo depende de los aportes del suelo, del cultivo y de la adición de abonos orgánicos o fertilizantes químicos”. También la diferencia entre tratamientos, se debe a la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, que afecta favorablemente a la altura de la planta, corroborado por Sacaguchi (1982).

4.3.3.3 Altura planta por efecto de los bioinsumos

En el cuadro 10, se presenta la prueba de Duncan para los promedios generales de altura planta por efecto de los bioinsumos durante las semanas de evaluación.

Cuadro 10. Prueba de medias para altura planta por efecto de los bioinsumos

bioinsumos	60 DDS	74 DDS	88 DDS	102 DDS	116 DDS	132 DDS	146 DDS	158 DDS
Biofert	10,07 a	14,97 b	18,13 b	20,21 c	23,55 c	26,46 b	29,84 a	30,32 a
F. soluble	10,24 a	15,24 ba	19,26 ba	21,46 bc	24,43 bc	27,20 ba	30,68 ba	30,80 ba
F. sólido	10,22 a	16,33 ba	20,05 a	22,81 ba	25,48 bc	27,41 ba	30,63 ba	30,93 ba
<i>Tricoderma</i>	9,73 a	15,40 a	19,36 ba	22,01 a	26,15 ba	27,92 a	31,07 a	31,67 a

Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) donde las letras a y b diferencian bioinsumos; DDS días después de la siembra.

En la comparación de medias según la prueba de Duncan ($p < 0.05$) del cuadro 10, los resultados de altura planta para los bioinsumos muestra que los promedios más altos fueron registrados en las dos últimas semanas (146 y 158 DDS), *Tricoderma* presento la mayor altura con 31.60 cm, comparado con Fertitrap soluble 30,80 cm, Fertitrap sólido 30,90 cm, que registraron los valores más bajos. También se puede observar que en la primera semana de evaluación, entre los bioinsumos no se encontró diferencias estadísticas.

Las diferencias en altura planta debido a la incorporación de los bioinsumos orgánicos, muestran alturas similares entre Biofert y *Tricoderma* de 30,32 cm y 31,67 cm, Fertitrap soluble y Fertitrap solido con un promedio de 30,80 cm y 30,93 cm respectivamente. Los resultados encontrados probablemente se dieron por la incorporación de enmiendas orgánicas como los bioinsumos en combinación con el estiércol de ovino.

Tangara (2010), con una combinación de estiércol de ovino (EO) + Biofert, logra encontrar promedios de 27,81 cm en altura planta mostrando el mayor promedio del grupo C₆, en altura planta por efecto de los fertilizantes.

4.3.4 Índice de área foliar

Para el índice de área foliar se consideraron cinco evaluaciones a los 60, 88, 102, 132 y 146 días después de la siembra (DDS).

El análisis de varianza para el índice de área foliar, con coeficiente de variación reportados a los 60 días después de la siembra (DDS) 20%, 74 DDS 17.06%, 102 DDS 18.80%, 132 DDS 21.50% y a los 158 DDS 15.80% (Cuadro 6 del ANEXO), muestra diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre bloques a los 60 y 74 DDS en las variedades a los 60, 74 y 158 DDS, diferencias significativas ($p < 0.05$) a los 102 DDS, entre los abonos orgánicos altamente significativos ($p < 0.01$) a los 74, 102, 132 y 158 DDS como en la interacción de bloque-variedad a los 60, 74, 102, 132 y 158 DDS, también presenta diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) en la interacción bloque-variedad-abono orgánico a los 74 DDS y diferencias significativas ($p < 0.05$) a los 60 DDS, entre la interacción de variedad-abono orgánico-bioinsumo altamente significativo ($p < 0.01$) en las cinco fechas, para los bioinsumos diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), a los 60, 74 y 158 DDS, por lo cual el Índice de área foliar de estudio influyen significativamente.

4.3.4.1 Índice de área foliar por efecto de las variedades

En el cuadro 11, se presenta la prueba de Duncan del Índice de área foliar por efecto de los niveles de materia orgánica (estiércol) variedades, los promedios obtenidos corresponden a las cinco semanas de evaluación 60, 88, 102, 132 y 146 días después de la siembra (DDS).

Cuadro 11. Comparación del índice de área foliar (cm²) por efecto de variedades.

Variedades	60 DDS	88 DDS	102 DDS	132 DDS	146 DDS
Runtu papa	329,17 a	488,34a	666,8a	781,3a	936,39a
Surimana	281,11 a	414,93 a	597,1 a	747,1 a	840,62 a

Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) donde las letras a y b diferencian variedades; DDS días después de la siembra.

En el cuadro 11, se observan los resultados para el Índice de área total en cm², en las cinco fechas evaluadas a los 60, 88, 102, 132 y 146 DDS en este se puede ver que no existe diferencias significativas ($p>0.05$), Runtu papa 936.39 y Surimana 840.62 cm².

4.3.4.2 Índice de área foliar por efecto de los niveles de abonos orgánicos

En el cuadro 12, se presenta la comparación de medias de la prueba de Duncan para el índice de área foliar por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol), los mismos fueron obtenidos durante las cinco semanas de evaluación.

Cuadro 12. Comparación del índice de área foliar (cm²) por efecto de los abonos orgánicos.

Niveles de estiércol	60 DDS	88 DDS	102 DDS	132 DDS	146 DDS
0 t/ha estiércol	288.10 a	397.77 b	511.91 b	482.05 b	527.20 b
5 t/ha estiércol	312.86 a	453.74 ba	641.68 a	873.50 a	1043.55 a
8 t/ha estiércol	314.47 a	503.40 a	742.22 a	936.97 a	1099.24 a

Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) donde las letras a y b diferencian niveles de abonos orgánicos (estiércol); DDS días después de la siembra.

En el cuadro 12, se presentan los promedios del Índice de área total en cm² por fechas de evaluación, observando diferencias significativas ($p<0.05$), en las tres últimas semanas a los 102, 132 y 146 días después de la siembra para 5 t/ha 1,043.55 cm² y 8 t/ha de estiércol 1,099.24 cm², estadísticamente similares el promedio bajo se atribuye a 0 t/ha de estiércol con 527.20 cm².

La diferencia entre los niveles de abonos orgánicos (estiércol) puede atribuirse a la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo, por la adición de distintas concentraciones favoreciendo al desarrollo de la cobertura foliar.

Al respecto Parra (1998) indica que el ligero incremento en la disponibilidad de nutrientes, es importante y favorable para el desarrollo foliar el cual es importante para el inicio de la tuberización incrementándose la tasa de asimilación fotosintética en dos a tres veces. “La productividad vegetal está regulada en gran medida por la capacidad de cada suelo de proveer nitrógeno a las plantas” (Lavado, 2001).

4.3.4.3 Índice de área foliar por efecto de los bioinsumos

En el cuadro 13, se presenta la prueba de Duncan para los promedios generales de índice de área foliar por efecto de los bioinsumos durante las semanas de evaluación.

Cuadro 13. Comparación del índice de área foliar (cm²) por efecto de los bioinsumos.

Bioinsumos	60 DDS	88 DDS	102 DDS	132 DDS	146 DDS
Biofert	259.22 b	407.86 b	615.37 ba	765.74 ba	907.75 ba
Fertitrap soluble	333.99 a	489.80 a	663.27 a	793.46 ba	850.41 bc
Fertitrap sólido	285.64 b	418.59 b	570.21 ba	679.93 b	787.72 c
<i>Tricoderma</i>	341.72 a	490.29 a	678.89 a	817.58 a	1003.37 a

Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) donde las letras a y b diferencian bioinsumos; DDS días después de la siembra.

En el cuadro 13, se observa que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre bioinsumos, a los 132 y 146 DDS, el mayor incremento del índice de área foliar se reporta en *Tricoderma* con 1,003.4 cm² el menor para el Fertitrap sólido con 787.7 cm² y promedios similares para el biofert con 907.7 cm² y Fertitrap liquido con 850.4 cm².

También se observa en el cuadro 13, las diferencias significativas ($p < 0.05$) a los 60 y 88 días después de la siembra formado en esta fecha dos grupos Biofert y Fertitrap solido con un promedio de 413 cm², el segundo formado por *Tricoderma* y Fertitrap soluble con 490 cm². Es posible afirmar que las diferencias del Índice del área foliar por efecto de los bioinsumos, se debe a la incorporación de abonos orgánicos (estiércol de ovino) en la presiembra y posteriormente la incorporación de los

bioinsumos favoreciendo al cultivo para una mayor absorción de nitrógeno en la planta. “El nitrógeno constituye el elemento más importante en la generación de grandes áreas fotosintéticas en hojas y tallos” (Parvadé, 2004).

Al respecto Tangara (2010), menciona en el grupo de fertilización: Estiércol combinado con el biofertilizante (Biofert); con la alternativa estiércol vacuno + Biofert se logró mayor cobertura foliar (CF) en las localidades de Kellhuiri y Vinto Coopani; en cambio en la localidad de San Juan Circa, la mejor CF se dio con la alternativa Estiércol ovino + Biofert.

4.3.5 Número de tubérculos por planta

El análisis de varianza numero de tubérculos por planta, con coeficiente de variación de 20% (Cuadro 7 del ANEXO), muestra diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre abonos orgánicos y diferencia significativa ($p > 0.05$) para la interacción bloque-variedad, para los bioinsumos no existen diferencias significativas ($p > 0.05$). Lo que quiere decir que los bioinsumos no han influido en el número de tubérculos por planta. Rechazamos la hipótesis planteada para las variedades y abonos orgánicos.

4.3.5.1 Número de tubérculos por planta, por efecto de las variedades

En la Figura 18, se presenta la Prueba de Duncan y Desviación estándar (SD), para los promedios generales del número de tubérculos por planta, por efecto de las variedades.

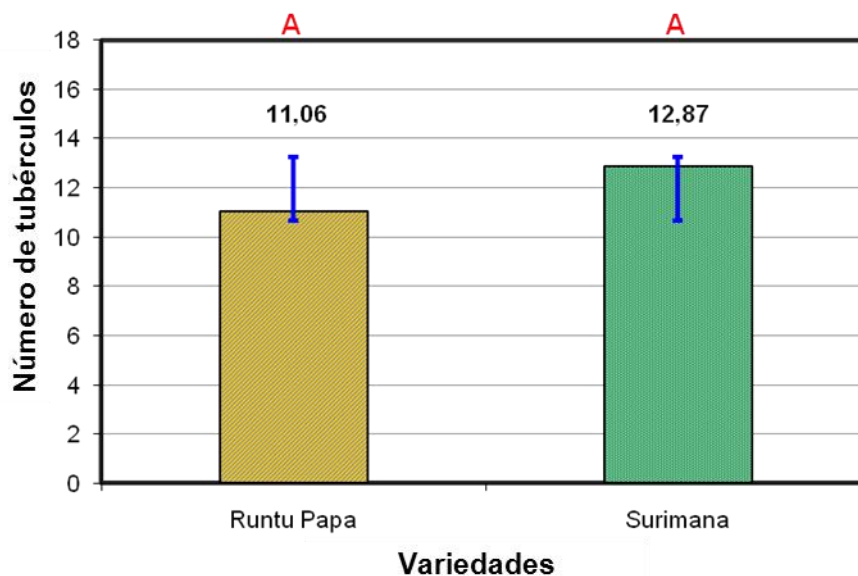


Figura 18. Comparación de medias del número de tubérculos por planta entre variedades según ($p < 0.05$).

De acuerdo a la prueba de Duncan de la Figura 18, entre variedades no se encontró diferencias estadísticas ($p > 0.05$) en el número de tubérculos por planta, el valor más alto reporta la variedad Surimana con 12,87 tubérculos seguida de Runtu papa con 11,06 tubérculos por planta.

Respecto al número de tubérculos por planta por efecto de las variedades Runtu papa y Surimana no se han encontrado diferencias estadísticas entre los promedios durante el estudio.

4.3.5.2 Número de tubérculos por planta, por efecto de los niveles de abonos orgánicos

En la Figura 19, se presenta la prueba de Duncan y Desviación estándar (SD), para los promedios del numero de tubérculos por planta, por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol).

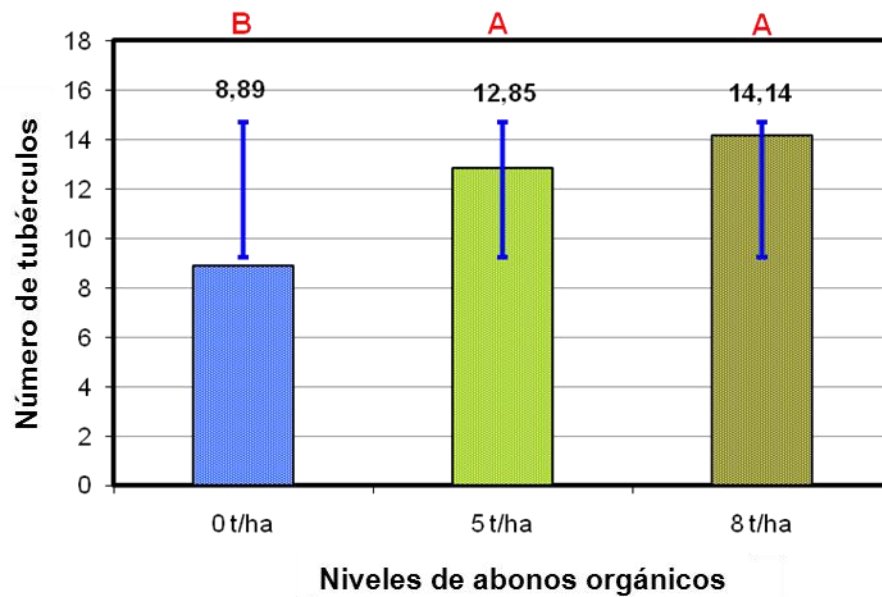


Figura 19. Comparación de medias del número de tubérculos por planta entre abonos orgánicos según ($p < 0.05$).

La comparación de medias a través de la prueba de Duncan de la Figura 19, llega a formar dos grupos diferentes, en el primer grupo conformado se encuentran los niveles de abonos orgánicos de 8 t/ha y 5 t/ha con valores de 14,14 y 12,85 tubérculos por planta, esta son las que llegan a tener mayor influencia para el número de tubérculos por planta en comparación con el testigo 0 t/ha (estiércol), con un valor bajo de 8.89 tubérculos por planta.

Las diferencias en el número de tubérculos por planta por efecto de los niveles de abonos orgánicos, se atribuye posiblemente a la incorporación combinada de estiércol de ovino con los bioinsumos, el cual incremento la actividad de los microorganismos del suelo que este depende de la estructura del suelo, textura, temperatura y precipitación adecuadas para la estolonización en la planta.

Al respecto Kehr (1967), indica que el rendimiento, la forma y la apariencia de los tubérculos dependen de gran parte de la textura y naturaleza física del suelo. Al respecto Coca (2000), señala que en promedio se encuentra entre 16 y 30 tubérculos por planta en condiciones del altiplano variedad Waycha.

4.3.5.3 Número de tubérculos por planta, por efecto de los bioinsumos

En la Figura 20, se presenta la prueba de Duncan y Desviación estándar (SD), para los promedios generales del número de tubérculos por planta, por efecto de los bioinsumos.

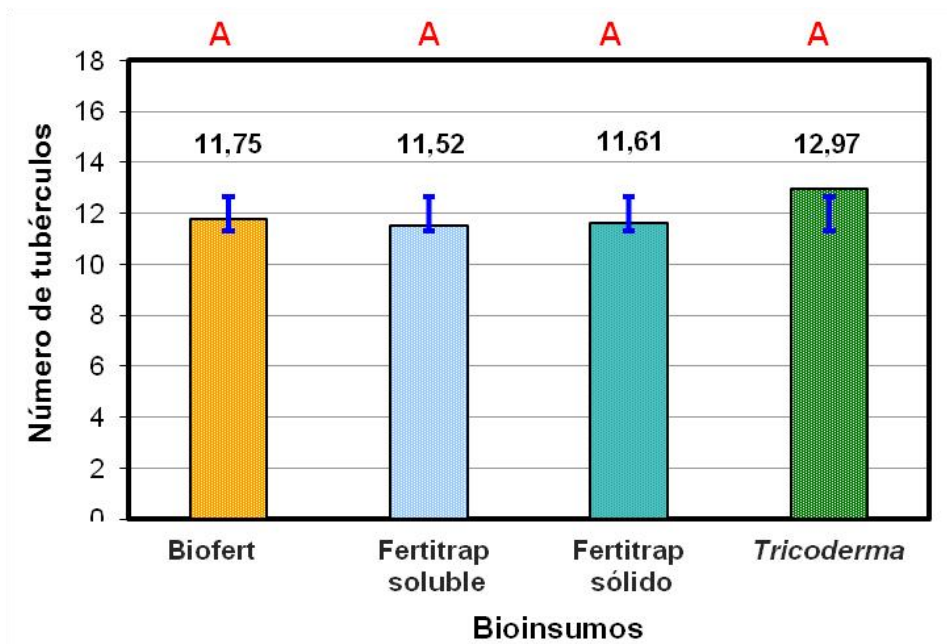


Figura 20. Comparación de medias del número de tubérculos por planta entre bioinsumos según ($p < 0.05$).

En la Figura 20, se observa que no existe diferencias significativas para los promedios en el número de tubérculos por planta que van desde 11,75 a 12,97 estadísticamente son iguales. Los bioinsumos al parecer no tienen su efecto sobre los tubérculos por planta. Con respecto al número de tubérculos por efecto de los bioinsumo no existen diferencias significativas entre las alternativas.

4.3.6 Número de tallos por planta

El análisis de varianza del número de tallos por planta, con coeficiente de variación de 12% (Cuadro 8 del ANEXO), muestra diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre variedades y abonos orgánicos y diferencias no significativas ($p > 0.05$), entre bioinsumos e interacciones. Por lo que decimos que en el número de tallos por planta

en estudio influyen significativamente, se rechaza la hipótesis planteada para las variedades y abonos orgánicos.

4.3.6.1 Número de tallos por planta, por efecto de las variedades

Se realizó la Prueba de Duncan y Desviación estándar (SD), para observar el comportamiento del número de tallos por planta por efecto de las variedades en los diferentes tratamientos, el cual se muestra a continuación (Figura 21).

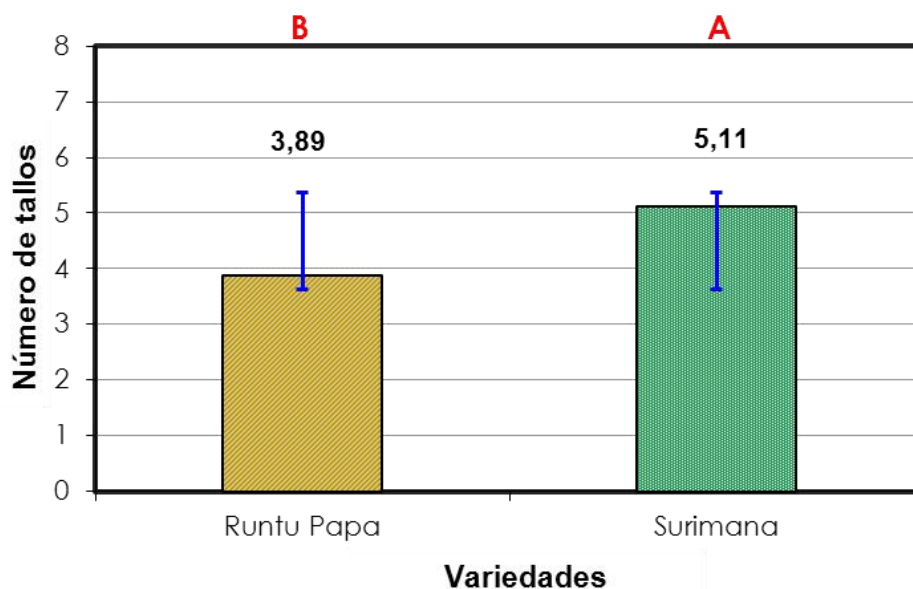


Figura 21. Comparación de medias del número de tallos por planta entre variedades según ($p < 0.05$).

Los promedios del número de tallos por planta en relación a las variedades, se observa que existen diferencias significativas ($p < 0.01$), para Runtu papa presentó 3,89 y Surimana 5,11 tallos por planta estadísticamente superior de la anterior, ambos promedios son estadísticamente diferentes (Figura 21).

De estos resultados se puede indicar que el número de tallos por planta dependen solamente de la variedad y el uso de la semilla, siendo los promedios de 4 tallos por planta Runtu papa y 5 tallos por planta en Surimana.

Al respecto BEUKEMA y VAN DER ZAAG (1990) mencionan que no todas las variedades tienen igual tasa de crecimiento del brote, el número de brotes que ellas desarrollan por tubérculo depende solamente de la variedad, es por esto que semilla sometida a iguales tratamientos y métodos de plantación producen diferente número de tallos por tubérculo.

Al respecto Alonso (1996), indica que una papa madre puede desarrollar 1, 2, 3 o incluso más tallos y que el número de tallos está influenciado principalmente por la edad fisiológica de la semilla, variedad, calibre, tipo de semilla utilizada (entera o trozada) y la distancia de plantación.

4.3.6.2 Número de tallos por planta, por efecto de los niveles de abonos orgánicos.

Los promedios de la prueba de Duncan y Desviación estándar (SD), en número de tallos por planta por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol), se resume en la Figura 22.

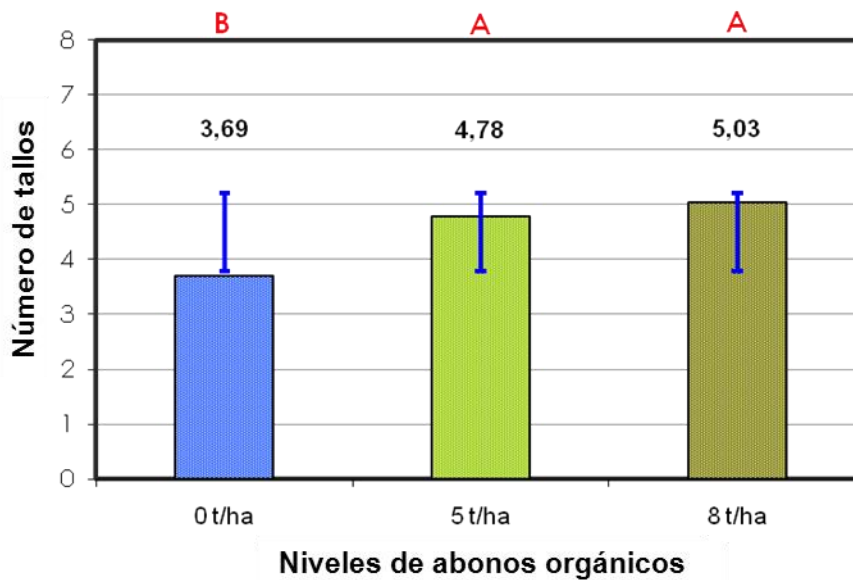


Figura 22. Comparación de medias del número de tallos por planta entre abonos orgánicos según ($p < 0.05$).

De acuerdo a la Figura 22, la comparación de medias, muestra que el nivel 5 y 8 t/ha, presentaron el mayor número de tallos por planta con 4,78 y 5,03 respectivamente, estadísticamente superior a 0 t/ha estiércol que reporto 3,69 tallos por planta. Al parecer los abonos orgánicos (estiércol) y la fertilidad del suelo, favorece en forma considerable en la formación de tallos en la planta.

Los estiércoles se han utilizado desde hace mucho tiempo para aumentar la fertilidad de los suelos y modificar sus características agroquímicas en beneficio del desarrollo de las plantas. Su efectividad ha quedado plenamente demostrada con rendimientos altos y de mejor calidad (Romero, 1997).

Wiersema (1988), mencionan que el número de tallos óptimo es de 3 a 4 tallos por planta o entre 20 a 25 tallos/m² en caso de tubérculos para consumo. Según esta información los resultados obtenidos estarían dentro de los rangos esperados.

4.3.6.3 Número de tallos por planta, por efecto de los bioinsumos

En la Figura 23, se presenta la prueba de Duncan y Desviación estándar (SD), para los promedios generales del numero de tallos por planta por efecto de los bioinsumos.

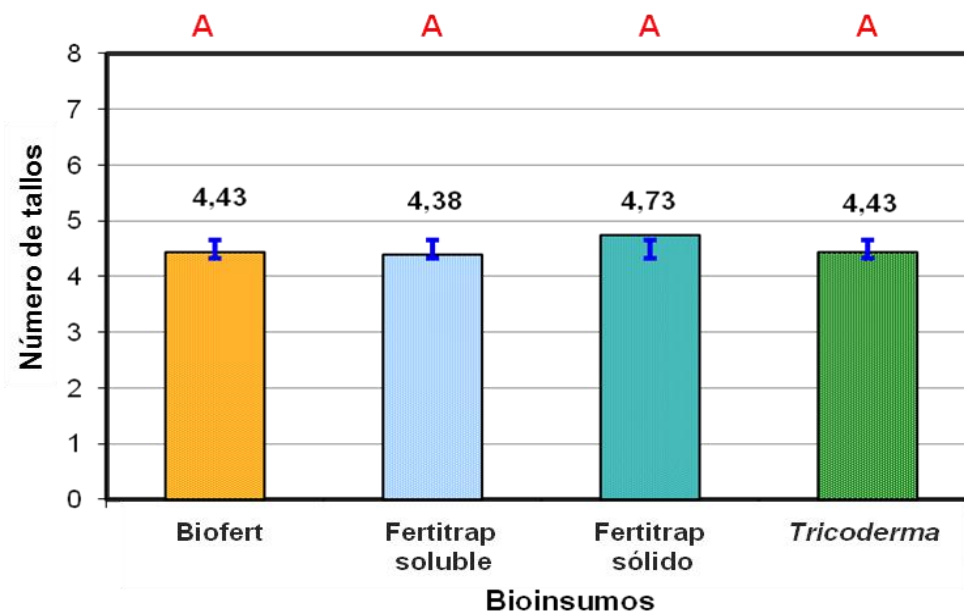


Figura 23. Comparación de medias del número de tallos por planta entre bioinsumos según ($p < 0.05$).

Como se muestra en la Figura 23, la comparación de medias de los bioinsumos no presentó diferencias significativas el mayor lo obtuvo Fertitrap sólido con 4,73 y el menor Fertitrap soluble 4,38 tallos por planta, el Biofert y *Tricoderma* con un promedio de 4,43 tallos por planta, estadísticamente los valores encontrados son similares. No existen diferencias significativas en el número de tallos por planta por efecto de los bioinsumos evaluados. Se asume que el número de tallos depende de las características fisiológicas de cada variedad.

4.3.7 Índice de cosecha (IC)

El análisis de varianza de Índice de cosecha, con coeficiente de variación 6 % (Cuadro 9 del ANEXO), muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) entre bloques e interacción bloque-variedad, no muestra diferencias significativas ($p > 0,05$) entre variedades, abonos orgánicos y bioinsumos. Las variedades, abonos orgánicos y los bioinsumos no influyen significativamente sobre el índice de cosecha (IC).

4.3.7.1 Índice de cosecha por efecto de las variedades

Para observar el comportamiento de las variedades, se realizó la prueba de Duncan y Desviación estándar (SD), en el Índice de cosecha por efecto de las variedades el mismo se observa en la Figura 24.

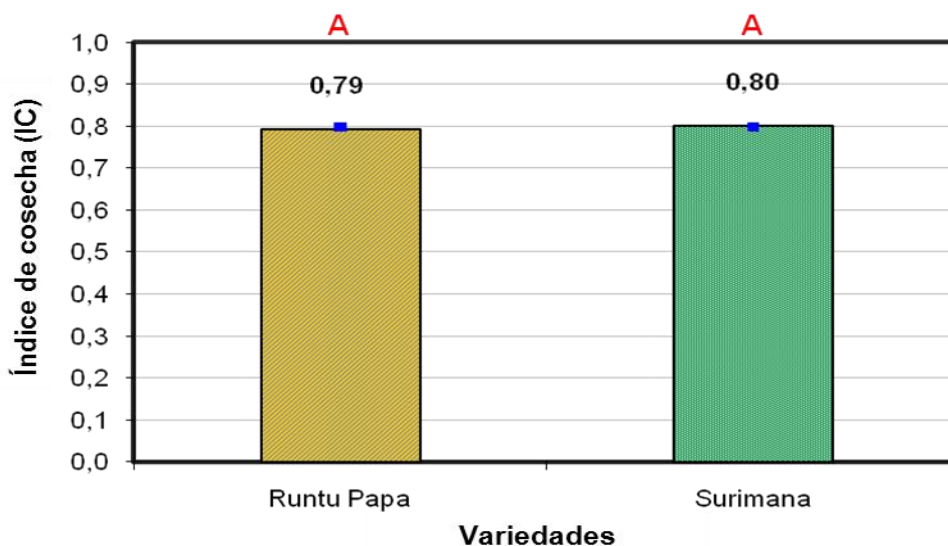


Figura 24. Comparación de medias, índice de cosecha entre variedades según ($p < 0,05$).

En la Figura 24, Duncan ($p < 0.05$) muestra que entre las variedades Runtu papa y Surimana, no se encontró diferencias estadísticas, sus valores de 0,79 y 0,80 son similares. Al parecer la traslocación de nutrientes de la planta hacia los tubérculos es muy eficiente en ambas variedades, alcanzan valores próximos al 80%.

4.3.7.2 Índice de cosecha por efecto de los niveles de abonos orgánicos.

En la Figura 25, se presenta la prueba de Duncan y Desviación estándar (SD), para los promedios generales del Índice de cosecha por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol).

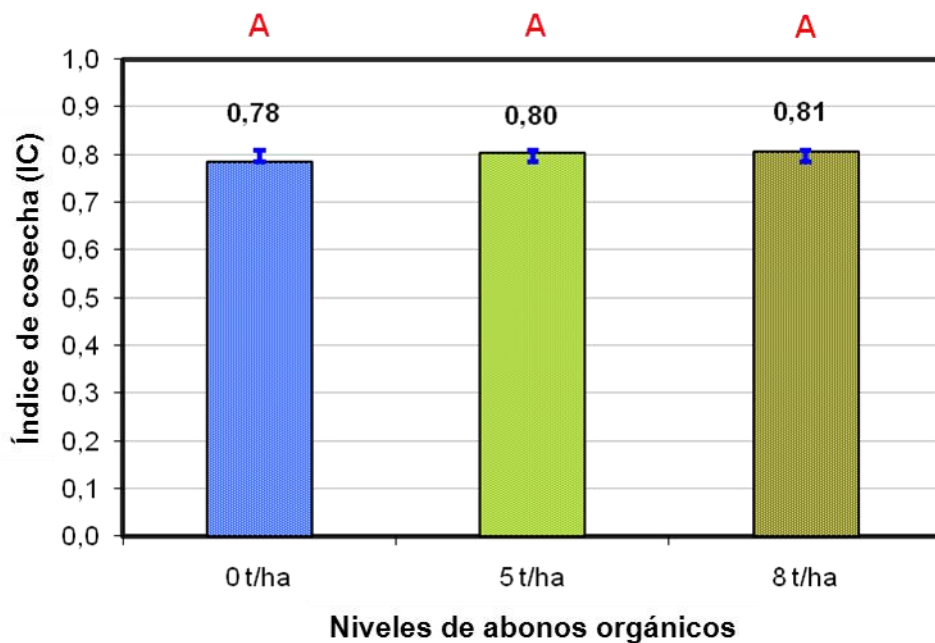


Figura 25. Comparación de medias del índice de cosecha, entre niveles de abonos orgánicos según ($p < 0.05$).

La comparación de medias de la Figura 25, muestra que no se registro diferencias estadísticas, entre los niveles de abonos orgánicos, 0 t/ha (estiércol) alcanzo 0,78 para 5 t/ha de estiércol 0,80 y 8 t/ha de estiércol con 0,81. Al parecer la materia orgánica no tiene influencia directa sobre el índice de cosecha.

4.3.7.3 Índice de cosecha por efecto de los bioinsumos

En la Figura 26, se presenta la prueba de Duncan y Desviación estándar (SD), para los promedios generales del Índice de cosecha por efecto de los bioinsumos.

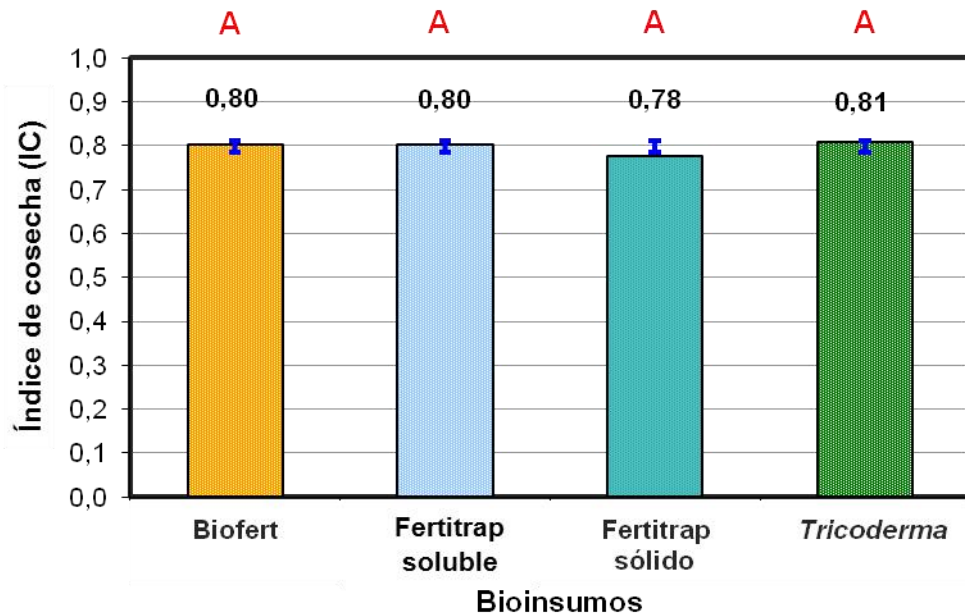


Figura 26. Comparación de medias, del índice de cosecha entre bioinsumos según ($p < 0.05$).

En la Figura 26, de acuerdo a la prueba de Duncan, no se encontró diferencias estadísticas en el Índice de cosecha entre los diferentes bioinsumos Biofert, Fertitrap soluble, Fertitrap sólido y *Tricoderma*, sus valores estadísticamente son iguales.

En las variables de estudio por efecto de las variedades, niveles de materia orgánica (estiércol) y los bioinsumos no presentan diferencias significativas en el Índice de cosecha donde alcanzaron promedios mayores de 0,81 y menores de 0,78.

Los resultados encontrados, probablemente son influenciados por la fertilidad del suelo, por el mayor contenido de materia orgánica y las condiciones climáticas favorables en la presente campaña agrícola.

Al respecto Tangara (2010), en el estudio realizado para el Índice de cosecha por efecto de los fertilizantes encontró en 10 t/ha EO (estiércol de ovino) 0.76% NS ($p>0.05$) con respecto a la comparación de alternativas combinadas (Estiércol +FDA + urea) obtuvo 0,78 IC ($p<0.01$), superando a la alternativa FDA + urea que logro un promedio de 0,73.

4.3.8 Rendimiento agronómico

El análisis de varianza para el rendimiento agronómico, con coeficiente de variación de 14.49%, presentan diferencias significativas ($p<0.01$), entre bloques y interacción bloque-variedad, diferencias altamente significativas ($p<0.01$) entre abonos orgánicos como en la interacción bloque-variedad-abono orgánicos, se muestra diferencias no significativas ($p>0.01$) entre variedades y bioinsumos. Lo que quiere decir que el efecto de las variedades y bioinsumos no han influido significativamente en el rendimiento de tubérculos, entonces se rechaza la hipótesis para los abonos orgánicos (estiércol de ovino).

4.3.8.1 Rendimiento agronómico por efecto de las variedades

Los promedios de la prueba de Duncan y Desviación estándar (SD), del rendimiento agronómico por efecto de las variedades se resume en la Figura 27.

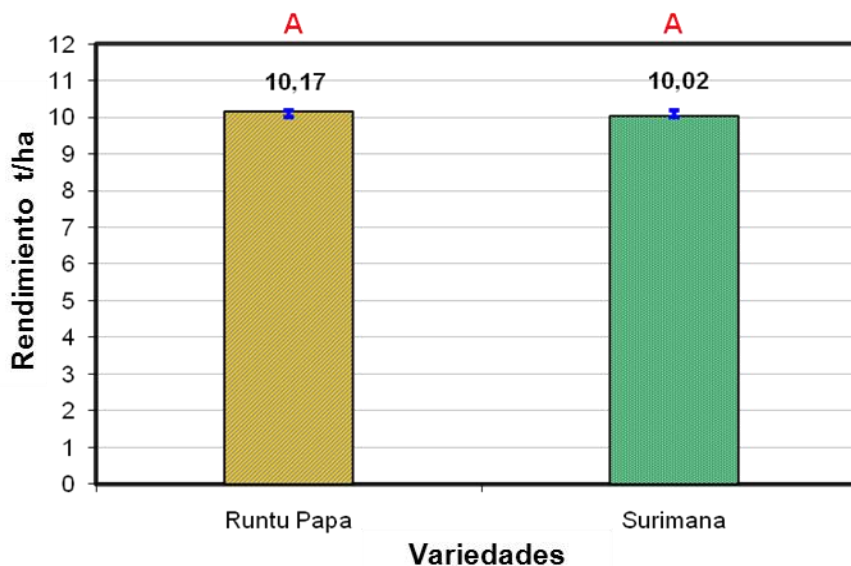


Figura 27. Comparación de medias del rendimiento de variedades de papa en la comunidad Cariquina Grande ($p<0.05$).

En la Figura 27, se presentan los valores promedio de rendimiento agronómico según la prueba de Duncan ($p < 0.05$). No se encontraron diferencias significativas entre las variedades Runtu papa con 10.17 t/ha y Surimana 10,02 t/ha.

Los resultados encontrados para el rendimiento agronómico entre variedades no existe una variabilidad genética marcada, presentan un promedio de 10 t/ha. Probablemente es por las condiciones ambientales y las características fisiológicas adecuadas durante el desarrollo del cultivo provocando un efecto positivo en el rendimiento.

A lo mencionado anteriormente, Alonzo (2002), indica que la producción esperada estará directamente relacionada con otras variables como el potencial genético de la planta y las condiciones ambientales donde se desarrolle el cultivo (suelo, clima, agua, etc.).

Las condiciones medioambientales favorecen en forma similar en su comportamiento, esto puede atribuirse a las características fisiológicas del cultivo ya que mientras más temprano se planta, en la temporada la planta se expone a una mayor cantidad de horas luz y a más humedad, lo cual se traduce en mayores rendimientos (Contreras, 2002).

4.3.8.2 Rendimiento agronómico por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol).

En la Figura 28, se presenta la prueba de Duncan y Desviación estándar (SD), para los promedios generales del rendimiento agronómico por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol).

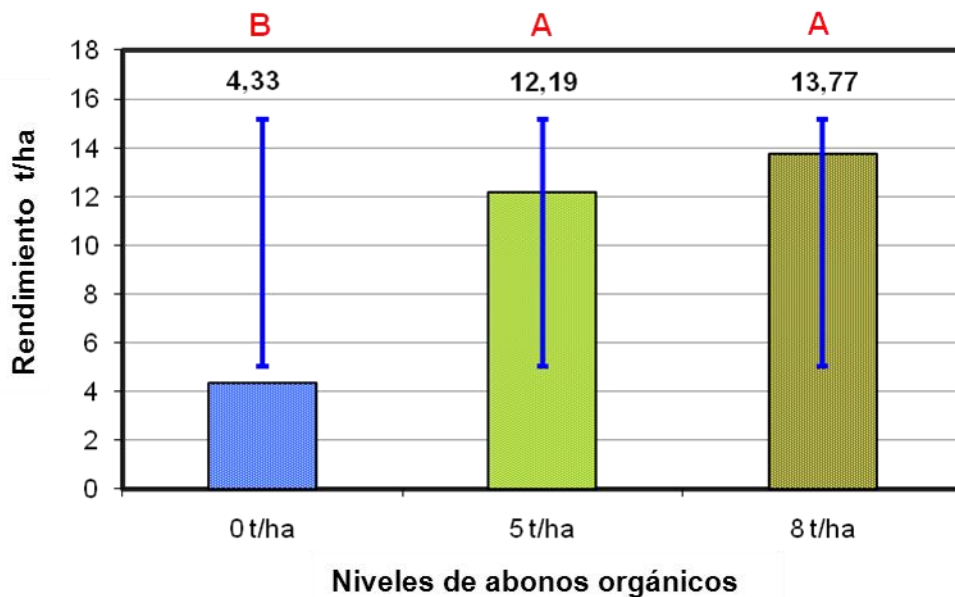


Figura 28. Efecto de niveles de abonos orgánicos (estiércol) sobre el rendimiento del cultivo de papa en la comunidad Cariquina Grande ($p < 0.05$).

Según la prueba de Duncan ($p < 0.05$) de la Figura 28, entre los abonos orgánicos forman dos grupos, el primero conformado por los tratamientos de 5 t/ha y 8 t/ha de estiércol lograron promedios similares de 12,19 y 13,77 t/ha respectivamente. El menor rendimiento de tubérculos se dio con el tratamiento 0 t/ha estiércol con un rendimiento promedio de 4,33 t/ha., el testigo (sin aplicación de estiércol) presenta el menor promedio estadísticamente diferente al resto de las alternativas.

Ortuño, *et al.* (1999), en un estudio realizado con 5 y 10 t/ha, encontró que por cada tonelada de estiércol aplicada a la siembra existió una respuesta inmediata de la planta en el rendimiento de 0,8 t/ha.

Con respecto a lo mencionado anteriormente se puede concluir que en las variedades nativas del lugar y mientras el suministro de nutrientes sea suficiente la respuesta es favorable aumentando sus rendimientos, por tanto se puede señalar que por cada tonelada de estiércol aplicado se obtiene 1,6 t/ha.

Por su parte SEMTA (1989) y Caro *et al.* (1994), señalan que el abonado orgánico constituye una de las técnicas tradicionales y eficaces para mejorar los rendimientos

de los cultivos, conteniendo todas las sustancias que las plantas necesitan para su normal desarrollo.

Marschner (1990), coincide con la anterior afirmación, indica que mientras el suministro de nutrientes minerales sea de forma completa el rendimiento del cultivo aumenta.

4.3.8.3 Rendimiento agronómico por efecto de los bioinsumos

En la Figura 29, se presenta la prueba de Duncan y Desviación estándar (SD), para los promedios generales del rendimiento agronómico por efecto de los bioinsumos.

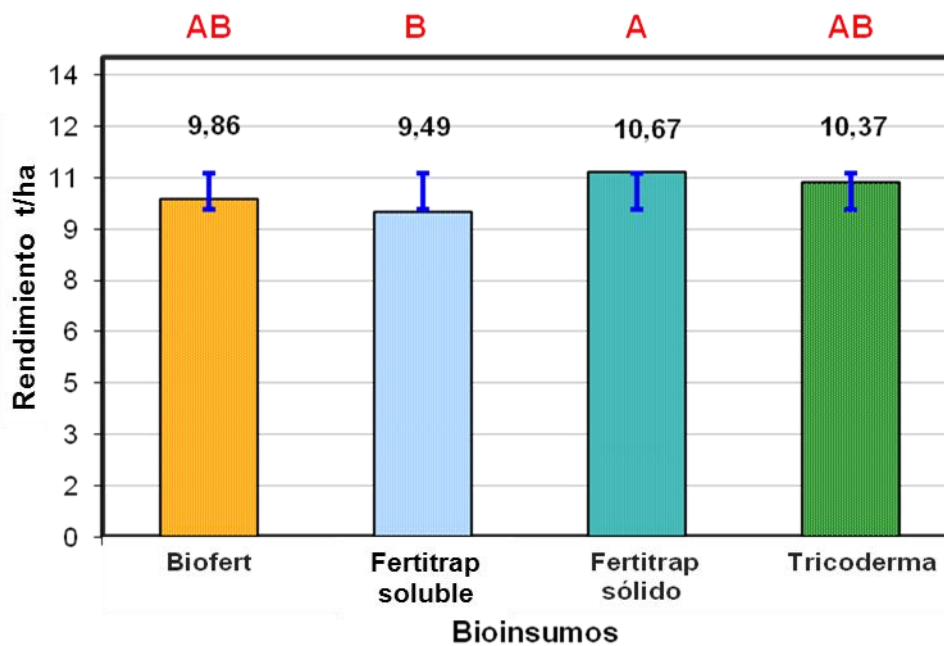


Figura 29. Efecto de los bioinsumos sobre el rendimiento del cultivo de papa en la comunidad Cariquina Grande ($p < 0.05$).

Como se muestra en la Figura 29, la prueba de Duncan ($p < 0.05$), se observa los resultados del rendimiento en t/ha, donde el mayor porcentaje en rendimiento fue reportado por Fertitrap sólido con 10,67 t/ha y el más bajo Fertitrap soluble con 9,49 t/ha. También se observa que entre *Tricoderma* y Biofert, se reporto un

comportamiento próximo estadísticamente similares con valores de 10,37 t/ha y 9,86 t/ha.

Al parecer los diferentes bioinsumos combinados con los niveles de materia orgánica, tienen un comportamiento diferente.

Tangara (2010), en un estudio realizado menciona, que a pesar de no encontrar diferencias en las alternativas orgánicas, con el estiércol combinado con Biofert se logró promedios intermedios con relación a las alternativas combinadas con FDA + urea y estiércol sin combinación alguna. Dentro de las alternativas combinadas (estiércol + Biofert), la alternativa con mayor promedio fue: Estiércol ovino + Biofert con un promedio de 8,7 t/ha.

A lo mencionado anteriormente es importante el contenido de nutrientes disponibles o asimilables para la planta, posiblemente tuvieron efectos en el crecimiento y desarrollo en la planta aumentando el rendimiento.

Al respecto FAO (2002), agrega que un suministro suficiente de nutrientes es importante para un desarrollo normal de la planta.

El cultivo de papa requiere cantidades significativas de nutrientes para obtener elevados rendimientos. Sin embargo es necesario realizar un manejo racional de la fertilización para maximizar el rendimiento, obtener tubérculos de calidad y no producir efectos adversos en el ambiente (Echeverría, 2005).

Por otro lado Agrios (1996), menciona que el rendimiento depende de la disponibilidad de agua y de los nutrientes del suelo.

4.3.9 Incidencia y severidad del tubérculo

El análisis de varianza de incidencia y severidad del tubérculo por el ataque del gusano blanco (*Rhigopsidius piercei* y *Premnotriphes latitorax*), con coeficientes de variación 21.5% y 28% (Cuadro 11 del ANEXO), para la incidencia muestra altamente significativas ($p < 0.01$) entre variedades y diferencias significativas ($p < 0.05$) en la interacción variedad-abonos orgánicos muestra diferencias no significativas ($p > 0.05$) entre abonos orgánicos y bioinsumos. Por lo que decimos que el efecto de los abonos orgánicos y bioinsumos no han influido significativamente en la Incidencia por el ataque de plagas en el tubérculo, entonces se rechaza la hipótesis planteada para las variedades.

En la severidad muestra diferencias altamente significativos ($p < 0.01$) en las variedades abonos orgánicos y bioinsumos e interacción bloque*variedad*abonos orgánicos y diferencias significativas ($p < 0.05$) en las interacciones variedad*abonos orgánicos, variedad*bioinsumos y variedad-abonos orgánicos*bioinsumo. En la severidad por el ataque de plagas en el tubérculo influyen significativamente para las variedades, abonos orgánicos y bioinsumos en estudio se rechaza la hipótesis planteada.

4.3.9.1 Incidencia y severidad del tubérculo por efecto de las variedades

En el Cuadro 14, se presenta la prueba de medias de Duncan para Incidencia y severidad del tubérculo por efecto de las variedades.

Cuadro 14. Prueba de medias para la incidencia y severidad del tubérculo por efecto de las variedades.

Variedades	Incidencia	Severidad
Runtu papa	7,33 a	18,00 b
Surimana	5,58 a	14,87 a

Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) donde las letras a y b diferencian variedades; DDS días después de la siembra

Como se aprecia en el cuadro 14, la prueba de Duncan ($p < 0.05$), muestra en el análisis el daño que causa al interior de los tubérculos severidad diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), entre variedades, Runtu papa presenta un 18% y la Surimana con 14.87%.

Para el caso de la Incidencia del tubérculo por el ataque del gusano blanco (*Rhigopsidius piercei* y *Premnotriphes latitorax*), no se encontró diferencias significativas ($p > 0.05$), presentado valores estadísticos similares entre las dos variedades Runtu papa 7.33%, Surimana 5.58% (Cuadro 14).

Las diferencias por la severidad (daño causado al interior del tubérculo), entre las variedades Runtu papa y Surimana, se debe a que el tubérculo es más susceptible ocasionando pérdidas del 18% y 14.87% respectivamente.

Al respecto Gandarillas y Ortuño (2009), señalan que durante el periodo de tuberización las larvas ingresan a los tubérculos, dañando el tejido, formando galerías y afectando severamente la calidad de los tubérculos. “El daño ocasionado por el gorgojo es de tipo cualitativo, pudiendo ocasionar pérdidas en los tubérculos hasta el 80% de la cosecha” (Calderón, 2000).

4.3.9.2 Incidencia y severidad del tubérculo por efecto de los niveles de abonos orgánicos

Los promedios de la prueba de Duncan en incidencia y severidad del tubérculo por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol), se resume en el cuadro 15.

Cuadro 15. Prueba de medias para la incidencia y severidad del tubérculo por efecto de los niveles de abonos orgánicos (estiércol).

Niveles de estiércol	Incidencia	Severidad
0 t/ha	5,62 a	19,31 a
5 t/ha	7,06 a	15,31 a
8 t/ha	6,69 a	14,69 a

Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) donde las letras a y b diferencian niveles de abonos orgánicos (estiércol); DDS días después de la siembra

En el cuadro 15, se puede establecer que no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$), en la Incidencia para 0 t/ha, 5 t/ha y 8 t/ha 5.62 %, 7.06 % y 6.69 % respectivamente. La severidad por el ataque del gusano blanco (*Rhigopsidius piercei* y *Premnotriphes latitorax*) en el tubérculo con promedios para 0 t/ha (19.31%), 5 t/ha (15.31%) y 8 t/ha estiércol (14.69 %).

Se observó que no existen diferencias significativas en la Incidencia y Severidad del tubérculo por el ataque del gusano blanco (*Rhigopsidius piercei* y *Premnotriphes latitorax*), por efecto de los niveles de materia orgánica (estiércol).

4.3.9.3 Efecto de los bioinsumos sobre la incidencia y severidad del gusano blanco.

En el cuadro 16, se presenta la prueba de Duncan para los promedios generales de incidencia y severidad del tubérculo por efecto de los bioinsumos.

Cuadro 16. Prueba de medias para la incidencia y severidad del tubérculo por efecto de los bioinsumos.

Bioinsumos	Incidencia		Severidad	
Biofert	6,42	a	14,75	b
Fertitrap soluble	7,08	a	13,83	b
Fertitrap sólido	5,83	a	14,75	b
Tricoderma	6,50	a	22,42	a

Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) donde las letras a y b diferencian bioinsumos; DDS días después de la siembra

De acuerdo al cuadro 16, la comparación de medias muestra que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$), en la Incidencia por el ataque del gusano blanco (*Rhigopsidius piercei* y *Premnotriphes latitorax*), en los bioinsumos, Biofert (6.41%), Fertitrap soluble (7.08%), Fertitrap sólido (5.83%) y *Tricoderma* (6.5%).

También podemos observar en el Cuadro 16, que la severidad (daño causado al interior de los tubérculos), muestra diferencias estadísticas significativas entre la *Tricoderma* con (22.41%) y los demás bioinsumos Biofert (14.75%), Fertitrap soluble (13.83%), Fertitrap sólido (14.75%).

Las diferencias en los promedios de severidad del tubérculo por efecto de los bioinsumos posiblemente se dieron en la *Tricoderma* por el uso de semilla disponible al momento de la siembra.

Al respecto Fernández (1992), menciona que las cepas de *Tricoderma* verdaderamente competitivas son capaces de colonizar la superficie de raíz y la rizosfera a partir de la semilla tratada.

4.4. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES ECONÓMICAS

Los costos de producción derivados del presente estudio se basan en la determinación de costos variables de los tratamientos del (CIMMYT, 1998). Los detalles del cálculo de costos se encuentran en el cuadro 12 del ANEXO.

En el Cuadro 13 y 14 del ANEXO, se muestra todas las variables involucradas en el cambio de tecnologías, el análisis se realizó en base al indicador económico de presupuesto parciales (Perrin *et. al*, 1988), el mismo toma en cuenta solo los costos que varían por cada tecnología que se estudia (tratamientos), esta técnica consta de tres pasos: Primero consiste en realizar un análisis de dominancia, con los tratamientos dominados se construye la curva de beneficios netos y la tasa de retorno marginal, este presenta los valores del presupuesto parcial para cada uno de los tratamientos en estudio. Para tal efecto se tomo en cuenta el rendimiento promedio, el mismo que fue ajustado con el 10%, debido a pérdidas en post-cosecha. Asimismo para calcular los beneficios brutos de campo, se multiplico el rendimiento ajustado por el precio de venta de papa por el agricultor, considerando un precio promedio de 30 Bs/@, en ferias rurales aledañas a la comunidad mes de cosecha (mayo).

4.4.1. Análisis de dominancia de los tratamientos

Este análisis consistió en determinar el beneficio neto y la tasa marginal de retorno de cada tratamiento para clasificarlos como dominados y no dominados, donde estos últimos fueron los que presentaron los mayores beneficios a costos menores.

Se identifico que las alternativas de mayores beneficios netos aportan en las dos variedades son los tratamientos no dominados: variedad Runtu papa, T5 (Biofert combinado con 5 t/ha estiércol), T7 (Fertitrap sólido combinado con 5 t/ha estiércol). Variedad Surimana, T17 (Biofert combinado con 5 t/ha estiércol), T18 (Fertitrap soluble combinado con 5 t/ha estiércol), T20 (Tricoderma combinado con 5 t/ha estiércol), (Cuadros 17 y 18).

Cuadro 17. Análisis de dominancia para la variedad Runtu papa con la aplicación de abonos orgánicos e inorgánicos en los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTOS	Total de costos (Bs/ha)	Beneficios netos (Bs/ha)	Dominancia
T9: Tradicional testigo (8 t/ha estiércol de ovino)	3450	14292,8	
T1: Biofert (0 t/ha estiércol de ovino)	3470	3184,1	Dominado
T2: Fertitrap soluble (0 t/ha estiércol de ovino)	3690	2495,5	Dominado
T5: Biofert (5 t/ha estiércol de ovino)	3900	16156,0	
T6: Fertitrap soluble (5 t/ha estiércol de ovino)	4120	14155,3	Dominado
T3: Fertitrap sólido (0 t/ha estiércol de ovino)	4490	3616,7	Dominado
T7: Fertitrap sólido (5 t/ha estiércol de ovino)	4920	16635,5	
T4: Trichoderma (0 t/ha estiércol de ovino)	5290	2020,1	Dominado
T8: Trichoderma (5 t/ha estiércol de ovino)	5720	15788,6	Dominado

Cuadro 18. Análisis de dominancia para la variedad Surimana con la aplicación de abonos orgánicos e inorgánicos en los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTOS	Total de costos (Bs/ha)	Beneficios netos (Bs/ha)	Dominancia
Testigo tradicional (8 t/ha estiércol de ovino)	3450	14292,8	
T13: Biofert (0 t/ha estiércol de ovino)	3470	3277,8	Dominado
T14: Fertitrap soluble (0 t/ha estiércol de ovino)	3690	3995	Dominado
T17: Biofert (5 t/ha estiércol de ovino)	3900	16437,1	
T18: Fertitrap soluble (5 t/ha estiércol de ovino)	4120	16966,9	
T15: Fertitrap sólido (0 t/ha estiércol de ovino)	4490	3382,4	Dominado
T19: Fertitrap sólido (5 t/ha estiércol de ovino)	4920	15604,6	Dominado
T16: Trichoderma (0 t/ha estiércol de ovino)	5290	15984,3	Dominado
T20: Trichoderma (5 t/ha estiércol de ovino)	5720	17335	

4.4.2. Curva de beneficios netos.

La curva de beneficios netos es el paso que nos permite visualizar a los tratamientos no dominados en una Figura, los cuales se unen a través de una pendiente positiva, el cual se llama curva de beneficios netos, en este caso es importante considerar que

los tratamientos que resultaron ser dominados se ubican siempre por debajo de esta curva.

4.4.2.1. Curva de beneficio neto de la variedad Runtu papa.

La Figura 30, presenta la curva de beneficios netos y análisis de dominancia de los tratamiento no dominados (puntos rojos) y dominados (puntos verdes) de la variedad Runtu papa.

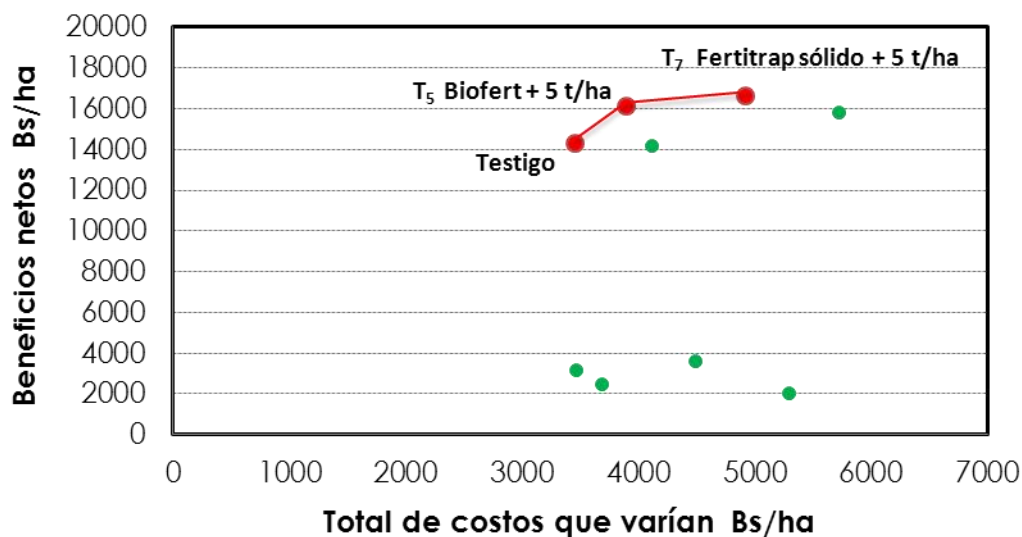


Figura 30. Curva de los beneficios netos, análisis de dominancia de los tratamientos en estudio variedad Runtu papa

En la Figura 30, podemos observar que el menor beneficio neto le corresponde al testigo tradicional (8 t/ha + estiércol de ovino con 14.292,8 Bs/ha) el mayor se presenta en el T₇ (Fertitrap sólido + 5 t/ha estiércol de ovino con 16.635,5 Bs/ha) dentro el total de los costos variables el menor le corresponde al T₅ (Biofert + 5 t/ha estiércol de ovino con 16.156,0 Bs/ha).

4.4.2.2. Curva de beneficio neto de la variedad Surimana.

La Figura 31, presenta la curva de beneficios netos y análisis de dominancia de los tratamientos no dominados (puntos rojos) y dominados (puntos verdes) de la variedad Surimana.

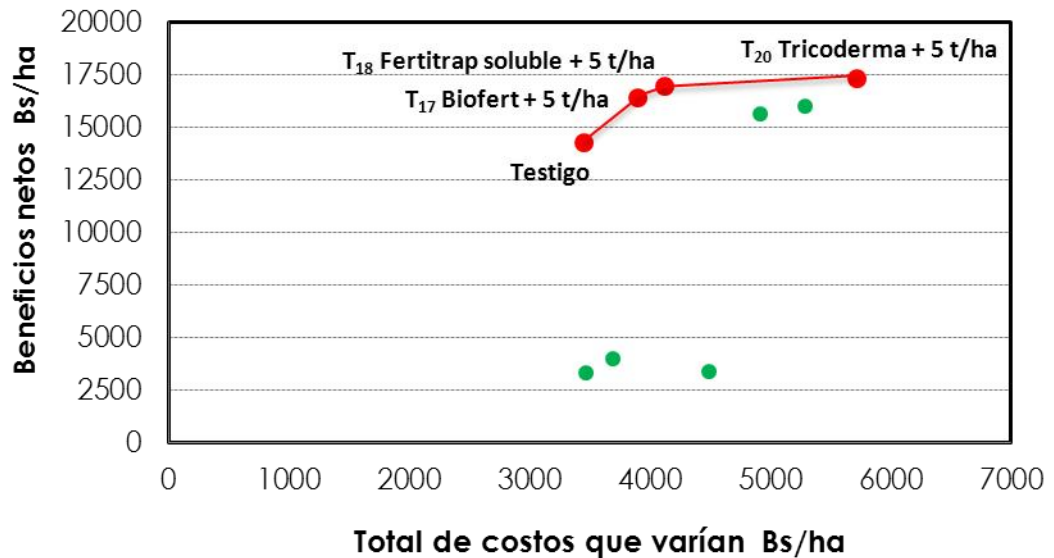


Figura 31. Curva de los beneficios netos, análisis de dominancia de los tratamientos en estudio variedad Surimana

En la Figura 31, podemos observar que el menor beneficio neto le corresponde al testigo tradicional (8 t/ha estiércol de ovino con 14.292,8 Bs/ha), el mayor se presenta en el T₂₀ (*Tricoderma* + 5t/ha estiércol de ovino con 17.335 Bs/ha). Seguida del T₁₈ (Fertitrap soluble + 5t/ha estiércol de ovino con 16.966,9 Bs/ha). Dentro el total de los costos variables el menor le corresponde al T₁₇ (Biofert + 5 t/ha estiércol de ovino) con 16.437,1 Bs/ha.

4.4.3. Tasa de retorno marginal

En el cálculo de TRM, se tomó en cuenta a los tratamientos que no fueron dominados para determinar si es aceptable se considera una Tasa de Retorno Mínima es recibir un promedio al cambiar de una Tecnología 1 a una Tecnología 2

implica por cada 1 Bs, invertido en la nueva tecnología, el productor puede esperar recobrar lo invertido más un retorno adicional de 1Bs, (Cuadro 19 y 20).

Cuadro 19. Análisis marginal para la variedad Runtu papa, con la aplicación de abonos orgánicos (estiércol de ovino).

Tratamientos	Total de costos (Bs/ha)	Costos Marginales (Bs/ha)	Beneficios netos (Bs/ha)	Beneficio neto marginal (Bs/ha)	T.R.M. (%)
Testigo tradicional 8 t/ha estiércol	3450		19419,2		
T5: Biofert 5 t/ha. Estiércol	3900	450	19946,1	526,91	117,1
T7: Fertitrap sólido 5 t/ha estiércol	4920	1020	21444,6	1498,51	146,9

En el cuadro 19, se expresa que la mayor tasa de retorno marginal se encuentra T7 con 146.9%, lo que quiere decir que si el agricultor decide cambiar del testigo (8 t/ha estiércol) a la aplicación de (Fertitrap sólido + 5 t/ha estiércol) en la variedad Runtu papa, esto significa que por cada 1 Bs. Invertido el agricultor puede recuperar 1.46 Bs., luego le sigue el menor que se encuentra en el tratamiento T5.

Cuadro 20. Análisis marginal para la variedad Surimana, con la aplicación de abonos orgánicos (estiércol de ovino).

Tratamientos	Total de costos (Bs/ha)	Costos Marginales (Bs/ha)	Beneficios netos (Bs/ha)	Beneficio neto marginal (Bs/ha)	T.R.M. (%)
Testigo tradicional 8t/ha estiércol	3450		19419,2		
T17: Biofert 5 t/ha. estiércol	3900	450	19946,1	526,92	117,1
T18: Fertitrap sólido 5 t/ha estiércol	4120	220	21444,6	1498,51	681,1
T20: <i>Tricoderma</i> 5 t/ha estiércol	5720	1600	21445,6	1,00	0,1

En el cuadro 20, se indica que la mayor tasa de retorno marginal es 681.1% del T18, que quiere decir si el agricultor decide cambiar del testigo (8 t/ha estiércol) a la aplicación de (Fertitrap Sólido + 5 t/ha estiércol) en la variedad Surimana, esto significa que por cada 1Bs. Invertido el agricultor puede recuperar 6,81 Bs., luego le sigue el menor que se encuentra en el tratamiento T20.

De los resultados encontrados para el análisis de costos con la incorporación de materia orgánica (estiércol de ovino) en combinación con los bioinsumos (Fertitrap sólido), exponen características rentables que constituye una alternativa a ser considerada para el agricultor.

Según Tangara (2010), en un estudio menciona que si el agricultor decide cambiar del testigo (sin fertilizante) a la aplicación de 10 t/ha de estiércol ovino (EO), La TRM será de 70.8%, 41.1% y 372.3 % respectivamente; esto significa que por cada Bs. 1 invertido al aplicar el estiércol de ovino se puede esperar recobrar Bs. 1 y obtener Bs. 0.70, 0.4 y 3.72 adicionales.

Al respecto Parra (1998), probando épocas de incorporación y dosis de estiércol sobre la producción de papa en zonas de altura de Cochabamba, encontró una tasa marginal de retorno de 1586% con 5 t/ha de estiércol ovino.

5. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos y por las interpretaciones efectuadas, se tienen las siguientes conclusiones:

Entre las características físico-químicas del análisis de suelo, el componente físico muestra un suelo Franco de textura media con 41% Arena, 48% Limo, 11% Arcilla en el análisis químico; el pH 4.8 ácido en todas las muestras evaluadas. La materia orgánica 4.2%, rico en materia orgánica. En la capacidad de Intercambio Catiónico 4,9. El contenido de fósforo fue superior cuando se utilizó estiércol de 5 y 8 t/ha con 20 y 15 mg·kg⁻¹ respectivamente. El Nitrógeno total es de 0.30% en los tratamientos en estudio.

Los días a la emergencia entre las variedades ha mostrado diferencias relativas en las dos variedades Surimana 91.10% y Runtu papa con un 92.10% a los 62 días después de la siembra, se presenta un mayor número de plantas emergidas a los 34 DDS, la variedad Runtu papa 40.90% y Surimana con 22.30%.

El porcentaje de floración en las variedades inicio abundantemente en la Runtu papa con 39.25% seguida de Surimana con 33.36% y no hay efecto de tratamientos. El Biofert estimuló mejor la floración.

La altura planta fue superior significativamente cuando se utilizó estiércol de 5 a 8 t/ha y la *Tricoderma*, aunque con estos factores no tuvieron interacción.

Los mayores índices de área foliar se registró con 5 y 8 t/ha de estiércol. En la *Tricoderma* también favoreció significativamente a un mayor índice de área foliar.

El número de tubérculos es favorecido significativamente cuando se utiliza estiércol de 5 a 8 t/ha.

El número de tallos por planta se evidencia para las variedades Runtu papa 4 tallos y

Surimana 5 tallos por planta, favoreciendo significativamente cuando se utiliza estiércol de 5 y 8 t/ha con valores de 4,8 y 5 tallos por planta respectivamente.

El estiércol con 5 a 8 t/ha favoreció significativamente el rendimiento del cultivo de papa, bajo las condiciones de estudio. El Fertitrap sólido y la *Tricoderma* favorecieron significativamente al rendimiento.

En el análisis de severidad por el ataque de plagas al interior del tubérculo el que tuvo menor ataque significativamente, se presentan en el Fertitrap soluble 13.83% y Fertitrap sólido con 14.74%.

En la descripción económica en la variedad Runtu papa denota la mayor tasa de retorno marginal se encuentra T₇ (Fertitrap sólido + 5 t/ha estiércol de ovino), quiere decir que por cada 1 Bs. Invertido el agricultor puede recuperar 1.46 Bs. Para la variedad Surimana la tasa de retorno marginal se encuentra T₁₈ (Fertitrap soluble + 5 t/ha estiércol de ovino), quiere decir que por cada 1 Bs. Invertido el agricultor puede recuperar 6.81 Bs.

6. RECOMENDACIONES

Sobre la base de los resultados y conclusiones en el presente trabajo nos permiten arribar las siguientes recomendaciones:

En el estudio realizado en la comunidad Cariquina Grande, se recomienda la aplicación de estiércol de ovino a una dosis de 5 t/ha, combinada con el bioinsumo Fetitrap soluble a una dosis de 20 kg/ha, como alternativa para incrementar sus rendimientos con una utilidad de 1.498,5 Bs/ha; siendo una alternativa económica que abarata los costos de producción para el agricultor.

Se recomienda adoptar la implementación de 5 t/ha estiércol de ovino mostrando incrementos apreciables en el rendimiento, el cual responde al igual que 8 t/ha de estiércol. La implementación de estiércol debe ser racional para 5 t/ha estiércol, esto permite de alguna manera reducir los costos de producción en el cultivo.

Se recomienda realizar estudios en cuanto a las propiedades químicas en el suelo por efecto de la aplicación de los bioinsumos combinados con el estiércol de ovino, que podrían influir sobre el equilibrio nutritivo de la planta, considerando los sistemas tradicionales de producción.

Se recomienda continuar con otros estudios, con la incorporación de los bioinsumos en el cultivo de papa bajo otras condiciones agroclimatológicas para establecer su potencial de producción y conseguir más información en el crecimiento y producción del cultivo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGRIOS, G., 1999. Fitopatología. Editorial Limusa. México. Pág. 40-55.
- ALDABE, L; Dogliotti, S. 2000. Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de papa: documento electrónico fuente Internet. Universidad de la república del Uruguay (fecha de consulta 18 de octubre de 2009) disponible en www/fagroed.uy/cultivos/hortalizas/repartidofisiologiapapa.
- ALONSO, F. 1996. El cultivo de la patata. España. Mundi-Prensa. 209 p.
- AQUINO, L. y JIMENEZ D. 2006. Efecto de Bioestimulantes y Mesoelementos en el tamaño del tubérculo del cultivo de la Papa (*Solana tuberosum*). Tesis de grado San Cristóbal, RD. Instituto Politécnico Loyola.
- BEUKEMA, H. P y VAN DER ZAAG, D. E. 1990. Introduction to potato production. In: The potato plant. Netherlands. pp: 25-41.
- BORIE, F. y RUBIO, R. 1990. Micorrizas vesículo-arbusculares y otros organismos en la disponibilidad del fósforo. p 96–109. In: 1º Jornadas Binacionales de Cero Labranza. 1990, Temuco, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro regional Carillanca.
- BORIE, F. 1994. Microorganismos y Cero Labranza. Frontera Agrícola. 2 (1).
- CALZADA, B. 1974. Métodos estadísticos para la investigación, Tercera edición Lima-Perú. pp. 429.
- CATACORA TOMSICH, G. F., 1996. Producción potencial del cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en "La Violeta". Respuestas varietales a cambios estacionales y a una alimentación hídrica restringida, Tesis Ing. Agr., Cochabamba (Bol.), FICAP y V-UMSS, p. 6-8, 10-12, 59-64.
- CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO (CIMMYT). (1988) La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Programa de economía. México D.F., México pp. 27-28; 39 y 66.
- CHILON, E. 1997. Guía de fertilidad d suelos. UMSA: La Paz, Bolivia. Pág. 45 -125.
- CHILÓN, C., E. 1996. "fertilidad de suelos y nutrición de plantas". Primera impresión. Ediciones C.I.D.A.T. La Paz-Bolivia 185 pp.
- CID (Centro de Información para el Desarrollo), 1999. "Atlas estadístico de Municipios, Bolivia un mundo en potencialidades". La Paz, Bolivia. p. 67-68.
- CIP (Centro Internacional de la papa); Atlas mundial de la papa. 2006. "Global Potato Cultivation". Bolivia. Disponible en: <http://www.cip.webmaster@egi.org>

- COCA, M. 1999. "Situación y perspectivas de la producción de papa en el departamento de La paz" Revista desarrollo rural en Pro campo CID/Bolivia Nro. 70 en busca de soluciones de planificación prospectiva 1996.p.29-33.
- CONTI, M. 2005, Principios de Edafología, Segunda reimpresión. Editorial Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires.
- CONTRERAS, A. 2001. Eco fisiología del rendimiento de la planta de papa. Revista de la papa. Asociación Chilena de la papa. 6 (10): 15-16.
- CONTRERAS, A. 2003. Eco fisiología del rendimiento de la planta de papa. III Seminario Internacional de la papa. Medellín (Colombia). 17p.
- DALA, Minerio; Luis Norges; Ochoa González; Irene Expositor; Leónidas
- DANGER, 2005. Uso de sustancias estimuladoras del desarrollo vegetal para una Producción sostenible de tomate Variedad "vita".
- ESTRADA, R.N. 2000. La Biodiversidad en el Mejoramiento Genético de la papa Bill Hardy, Emma Martínez (eds.) La Paz, Bolivia. 372 p.
- FERTISUELOS-FAO. 1995. Guía metodológica de la descripción rápida de los perfiles culturales para la identificación de las limitaciones al arraigamiento y el establecimiento de los balances hídricos. Folleto técnico N° 3/94. 16p. pp 21-39.
- FAO. 2002. MIRADAS. Manejo de suelos y nutrición vegetal en sistema de cultivos Documento de campo N° 16, Cochabamba, Bolivia. 105 p.
- FAO. 2002. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, BOL)/IFDC (Centro Internacional de promoción de fertilizantes, IT)/ IPI (Instituto Internacional de los fertilizantes potásicos, IT)/ IFA (Asociación Internacional de la industria de los fertilizantes, IT)/ PPI (Instituto de fertilizantes Fosfatados y Potásicos). Utilización de fertilizantes por cultivo. 4 ed. rev. Roma. P.1.
- FERNÁNDEZ - Larrea, O., Calderón, A., Fraga, M. 1992. Metodología de reproducción de cepas de *Trichoderma spp.* Para el biocontrol de hongos fitopatógenos. Informe técnico de investigación, INISAV, 8 p.
- FUENTES, Y., J., L. 1983. "El suelo y los fertilizantes "Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid.España.Pág.88, 137.
- GANDARILLAS, A. Y ORTUÑO, N. 2009. Compendio de Enfermedades, Insectos Nematodos Y Factores Abióticos que afectan el cultivo de Papa Bolivia. Fundación.
- HERVÉ, D., D. Genin & G. Rivière. 1994. Dinámicas del descanso de la tierra en Los Andes. ORSTOM-IBTA, La Paz. 356 p.
- HUAMAN, Z. 1986. Botánica Sistemática y morfología de la papa. Boletín de Información Técnica 6. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima Perú. 22p.

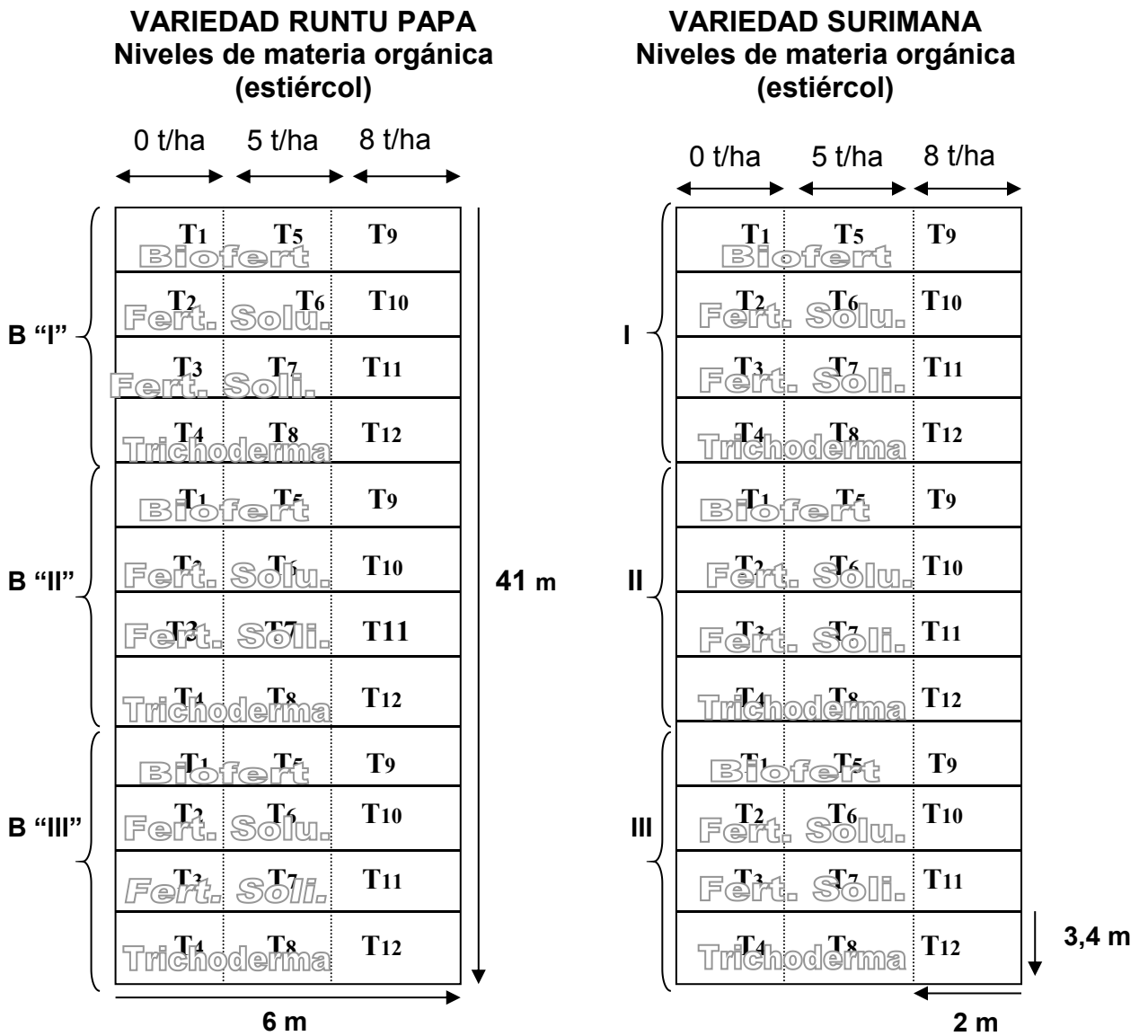
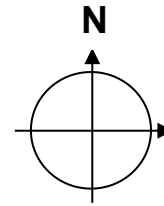
- INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Boletín N° 5 Pág.1-3, 7, 8, 11, 13, 27, 28, 29, 30, 33, 38.
- INE (Instituto Nacional de Estadística), 2000. Anuario estadístico. Educación Ministerio de Agricultura, Ganadería y desarrollo rural.
- IRIARTE, v.: S. GONZALES; G.AGUIRRE. 1998. Selección positiva de papa y papaliza. Informe Anual 1997-1998 IBTA-PROINPA Cbba. Bolivia, Pág. 9
- IRIARTE V., CONDORI B., PARAPO D., ACUÑA D., 2009, Catalogo Etnobotánica de Papas Nativas del Altiplano Norte de La Paz- Bolivia.
- KERH, A. et. al. 1967. Producción Comercial de la Papa, Traducido del Ingles por COMMERCIAL PATATO PRODUCCION, México, México. Edit. Centro Regional de ayuda técnica para el desarrollo internacional (I.A.D.) Pág. 22-24.
- LABRADOR, J.1996. La materia orgánica en los agrosistemas. 174 p. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Mundiprensa (eds.). V.A. Impresores, Madrid, España.
- LAVADO, R.S, C.A. Porcelli and R. Álvarez. 2001. Nutrient and heavy metal concentration and distribution in corn, soybean and wheat as affected by different tillage systems in the Argentine Pampas. Soil & Tillage Research 62: 55-60.
- LINDAO, V. 1991. El Manejo del Cultivo de Papa Quito, Ecuador Edit. Mayer, María. Variabilidad Genética de la Papa. 2001.
- LOPEZ, A y ESPINOZA, J. (1994). "Manual de nutrición y fertilización". Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS). Ed. Rev. Quito, Ecuador. s.e. p. 16.
- MONTES DE OCA, I. 1989. "Geografía y recursos naturales de Bolivia". Ed. MEC. La Paz - Bolivia. Pág. 130-135.
- MORALES.& FELIPE C. 2001. "Materia orgánica, base de la fertilidad del Suelo" La revista Agraria nº23. Lima Perú/ agraria a copes.org.po.
- MUÑOZ, F. y CRUZ, L. 1984. "Manual del cultivo de papa. Quito, Ecuador, pp. 15-46.
- ORTUÑO, N.; IRIARTE, L. &, FRANCO, J. 1998-1999. "Efecto de Abonos Orgánicos sobre las Poblaciones de Nematodos y la Producción de la Papa". Revista Latinoamericana de la Papa 11:149-163.
- ORTUÑO, N. Y NAVIA O. 2010. "Desarrollo de bioinsumos: un aporte a la soberanía alimentaria de Bolivia". Revista de agricultura en el camino de la indexación. Año 62, N° 47. Pág. 30 - 38.
- ORTUÑO, N. Y NAVIA O. 2011. "Catalogo de bioinsumos para mejorar la productividad de los cultivos ecológicos y convencionales. Cochabamba. Pág. 7 – 37.

- PARSONS, D. B., 1982. Papas, México D.F., Ed. Trillas, Manuales para la educación agropecuaria, Serie Producción vegetal no. 17, p. 9, 10, 12, 14,16-19.
- PARRA, V. 1998. "Épocas de incorporación y dosis de estiércol sobre la productividad de la papa (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*) en zonas de altura de Cochabamba". Tesis Lic.Ing.Agr. La Paz - Bolivia. Universidad Mayor de San Andres.
- PROINPA, Instituto Boliviano de tecnología agropecuaria IBTA. Programa de investigación de la papa PROINPA convenio IBTA-CIP-COTESU. Catalogo Boliviano de cultivos, 1994. N° 2 pág. 12.
- PROINPA, 1995 – 1996. "Informe Final" Convenio IBTA- CIP – COSUDE (OEA 1996).
- PROINPA (Programa de investigación de la papa). 1997. Informe compendio del programa de investigación de la papa, Proinpa, COTESU, Cochabamba – Bolivia.
- PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos), 2004-05. Informe Anual. Cochabamba, Bolivia. 215 pag.
- PROINPA (Programa de investigación de la papa). Informe Anual Papa Andina 2006-2007 compendio del programa de investigación de la papa, Proinpa, COTESU, Cochabamba – Bolivia.
- PROINPA (Programa de investigación de la papa). 2003 .Manejo sostenible de la Agro biodiversidad de tubérculos andinos y experiencias en Bolivia. Edición técnica. Willman García, Ximena Cadima.
- PROSEMPA. 1999. Información de trabajos realizados con parcelas demostrativas con el cultivo de papa. Cochabamba, Bolivia. pp. 1-4; 25-33.
- QUISPE Condori, C., 1997. Parámetros agrofisiológicos del desarrollo y crecimiento de los cultivos papa (*Solanum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) e isaño (*Tropaeolum Tuberosum* R.) en Toralapa, Cochabamba, Tesis Lic. Agr., La Paz (Bol.), Facultad de Agronomía - UMSA, p. 4-15, 36- 51.
- RIST, S. 1992. Ecología, Economía y Tecnologías Campesinas. En: Ruralter. Revista de desarrollo rural alternativo. Cicda. Pág. 205-226.
- RODRIGUEZ, L. 2001. Evaluación del efecto de la densidad de población sobre las variables fisiológicas y componentes de rendimiento en *Solanum tuberosum* L. variedad Parda pastusa en dos localidades. Tesis de grado Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Programa de Postgrados. Bogotá Colombia. 133 pág.
- ROMERA, M(s/f)."Agricultura ecológica". Disponible en la página electrónica: www.infoagro.com consultado el 18 de junio de 2009.
- ROMERO, M. 1997."Abonos orgánicos y químicos en producción, sanidad y absorción nutrimental de papa y efecto en el suelo. Tesis de M.C. Colegio de Posgraduados, México.

- ROMERO, L. MARIA DEL R.,A. Trinidad S., R. García E. y R. Ferrara C. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. *Agro ciencia* 34:261-269.
- SENAMHI/DGA. 2002. Yzarra Tito, Wilfredo. Manual de Observaciones fenológicas. DGA-SENAMHI. Lima-Perú.
- SERVICIOS MÚLTIPLES DE TECNOLOGÍAS APROPIADAS (SEMATA). 1998. Plan de Desarrollo Municipal Primera Sección Provincia Camacho, Municipio Puerto Acosta: Sin ed. Bolivia. 170p.
- SUQUILANDA, V., M., B. 1996. "Fertilización orgánica" Manual Técnico. Serie Agricultura Orgánica N° 3 FUNDAGRO Quito, Ecuador Pág. 27 – 43.
- TANGARA E. 2010. Efecto de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en las propiedades físicas y químicas del suelo sobre el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en tres comunidades del altiplano central de Bolivia. Tesis de grado. Carrera Ingeniería Agronómica. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. pp. 35-100.
- TAPIA, M. 1990. "Cultivos andinos explotados y su aporte en la alimentación. Lima. Perú. s.e.p. 205.
- TORREZ R. 2005. Épocas de siembra y variedades de papas nativas como alternativa de adaptación al cambio climático en la provincia Manco Kapac. Tesis de grado. Carrera Ingeniería Agronómica. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. pp. 1-7; 25-46.
- VILLARROEL, A., J. 1989. "Evaluación de la respuesta de los diferentes cultivos a la aplicación de abonos orgánicos y fertilizantes químicos en ensayos a largo plazo". (La Tamborada). Serie Técnica N° 14. AGRUCO. Cochabamba, Bolivia. 26 pp.
- WIERSEMA, S. 1988. Siembra de papa. Boletín de información técnica 1. Centro Internacional de la Papa. Lima (Perú). 16p.
- <http://www.es.wikipedia.org/wiki/>. 2009. Acido Adsicico. Visitado el 19 /04/09.
- ZEBALLOS, H. 1997. Aspectos económicos en la producción de papa en Bolivia. Lima, Perú, s.e.p. 27-28.
- ZONISIG, 1998. Zonificación Agroecológica y Socioeconómica de la cuenca del departamento de La Paz – Bolivia.

ANEXO

Cuadro 1. Croquis de la parcela Experimental



Cuadro 2. Análisis físico – químico del suelo

Cuadro 3. Análisis de varianza porcentaje de emergencia

Días después de la siembra		34			42			48			55		
FV	GL	CM	Fc	Pr>F	CM	Fc	Pr>F	CM	Fc	Pr>F	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	451.58	6.95	0.0028*	1145.90	13.30	<.0001 **	236.740	3.56	0.0387ns	79.108	3.12	0.056 ns
Variedad	1	5788.88	89.1	<.0001 **	9835.01	114.2	<.0001 **	5316.52	80.0	<.0001 **	17.503	0.69	0.412 ns
Bloque*Variedad	2	93.92	1.45	0.2490ns	455.77	5.29	0.0097 **	8.864	0.13	0.875 ns	251.055	4.95	0.013 **
Abono Organico	2	277.37	4.27	0.02 *	308.91	3.59	0.0380 ns	1.797.72	27.1	<.0001 **	495.881	9.77	0.0004 **
Variedad*Abono O.	2	267.76	4.12	0.024*	100.22	1.16	0.3239 ns	50.482	0.76	0.475 ns	268.535	5.29	0.0097 **
Bloq*Variedad*Abono O.	8	123.17	1.90	0.0912ns	85.18	0.99	0.4608 ns	213.567	3.21	0.007 **	463.136	2.28	0.0434ns
Bioinsumo	3	169.36	2.61	0.0666ns	138.63	1.61	0.2042 ns	6.968	0.10	0.9567ns	52.613	0.69	0.5633ns
Variedad*Bioinsumo	3	112.56	1.73	0.1777ns	121.82	1.41	0.2545ns	27.711	0.42	0.742 ns	182.794	2.40	0.084 ns
Variedad*A.O.*Bioinsumo	12	25.99	0.40	0.9543ns	44.724	0.52	0.8882 ns	55.791	0.84	0.611 ns	452.139	1.49	0.1751ns
Error	36	64.97			86.139			66.441			25.366		
Total	71												
Coefficiente Variación (%)		27			18.5			10			5.5		

Cuadro 4. Análisis de varianza, días al inicio de floración.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	9.69	4.85	1.07	0.35 ns
Variedad	1	624.22	624.22	137.16	<0.0001**
Bloque*Variedad	2	9.69	4.85	1.07	0.35
Abono Orgánico	2	34201.03	17100.51	3757.59	<0.0001**
Variedad*Abono Orgánico	2	70.53	35.26	7.75	0.0016 **
Bloq*Variedad*Abono O.	8	188.11	23.51	5.17	0.0002 **
Bioinsumos	3	84.94	28.31	6.22	0.0016 **
Variedad* Bioinsumos	3	6.78	2.26	0.50	0.69 ns
Variedad*A.O.* Bioinsumos	12	276.44	23.04	5.06	<0.0001**
Error	36	163.83			
Total	71	65635.28			
Coefficiente de Variación (%)		5.87			

Cuadro 5. Análisis de varianza altura planta

Días después de la Siembra		60			74			88			102		
Fechas de Evaluación		23/12/2008			06/01/2009			20/01/2009			03/02/2009		
FV	GL	CM	Fc	Pr>F	CM	Fc	Pr>F	CM	Fc	Pr>F	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	1.34	0.40	0.6759 ns	61.238	2.09	0.1388ns	4.847	0.63	0.5358ns	6.731	1.90	0.165ns
Variedad	1	11.66	3.44	0.0719 ns	1.280	0.44	0.5132ns	5.780	1.51	0.2265 ns	0.125	0.04	0.8522ns
Bloque*Variedad	2	4.11	1.22	0.3086 ns	1.805	0.62	0.5462ns	2.671	0.70	0.5033ns	1.865	0.53	0.596ns
Abono Orgánico	2	84.64	25.00	<.0001**	326.035	111.11	<.0001**	516.907	135.39	<.0001**	896.831	252.50	<.0001**
Variedad*A.O.	2	11.76	3.47	0.042 *	3.140	1.07	0.3536ns	7.151	1.87	0.1683ns	5.621	1.58	0.2194ns
Bloq*Variedad*A.O.	8	3.03	0.90	0.5306 ns	1.732	0.59	0.7790ns	1.896	0.5	0.8504ns	1.927	0.54	0.8164ns
Bioinsumos	3	1.76	0.52	0.6705 ns	6.251	2.13	0.1134ns	11.411	2.99	0.0437*	21.480	6.05	0.0019**
Variedad* Bioinsumos	3	5.29	1.56	0.2153 ns	4.663	1.59	0.2089ns	5.811	1.52	0.2254ns	15.193	4.28	0.0111**
Variedad*A.O.* Bioinsumos	12	4.6	1.36	0.2309 ns	5.874	2.00	0.0537*	3.996	1.05	0.4305ns	7.205	2.03	0.0505*
Error	35	3.38			2.934			3.817			3.551		
Total	70												
Coeficiente de Variación %		18			11			10			9		

Días después de la Siembra		116			132			146			158		
Fechas de Evaluación		17/02/2009			05/03/2009			19/03/2009			21/04/2009		
FV	GL	CM	Fc	Pr>F	CM	Fc	Pr>F	CM	Fc	Pr>F	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	16.380	4.73	0.015*	5.881	2.56	0.0915ns	9.268	5.25	0.01*	5.146	3.36	0.0457*
Variedad	1	1.445	0.42	0.5226ns	20.480	8.91	0.0051**	82.775	46.86	<.0001**	227.555	149	<.0001**
Bloque*Variedad	2	4.926	1.42	0.2546ns	4.281	1.86	0.17ns	4.168	2.36	0.1088ns	4.615	3.02	0.0614ns
Abono Orgánico	2	1689,511	487.49	<.0001**	2422.7	1053.71	<.0001**	3660.9	2072.7	<.0001**	3992.48	2610.1	<.0001**
Variedad*A.O.	2	1.311	0.38	0.6876ns	22.446	9.76	0.0004**	63.200	35.78	<.0001**	116.693	76.29	<.0001**
Bloq*Variedad*A.O.	8	2.587	0.75	0.6505ns	0.485	0.21	0.9869ns	0.308	0.17	0.993ns	0.646	0.42	0.8999ns
Bioinsumos	3	23.689	6.84	0.0009**	6.563	2.85	0.0506*	4.812	2.72	0.0584ns	5.672	3.71	0.0201*
Variedad* Bioinsumos	3	6.339	1.83	0.1593ns	0.182	0.08	0.9708ns	1.052	0.60	0.6218ns	1.477	0.97	0.4195ns
Variedad*A.O.* Bioinsumos	12	3.874	1.12	0.3764ns	3.144	1.37	0.2262ns	4.036	2.29	0.0277*	2.887	1.89	0.0701ns
Error	35	3.465			2.29			1.76			1.529		
Total	70												
Coeficiente de Variación %		7.5			6			4			4		

Cuadro 6. Análisis de varianza índice de área foliar (cm²)

Días después de la Siembra		60		74		102		132		158	
FV	GL	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F
Bloque	2	10.29	0.0003**	16.12	<.0001**	2.12	0.1342 ns	1.62	0.2127 ns	2.24	0,1214 ns
Variedad	1	10.98	0.0021**	16.35	0.0003**	6.17	0.0178*	0.78	0.3825 ns	8.25	0,0069**
Bloque*Variedad	2	9.26	0.0006**	13.12	<.0001**	15.93	<.0001**	11.75	0.0001**	6.81	0,0032**
Abono Orgánico	2	1.38	0.2634ns	11.30	0.0002**	22.58	<.0001**	53.97	<.0001**	121.69	<.0001**
Variedad*A.O.	2	2.11	0.136 ns	1.81	0.18 ns	1.03	0.3686 ns	0.58	0.5638 ns	0.56	0,5745 ns
Bloq*Variedad*A.O.	8	2.30	0.042*	3.69	0.0031**	2.00	0.0747 ns	1.26	0.2949 ns	1.75	0,1204 ns
Bioinsumo	3	7.38	0.0006**	6.03	0.002**	3.08	0.0396 ns	2.40	0.0836 ns	7.32	0,0006**
Variedad* Bioinsumo	3	5.97	0.0021**	3.38	0.0287*	1.12	0.3526 ns	1.29	0.2929 ns	0.57	0,6386 ns
Variedad*A.O.* Bioinsumo	12	3.25	0.0031**	3.30	0.0027**	5.16	<.0001**	4.28	0.0003**	3.40	0,0023**
Error	36										
Total	71										
Coeficiente de Variación %			20		17		19		21.5		16

Cuadro 7. Análisis de varianza numero de tubérculos por planta

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	54.576	27.288	4.67	0.0157*
Variedad	1	59.006	59.006	10.10	0.003**
Bloque*Variedad	2	44.212	22.106	3.78	0.0322*
Abono Orgánico	2	358.758	179.379	30.70	<.0001**
Variedad*Abono Orgánico	2	0,075	0,037	0.01	0.9936ns
Bloq*Variedad*Abono Orgánico	8	97.146	12.143	2.08	0.0642ns
Bioinsumos	3	24.754	8.251	1.41	0.255ns
Variedad*Bioinsumos	3	16.029	5.343	0.91	0.4436ns
Variedad*Orgánico*Bioinsumos	12	113.997	9.499	1.63	0.1278ns
Error	36	210.316	5.842		
Total	71	978.872			
Coeficiente de Variación (%)			20		

Cuadro 8. Análisis de varianza número de tallos por planta

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	0.3219	0.1609	0.57	0.5708ns
Variedad	1	26.766	26.766	94.72	<.0001**
Bloque*Variedad	2	0.3169	0.1584	0.56	0.5757ns
Abono Orgánico	2	24.216	12.108	42.85	<.0001**
Variedad*Abono Orgánico	2	1.175	0.587	2.08	0.1398ns
Bloq*Variedad*Abono Orgánico	8	1.534	0.191	0.68	0.7069ns
Bioinsumos	3	1.363	0.454	1.61	0.2044ns
Variedad*Bioinsumos	3	0.3304	0.1101	0.39	0.7611ns
Variedad*Orgánico*Bioinsumos	12	3.370	0.2808	0.99	0.4737ns
Error	36	101.733	0.282		
Total	71	69.569			
Coeficiente de Variación (%)			12		

Cuadro 9. Análisis de varianza índice de cosecha

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	0.01801	0.009	4.18	0.0232*
Variedad	1	0.00086	0.0016	0.40	0.5295ns
Bloque*Variedad	2	0.01778	0.0088	4.13	0.0243*
Abono Orgánico	2	0.00715	0.0035	1.66	0.2042ns
Variedad*Abono Orgánico	2	0.01208	0.0060	2.81	0.0737ns
Bloq*Variedad*Abono O.	8	0.02501	0.0031	1.45	0.2093ns
Bioinsumos	3	0.0098	0.0032	1.52	0.2265ns
Variedad*Bioinsumos	3	0.00047	0.0001	0.07	0.9741ns
Variedad*Orgánico*Bioinsumos	12	0.02298	0.0019	0.89	0.5651ns
Error	36	0.07751	0.0021		
Total	71	0.19169			
Coeficiente de Variación (%)			6		

Cuadro 10. Análisis de varianza rendimiento agronómico

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	74.953	37.476	17.49	<.0001**
Variedad	1	0.374	0.374	0.17	0.6785ns
Bloque*Variedad	2	27.154	13.577	6.34	0.0044**
Abono Orgánico	2	1229.3	614.654	286.86	<.0001**
Variedad*Abono Orgánico	2	6.388	3.194	1.49	0.2388ns
Bloq*Variedad*Abono Orgánico	8	111.265	13.908	6.49	<.0001**
Bioinsumos	3	14.856	4.952	2.31	0.0926ns
Variedad*Bioinsumos	3	10.684	3.561	1.66	0.1924ns
Variedad*A. Orgánico* Bioinsumos	12	9.987	0.832	0.39	0.959ns
Error	36	77.137	2.142		
Total	71	1562.1			
Coeficiente de Variación (%)				14.49	

Cuadro 11. Análisis de varianza incidencia y severidad de plagas

FV	Incidencia				Severidad		
	GL	CM	Fc	Pr>F	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	10.08	3.05	0.097 ns	17.52	1.40	0.252 ns
Variedad	1	36.75	11.12	0.004**	117.19	9.37	0.006**
Bloque*Variedad	2	0.08	0.03	0.875 ns	1.68	0.13	0.717 ns
Abono Orgánico	2	8.89	2.69	0.095 ns	100.75	8.06	0.003 **
Variedad*Abono Orgánico	2	16.19	4.90	0.02*	64.75	5.18	0.017*
Bloq*Variedad*Abono O.	8	7.08	2.14	0.12 ns	57.79	4.62	0.009**
Bioinsumos	3	3.14	0.95	0.44 ns	192.91	15.42	<000.1**
Variedad*Bioinsumos	3	9.36	2.83	0.07 ns	38.35	3.07	0.054*
Variedad*A.O.*Bioinsumos	12	4.12	1.25	0.32 ns	28.86	2.31	0.053*
Error	36	59.50					
Total	71	271.92					
Coefficiente de Variación (%)			28			21,5	

Cuadro 12. Costos de producción.

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.(Bs.)	COSTO TOTAL (Bs.)	TOTAL
INSUMOS					
Semilla Runtu Papa - Surimana	qq	10	80	800	
TERRENO					
Roturación	ha	1	250	250	
Limpieza	Jornales	6	35	210	
SIEMBRA					
Siembra con arado	Jornales	10	35	350	
LABORES CULTURALES					
Aporques	Jornales	6	50	300	
COSECHA					
Cosechadores	Jornales	12	35	420	
Selección	Jornales	3	30	90	
Traslado	Viaje	2	40	80	
Imprevistos (10%)				250	
SUBTOTAL				2750	
TRATAMIENTO 1					
Estiércol de Ovino	kg	0	0	0	
Biofert	qq	4	145	580	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	4	35	140	
TOTAL				720	3470
TRATAMIENTO 2					
Estiércol de Ovino	kg	0	0	0	
Fertitrap Soluble	Kg	20	40	800	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	4	35	140	
TOTAL				940	3690
TRATAMIENTO 3					
Estiércol de Ovino	kg	0	0	0	
Fertitrap Sólido	Kg	40	40	1600	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	4	35	140	
TOTAL				1740	4490
TRATAMIENTO 4					
Estiércol de Ovino	kg	0	0	0	
Tricoderma	Kg	40	60	2400	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	4	35	140	
TOTAL				2540	5290
TRATAMIENTO 5					
Estiércol de Ovino	kg	5000	0,1	500	
Biofert	qq	4	145	580	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	2	35	70	
TOTAL				1150	3900
TRATAMIENTO 6					
Estiércol de Ovino	kg	5000	0,1	500	
Fertitrap Soluble	Kg	20	40	800	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	2	35	70	
TOTAL				1370	4120
TRATAMIENTO 7					
Estiércol de Ovino	kg	5000	0,1	500	
Fertitrap Sólido	Kg	40	40	1600	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	2	35	70	
TOTAL				2170	4920
TRATAMIENTO 8					
Estiércol de Ovino	kg	5000	0,1	500	
Tricoderma	Kg	40	60	2400	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	2	35	70	
TOTAL				2970	5720
TRATAMIENTO 9					
Estiércol de Ovino	kg	7000	0,1	700	
Biofert	Kg	0	0	0	
TOTAL				700	3450
TRATAMIENTO 10					
Estiércol de Ovino	Kg	7000	0,1	700	
Fertitrap Soluble	Kg	0	0	0	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	0	0	0	
TOTAL				700	3450

TRATAMIENTO 11					
Estiércol de Ovino	Kg	7000	0,1	700	
Fertitrap Sólido	Kg	0	0	0	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	0	0	0	
TOTAL				700	3450
TRATAMIENTO 12					
Estiércol de Ovino	Kg	7000	0,1	700	
Tricoderma	Kg	0	0	0	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	0	0	0	
TOTAL				700	3450
TRATAMIENTO 13					
Estiércol de Ovino	kg	0	0	0	
Biofert	qq	4	145	580	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	4	35	140	
TOTAL				720	3470
TRATAMIENTO 14					
Estiércol de Ovino	kg	0	0	0	
Fertitrap Soluble	Kg	20	40	800	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	4	35	140	
TOTAL				940	3690
TRATAMIENTO 15					
Estiércol de Ovino	kg	0	0	0	
Fertitrap Sólido	Kg	40	40	1600	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	4	35	140	
TOTAL				1740	1760
TRATAMIENTO 16					
Estiércol de Ovino	kg	0	0	0	
Tricoderma	Kg	40	60	2400	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	4	35	140	
TOTAL				2540	5290
TRATAMIENTO 17					
Estiércol de Ovino	kg	5000	0,1	500	
Biofert	qq	4	145	580	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	2	35	70	
TOTAL				1150	3900
TRATAMIENTO 18					
Estiércol de Ovino	kg	5000	0,1	500	
Fertitrap Soluble	Kg	20	40	800	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	2	35	70	
TOTAL				1370	4120
TRATAMIENTO 19					
Estiércol de Ovino	kg	5000	0,1	500	
Fertitrap Sólido	Kg	40	40	1600	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	2	35	70	
TOTAL				2170	4920
TRATAMIENTO 20					
Estiércol de Ovino	kg	5000	0,1	500	
Tricoderma	Kg	40	60	2400	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	2	35	70	
TOTAL				2970	5720
TRATAMIENTO 21					
Estiércol de Ovino	kg	7000	0,1	700	
Biofert	Kg	0	0	0	
TOTAL				700	3450
TRATAMIENTO 22					
Estiércol de Ovino	Kg	7000	0,1	700	
Fertitrap Soluble	Kg	0	0	0	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	0	0	0	
TOTAL				700	3450
TRATAMIENTO 23					
Estiércol de Ovino	Kg	7000	0,1	700	
Fertitrap Sólido	Kg	0	0	0	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	0	0	0	
TOTAL				700	3450
TRATAMIENTO 24					
Estiércol de Ovino	Kg	7000	0,1	700	
Tricoderma	Kg	0	0	0	
Aplicación del Bioinsumo	Jornal	0	0	0	
TOTAL				700	3450

Cuadro 13. Beneficio brutos y netos variedad Runtu papa.

Ingresos y Gastos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Testigo
Rendimiento bruto (t/ha)	3,94	3,67	4,81	4,33	11,89	10,83	12,78	12,75	10,52
Rendimiento ajustado (t/ha)	3,2	2,9	3,8	3,5	9,5	8,7	10,2	10,2	8,4
Beneficio bruto de campo (Bs/ha)	6654,1	6185,5	8106,7	7310,1	20056,0	18275,3	21555,5	21508,6	17742,8
Total de costos que varían (Bs/ha)	3470	3690	4490	5290	3900	4120	4920	5720	3450
Beneficios netos (Bs/ha)	3184,1	2495,5	3616,7	2020,1	16156,0	14155,3	16635,5	15788,6	14292,8

Cuadro 14. Beneficio brutos y netos variedad Surimana.

Ingresos y Gastos	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	20	Testigo
Rendimiento bruto (t/ha)	4,00	4,56	4,67	12,61	12,06	12,50	12,17	13,67	10,52
Rendimiento ajustado (t/ha)	3,2	3,6	3,7	10,1	9,6	10,0	9,7	10,9	8,4
Beneficio bruto de campo (Bs/ha)	6747,8	7685,0	7872,4	21274,3	20337,1	21086,9	20524,6	23055,0	17742,8
Total de costos que varían (Bs/ha)	3470	3690	4490	5290	3900	4120	4920	5720	3450
Beneficios netos (Bs/ha)	3277,8	3995,0	3382,4	15984,3	16437,1	16966,9	15604,6	17335,0	14292,8

PHOTOGRAPHIAS



Fotografía 1. Variedad Runtu papa, Tratamientos T1 (0 t/ha estiércol), T2 (5 t/ha estiércol) y T0 (8 t/ha de estiércol)



Fotografía 2. Variedad Surimana, Tratamientos T1 (0 t/ha estiércol), T2 (5 t/ha estiércol) y T0 (8 t/ha de estiércol)



Biofert (Sólido)



Fertitrap soluble

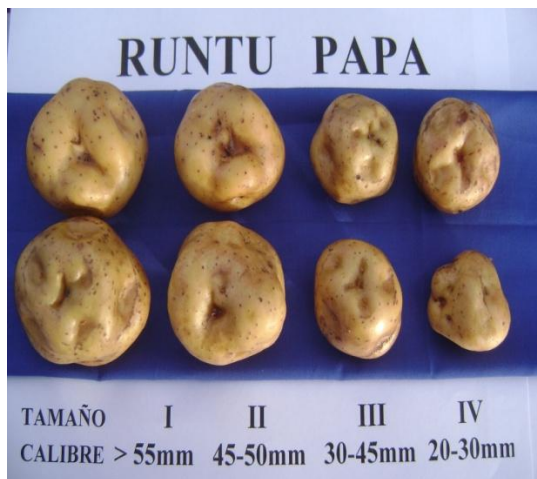


Fertitrap sólido

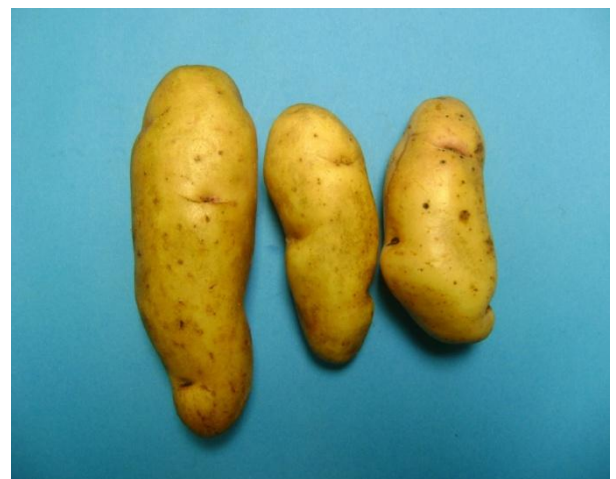


Trichoderma (Líquido)

Fotografía 3. Bioinsumos sólidos y líquidos



Fotografía 4. Calibres de la variedad Runtu papa



Fotografía 5. Calibres de la variedad Surimana



Fotografía 6. Aplicación de los bioinsumos sólidos



Fotografía 7. Aplicación de bioinsumos líquidos



Fotografía 8. Marbeteado de plantas.



Fotografía 9. Toma de muestra, porcentaje de emergencia.



Fotografía 10. Rendimiento del T1 (0 t/ha estiércol de ovino)
variedad Surimana en 6 m²



Fotografía 11. Rendimiento del T2 (5 t/ha estiércol de ovino)
variedad Surimana en 6 m²



Fotografía 12. Rendimiento del T0 (8 t/ha estiércol de ovino)
variedad Surimana en 6 m²



Fotografía 13. Plagas del tubérculo variedad Runtu papa



Fotografía 14. Enfermedades del tubérculo variedad Runtu papa