

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
CARRERA INGENIERIA AGRONOMICA



TESIS DE GRADO  
EFECTO DE NIVELES DE FERTILIZACIÓN CON ESTIERCOL DE  
LLAMA (*Lama glama*) EN TRES ECOTIPOS DE KAÑAWA  
(*Chenopodium pallidicaule* Aellen) EN EL ALTIPLANO NORTE  
(REGION CORDILLERA)

Ramiro Gregorio Choque Sirpa

La Paz - Bolivia2005

Facultad de Agronomía  
Carrera Ingeniería Agronómica

EFFECTO DE NIVELES DE FERTILIZACIÓN CON ESTIERCOL DE  
LLAMA (*Lama glama*) EN TRES ECOTIPOS DE KAÑAWA  
(*Chenopodium pallidicaule* Aellen) EN EL ALTIPLANO NORTE  
(REGION CORDILLERA)

Tesis de Grado presentado como requisito  
Parcial para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo

RAMIRO GREGORIO CHOQUE SIRPA

Tutor:

Ph. D. Alejandro Bonifacio Flores .....

Asesores:

Ing. Agr. José Arteaga García .....

Comité Revisor:

Ing. Agr. Roberto Miranda Casas .....

Ing. Agr. René Calatayud Valdez .....

Ing. Agr. Felix Wilfredo Rojas .....

APROBADA

Decano:

Ing. M.Sc. Jorge Pascuali Cabrera .....

## INDICE GENERAL

<b>INDICE GENERAL</b> .....		<b>I</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....		<b>VI</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....		<b>VIII</b>
<b>RESUMEN</b> .....		<b>XII</b>
<b>1. INTRODUCCION</b> .....		<b>1</b>
1.1. Objetivo General.....		2
1.2. Objetivos Específicos.....		3
1.3. Hipótesis.....		3
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</b> .....		<b>4</b>
2.1. Aspectos relacionados con el cultivo de kañawa.....		4
2.1.1. Importancia de la kañawa.....		4
2.1.2. Origen e historia de la kañawa.....		5
2.1.3. Zonas de distribución de la kañawa.....		5
2.1.4. Requerimientos climáticos y edáficos de la kañawa.....		7
2.1.4.1. Requerimientos climáticos.....		7
2.1.4.2. Requerimientos edáficos.....		8
2.1.5. Caracteres botánicos y fenológicas de la kañawa.....		8
2.1.5.1. Clasificación taxonómica.....		8
2.1.5.2. Características morfológicas de la kañawa.....		8
2.1.5.3. Variedades y ecotipos de kañawa.....		10
2.1.5.4. Fases fenológicas.....		12
2.2. Labores agrícolas del cultivo de la kañawa.....		14
2.2.1 Preparación del terreno.....		14
2.2.2. Siembra.....		14
2.2.2.1. Época de siembra.....		14
2.2.2.2. Sistema de siembra.....		15
2.2.2.3. Densidad de siembra.....		15
2.2.3. Cosecha.....		15

		II
2.2.4.	Trilla.....	15
2.2.5	Venteado.....	16
2.3.	Aspectos relacionados con la fertilización.....	16
2.3.1.	Fertilizante.....	16
2.3.2.	Fertilización.....	16
2.3.3.	Fertilización orgánica.....	17
2.3.4.	Materia orgánica.....	17
2.3.5.	Descomposición de la materia orgánica.....	18
2.3.6.	Proceso de mineralización.....	18
2.3.7.	Proceso de humificación.....	18
2.3.8.	Estiércol.....	19
2.3.9.	Composición química de estiércoles.....	19
2.3.10.	Influencia de la materia orgánica en las propiedades del suelo.....	21
a)	En las propiedades físicas.....	21
b)	En las propiedades químicas.....	21
c)	En las propiedades biológicas.....	21
2.4.	Rendimientos logrados con la aplicación de fertilizantes orgánicos.....	22
2.5.	Utilidades de la kañawa.....	22
2.6.	Análisis económico.....	23
2.6.1.	Análisis marginal.....	23
2.6.1.1.	Presupuesto parcial.....	23
2.6.1.2.	Análisis de dominancia.....	23
2.6.1.3.	Curva de beneficio neto.....	23
2.6.2.	Indicadores económicos.....	24
2.6.2.1	Rendimiento.....	24
2.6.2.2.	Beneficio bruto (BB).....	24
2.6.2.3.	Beneficio neto (BN).....	24
2.6.2.4.	Costos totales variables (CT).....	24
2.6.2.5	Relación beneficio/costo (B/C).....	25
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>26</b>

3.1.	Localización.....	26
3.1.1.	Fisiografía y clima.....	26
3.1.2.	Vegetación predominante.....	29
3.1.3.	Cultivos predominantes.....	29
3.2.	Materiales.....	29
3.2.1.	Material Genético.....	29
3.2.2.	Material Orgánico.....	29
3.2.3.	Material de gabinete y laboratorio.....	29
3.2.4.	Material de campo.....	30
3.3.	Métodos.....	30
3.3.1.	Procedimiento experimental.....	30
3.3.1.1.	Diseño experimental.....	30
3.3.1.2.	Modelo estadístico.....	30
3.3.1.3.	Factores de ensayo.....	31
3.3.1.4.	Tratamientos.....	31
3.3.1.5.	Características del ensayo.....	32
3.3.1.6.	Croquis del ensayo.....	33
3.3.2.	Procedimiento en campo.....	34
3.3.2.1.	Elección del terreno.....	34
3.3.2.2.	Preparación del suelo.....	34
3.3.2.3.	Delimitación del área.....	34
3.3.2.4.	Siembra.....	34
3.3.2.5.	Fertilización.....	34
3.3.2.6.	Labores culturales.....	35
3.3.2.7.	Cosecha.....	35
3.3.2.8.	Trillado.....	35
3.3.2.9.	Venteadado.....	35
3.3.3.	Variables evaluadas estadísticamente.....	36
3.3.3.1.	Rendimiento de fitomasa.....	36
3.3.3.2.	Rendimiento de grano.....	36
3.3.3.3.	Rendimiento de broza.....	36
3.3.3.4.	Peso de fitomasa de plantas individuales.....	36

	IV
3.3.3.5.	Peso de grano de plantas individuales..... 37
3.3.3.6.	Peso de broza de plantas individuales..... 37
3.3.3.7.	Índice de cosecha..... 37
3.3.3.8.	Diámetro de grano..... 37
3.3.3.9.	Relación hoja - tallo..... 38
3.3.3.10.	Relación peso aéreo - peso raíz..... 38
3.3.3.11.	Altura de la planta..... 38
3.3.4.	Análisis económico..... 39
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 40</b>
4.1.	Análisis del suelo..... 40
4.2.	Análisis del estiércol..... 41
4.3.	Análisis del clima..... 42
4.4.	Análisis estadístico de las variables de respuesta..... 44
4.4.1.	Rendimiento de fitomasa (Kg/ha)..... 44
4.4.1.1.	Prueba Duncan para el rendimiento de fitomasa de ecotipos..... 45
4.4.1.2.	Prueba Duncan para el rendimiento de fitomasa en niveles de fertilización.. 47
4.4.1.3.	Rendimiento de fitomasa de los tratamientos..... 49
4.4.2.	Rendimiento de grano (Kg/ha)..... 50
4.4.2.1.	Prueba Duncan para el rendimiento de grano de ecotipos..... 51
4.4.2.2.	Prueba Duncan para el rendimiento de grano en niveles de fertilización..... 52
4.4.2.3.	Rendimiento de grano de los tratamientos..... 54
4.4.3.	Rendimiento de broza (Kg/ha)..... 55
4.4.3.1.	Prueba Duncan para el rendimiento de broza de ecotipos..... 55
4.4.4.	Peso de fitomasa de planta individual (gr/planta)..... 57
4.4.4.1.	Prueba Duncan para el peso de fitomasa de planta individual de ecotipos... 58
4.4.4.2.	Prueba Duncan para el peso de fitomasa de planta individual en niveles de fertilización..... 59
4.4.4.3.	Peso de fitomasa de planta individual de los tratamientos..... 60
4.4.5.	Peso de grano de planta individual (gr/planta)..... 61
4.4.5.1.	Prueba Duncan para el peso de grano de planta individual de ecotipos..... 62
4.4.5.2.	Prueba Duncan para el peso de grano de planta individual en niveles de

	V
fertilización.....	63
4.4.5.3. Peso de grano de planta individual de los tratamientos.....	65
4.4.6. Peso de broza de planta individual (gr/planta).....	66
4.4.6.1. Prueba Duncan para el peso de broza de planta individual de ecotipos.....	66
4.4.6.2. Prueba Duncan para el peso de broza de planta individual en niveles de fertilización.....	67
4.4.6.3. Peso de broza de planta individual de los tratamientos.....	69
4.4.7. Índice de cosecha.....	70
4.4.7.1. Prueba Duncan para el índice de cosecha de ecotipos.....	70
4.4.7.2. Prueba Duncan para el índice de cosecha en niveles de fertilización.....	71
4.4.7.3. Índice de cosecha de los tratamientos.....	73
4.4.8. Diámetro de grano.....	74
4.4.9. Relación hoja-tallo.....	74
4.4.9.1. Prueba Duncan para la relación hoja-tallo de ecotipos.....	75
4.4.10. Relación parte aérea-raíz.....	76
4.4.10.1. Prueba Duncan para la relación parte aérea-raíz de ecotipos.....	77
4.4.11. Altura de la planta (cm).....	78
4.4.11.1. Prueba Duncan para la altura de la planta de ecotipos.....	79
4.4.11.2. Prueba Duncan para la altura de la planta en niveles de fertilización.....	80
4.4.11.3. Altura de la planta de los tratamientos.....	82
4.5. Análisis económico de la producción.....	83
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>88</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>91</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS.....</b>	

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valor nutritivo de quinua, kañawa y tarwi expresados en g/100 g de

	grano.....	VI 4
Cuadro 2.	Contenido promedio de nutrientes en estiércoles de diferente procedencia en Bolivia (Expresado en 100% materia seca).....	19
Cuadro 3.	Análisis del componente químico del estiércol.....	20
Cuadro 4.	Análisis químicos de estiércoles y compost promedio en Bolivia.....	20
Cuadro 5.	Tratamientos del ensayo.....	31
Cuadro 6.	Resultados del análisis de suelo.....	40
Cuadro 7.	Resultados del análisis químico del estiércol de llama.....	41
Cuadro 8.	Análisis de varianza del rendimiento de fitomasa.....	44
Cuadro 9.	Prueba Duncan para el rendimiento de fitomasa de ecotipos.....	45
Cuadro 10.	Prueba Duncan para el rendimiento de fitomasa en niveles de fertilización.....	47
Cuadro 11.	Análisis de varianza del rendimiento de grano (Kg/ha).....	50
Cuadro 12.	Prueba Duncan para el rendimiento de grano de ecotipos.....	51
Cuadro 13.	Prueba de Duncan para el rendimiento de grano en niveles de fertilización.....	52
Cuadro 14.	Análisis de varianza del rendimiento de broza (Kg/ha).....	55
Cuadro 15.	Prueba de Duncan para el rendimiento de broza de ecotipos.....	56
Cuadro 16.	Análisis de varianza del peso de fitomasa de planta individual.....	57
Cuadro 17.	Prueba Duncan para el peso de fitomasa de planta individual de ecotipos.....	58
Cuadro 18.	Prueba Duncan para el peso de fitomasa de planta individual en niveles de fertilización.....	59
Cuadro 19.	Análisis de varianza del peso de grano de planta individual.....	61
Cuadro 20.	Prueba Duncan para el peso de grano de planta individual de ecotipos.....	62
Cuadro 21.	Prueba Duncan para el peso de grano de planta individual en niveles de fertilización.....	63
Cuadro 22.	Análisis de varianza del peso de broza de planta individual.....	66
Cuadro 23.	Prueba Duncan para el peso de broza de planta individual de ecotipos.....	66
Cuadro 24.	Prueba de Duncan para el peso de broza de planta individual en niveles de fertilización.....	68

	VII
Cuadro 25. Análisis de varianza del índice de cosecha.....	70
Cuadro 26. Prueba Duncan para el índice de cosecha de ecotipos.....	70
Cuadro 27. Prueba Duncan para el índice de cosecha en niveles de fertilización...	72
Cuadro 28. Análisis de varianza del diámetro de grano (mm).....	74
Cuadro 29. Análisis de varianza de la relación peso hoja-tallo.....	74
Cuadro 30. Prueba Duncan para la relación hoja-tallo de ecotipos.....	75
Cuadro 31. Análisis de varianza de la relación parte aérea-raíz.....	76
Cuadro 32. Prueba Duncan para la relación parte aérea-raíz de ecotipos.....	77
Cuadro 33. Análisis de varianza de la altura de la planta (cm).....	79
Cuadro 34. Prueba Duncan para la altura de la planta de ecotipos de kañawa.....	79
Cuadro 35. Prueba Duncan para altura de la planta en niveles de fertilización.....	81
Cuadro 36. Datos del estudio sobre la fertilización de ecotipos de kañawa.....	83
Cuadro 37. Costos de los niveles de fertilización de ecotipos de kañawa.....	84
Cuadro 38. Costos de la mano de obra de niveles de fertilización de ecotipos de kañawa.....	84
Cuadro 39. Presupuesto económico parcial de los niveles de fertilización en kañawa.....	85
Cuadro 40. Análisis de dominancia del estudio sobre los niveles de fertilización de ecotipos de kañawa.....	85
Cuadro 41. Análisis marginal del estudio de niveles de fertilización de ecotipos....	86

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Area de distribución del cultivo de kañawa ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen).....	6
Figura 2. A) Diferentes hojas de kañawa. B) Flor superior pistilada. C) Flor	

	inferior estaminada. D) Fruto aquenio. E) Semilla.....	9
Figura 3.	Hábitos de crecimiento de la kañawa.....	11
Figura 4.	Fases fenológicas de la kañawa.....	13
Figura 5.	Localización del ensayo.....	27
Figura 6.	Localización del municipio de Batallas y el cantón Kerani.....	28
Figura 7.	Croquis y distribución del ensayo.....	33
Figura 8.	Precipitaciones registradas (región cordillera).....	43
Figura 9.	Temperaturas registradas (región cordillera).....	43
Figura 10.	Rendimiento de fitomasa de ecotipos.....	45
Figura 11.	Rendimiento de fitomasa en niveles de fertilización.....	48
Figura 12.	Rendimiento de fitomasa de los tratamientos.....	50
Figura 13.	Rendimiento de grano de ecotipos.....	52
Figura 14.	Rendimiento de grano en niveles de fertilización.....	53
Figura 15.	Rendimiento de grano de los tratamientos.....	54
Figura 16.	Rendimiento de broza de ecotipos.....	56
Figura 17.	Peso de fitomasa de planta individual de ecotipos.....	59
Figura 18.	Peso de fitomasa de planta individual en niveles de fertilización.....	60
Figura 19.	Peso de fitomasa de planta individual de los tratamientos.....	61
Figura 20.	Peso de grano de planta individual de ecotipos.....	63
Figura 21.	Peso de grano de planta individual en niveles de fertilización.....	64
Figura 22.	Peso de grano de planta individual de los tratamientos.....	65
Figura 23.	Peso en broza de planta individual de ecotipos.....	67
Figura 24.	Peso de broza en niveles de fertilización.....	68
Figura 25.	Peso de broza de planta individual de los tratamientos.....	69
Figura 26.	Índice de cosecha de ecotipos.....	71
Figura 27.	Índice de cosecha en niveles de fertilización.....	72
Figura 28.	Índice de cosecha de los tratamientos.....	73
Figura 29.	Relación hoja-tallo de ecotipos.....	76
Figura 30.	Relación parte aéreo-raíz de ecotipos.....	78
Figura 31.	Altura de la planta de ecotipos.....	80
Figura 32.	Altura de la planta en niveles de fertilización.....	81
Figura 33.	Altura de la planta de los tratamientos.....	82
Figura 34.	Curva de beneficios netos de niveles de fertilización en ecotipos de	

	kañawa.....	IX
	kañawa.....	87
Figura 35.	Curva de beneficios netos y análisis marginal de niveles de fertilización en ecotipos de kañawa.....	87

## *Dedicatoria*

*A mis padres: Nemecio Choque Canaviri  
y Geronima Sirpa Pucarico  
A mis hermanos: Rina, Rosmery, Ruddy  
y Roxana*

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mis más sinceros agradecimientos a la colaboración de las siguientes instituciones y personas:

- F** A la Facultad de Agronomía y docentes, quienes contribuyeron en mi formación profesional.

- F** Al Ph. D. Alejandro Bonifacio Flores por todo el apoyo, colaboración, asesoramiento y tutoría durante la elaboración del presente trabajo.
  
- F** Al Ing. Jose Yakov Arteaga García por sus sugerencias y asesoramiento.
  
- F** Al Ing. Roberto Miranda Casas por sus sugerencias y correcciones acertadas en calidad de tribunal revisor.
  
- F** Al Ing. Rene Calatayud Valdez por sus correcciones y sugerencias en calidad de tribunal revisor.
  
- F** Al Ing. Felix Wilfredo Rojas por sus correcciones y sugerencias en calidad de tribunal revisor.
  
- F** A los compañeros (ras) de la generación “Semillas” por haberme brindado sus amistades en transcurso de la carrera.
  
- F** A los hermanos y al Ing. Felix Rojas Ponce que integraron los años 2002- 2003 de la Fraternidad “Kullawada Agronomía” de la cual soy el fundador. (Lulu, Adriana, Soledad...).
  
- F** Y finalmente a todas aquellas personas que indirectamente colaboraron en la realización del presente trabajo. Gracias.

## RESUMEN

El presente ensayo “Efecto de niveles de fertilización con estiércol de llama (*Lama glama*) en tres ecotipos de kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el altiplano norte (región cordillera)” fue realizado en la gestión agrícola 2002-2003 en la comunidad de Ch’oxñapata del cantón Kerani, tercera sección del municipio de Batallas de la provincia Los Andes del departamento de La Paz. Localizada entre el paralelo 16°17’ de latitud sur y 68°32’ de Longitud Oeste a una altitud promedio de 3850 m.s.n.m. Se utilizaron los ecotipos Saihua Rosada, Saihua Roja y Lasta Púrpura como material genético y niveles de estiércol de llama como fertilizante orgánico. Se realizó la siembra el 16 de diciembre de 2002 en un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, se la cosecho en abril de 2003. El objetivo del ensayo fue comparar los efectos de los niveles del estiércol aplicado en el comportamiento agronómico.

Los resultados fueron: El rendimiento de fitomasa es mayor del ecotipo Lasta Púrpura con valor de 6671.7 kg de fitomasa/ha y en el nivel de 10 tn de estiércol/ha con valor de 6280.0 kg de fitomasa/ha. El rendimiento de grano es superior del Ecotipo Saihua Rosada es superior con 2258.37 kg de grano/ha y a una fertilización de 10 tn de estiércol/ha con valor de 2670.92 kg de grano/ha. El rendimiento de broza es superior del ecotipo Lasta Púrpura con valor de 4769.8 kg de grano/ha y en niveles de fertilización es no significativo. El peso de fitomasa de planta individual es mayor del ecotipo Lasta Púrpura con valor de 22.57 g de fitomasa/planta y 22.78 g de fitomasa/planta a un nivel de 15 tn de estiércol/ha. El peso de grano de planta individual es superior del ecotipo Saihua Rosada con valor de 9.40 g de grano/ha y el nivel de 10 tn de estiércol/ha con valor de 9.43 g de grano/ha. El peso de broza de planta individual es mayor del ecotipo Lasta Púrpura con valor de 13.73 g de broza/ha y el nivel de 15 tn de estiércol/ha con valor de 13.52 g de broza/ha. El índice de cosecha es superior del ecotipo Saihua Rosada con valor de 0.44 y al nivel de 10 tn de estiércol/ha con valor de 0.43. En el diámetro de grano no hubieron diferencias significativas, los diámetros varían de 0.9 a 1.3 mm. La relación haja-tallo es mayor del ecotipo Lasta Púrpura con valor de 0.9 y en los niveles de fertilización son no significativos. La relación parte aérea-raíz es superior del ecotipo Lasta Púrpura con valor de 33.67 y los niveles de fertilización son no significativos. La altura de planta es mayor del ecotipo Saihua Rosada con valor de 52.11 cm y al nivel de 15 tn de estiércol/ha con un valor de 49.81 cm. El análisis económico presenta al nivel de 10 tn de estiércol/ha como favorable y recomendada para la producción de grano.

## 1. INTRODUCCION

La kañawa es una especie propia de Bolivia en Sud América, se cultiva desde nuestros antepasados como en la época de la cultura Tiawanakota e Incaica. Se extiende por todo el territorio del altiplano boliviano con una mayor concentración en la cuenca del Lago Titicaca.

La kañawa no ha tenido mayor difusión fuera de las fronteras del altiplano de Bolivia y Perú, como también en las serranías de Cochabamba (Bolivia), en estas áreas ha logrado un mayor éxito por sus características agronómicas de mayor resistencia a bajas temperaturas (Tapia, 1997).

La kañawa conocida como: cañahua, cañigua, cañihua, qañawa y kañiwa ha contribuido a la sobre vivencia de los pobladores andinos durante cientos de años, creciendo en condiciones climáticas y ecológicas desfavorables que se encuentran entre las más difíciles del mundo.

Esta Chenopodiaceae, ha logrado tener una gran importancia, no solo en la producción de grano sin saponina y de un alto valor biológico, sino por las enormes posibilidades de su uso como forraje verde de alto valor nutritivo (Lescano, 1994).

La kañawa es una especie postergada, desde la invasión española a este territorio del Qullasuyu hoy llamado Bolivia. La naturaleza nos ofrece una especie bondadosa que produce granos de alto valor nutritivo y le convierte en un recurso natural alimenticio de primera calidad, sustituye fuentes proteínicas de origen animal, puesto que ha constituido un alimento básico para el florecimiento de las culturas Aymará y Quechua.

La kañawa es cultivada en superficies reducidas, en rotación después de la papa, por lo cual la producción es baja. La falta de información de la bondad nutritiva que posee deriva en el escaso interés por el cultivo. Por otra parte, los factores adversos como: climáticos, la baja fertilidad de los suelos, falta de riego, sin control de malezas y otros, afectan directamente al rendimiento.

Este grano andino originario del Tawantinsuyu y propiamente del Qullasuyu presenta un valor intrínseco incalculado. Por su comportamiento excelente en condiciones muy desfavorables, se constituye en un cultivo estratégico para el altiplano. Sin embargo, en estos tiempos se ha llegado a olvidar de cultivar o si se lo cultiva es muy poca la cantidad, con escasa o ninguna aplicación de fertilizantes. El tamaño pequeño de grano que presenta, la baja altura de crecimiento de la planta, hacen difícil el manejo en la cosecha y post cosecha, lo cual conduce al poco interés por este cultivo.

Los fertilizantes orgánicos como el estiércol son fuente de elementos nutritivos como macroelementos (nitrógeno, fósforo y potasio) y microelementos (calcio, magnesio, azufre, hierro, cobre, zinc, manganeso, boro) que coadyuvan al desarrollo y crecimiento de la planta, como también favorecen con un efecto en la mejora de las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo.

Sin embargo en la región ha disminuido notablemente la utilización de estiércol por enfermedades causadas por parásitos como la Fasciola hepática ha provocado el decremento de la población de ganado vacuno y ovino, consecuentemente la cantidad de estiércol disponible se ha reducido drásticamente. Se ha visto conveniente buscar una alternativa que sustituya a los estiércoles de vacuno y ovino por la de la llama.

Considerando los conceptos anteriores es importante realizar investigaciones con la finalidad de conocer los efectos en la planta cuando se aplica estiércol de llama. Actualmente no existe información de la aplicación de estiércol de llama en el cultivo de kañawa, por tanto el propósito del presente trabajo de investigación está orientado a estudiar los efectos de la fertilización con estiércol de llama, con los siguientes objetivos planteados.

### **1.1. Objetivo general**

- F** Comparar el efecto de niveles de fertilización con estiércol de llama (*Lama glama*) en tres ecotipos de kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el altiplano norte.

## 1.2. Objetivos específicos

- F Comparar el comportamiento agronómico de tres ecotipos de kañawa en la región de la cordillera
  
- F Comparar el comportamiento agronómico a la aplicación de cuatro niveles de estiércol de llama como fertilizante.
  
- F Comparar los costos parciales de producción del cultivo de la kañawa en la región.

## 1.3. Hipótesis

- F No existen diferencias al comparar el comportamiento agronómico de tres ecotipos de kañawa en la región de la cordillera
  
- F No existen diferencias al comparar el comportamiento agronómico a la aplicación de cuatro niveles de estiércol de llama como fertilizante.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 2.1. Aspectos relacionados con el cultivo de kañawa

#### 2.1.1. Importancia de la kañawa

El cultivo de la kañawa es originario de Los Andes Altos de Sud América cuya producción se destaca en la alimentación humana y animal (Tapia, 1997).

Lescano (1994), menciona que la kañawa posee un alto contenido proteínico, además de tener buena respuesta a factores edáficos y ambientales desfavorables, pocas especies pueden competir con ésta especie del altiplano.

La kañawa, por su excepcional valor nutritivo y su adaptabilidad a condiciones climáticas difíciles, contribuiría a la solución a los problemas de alimentación de nuestros pueblos y sería una falta de responsabilidad no aprovechar este recurso (Tapia, 1997).

Lescano (1994), menciona que los atributos nutritivos de la kañawa comparados con otros cultivos andinos como la quinua y tarwi son similares o superiores en el (Cuadro 1), donde se muestra la superioridad en el contenido de proteína de la kañawa sobre la quinua (15.18% frente a 14.22%) en carbohidratos superior al tarwi (58.60% frente a 20%).

**Cuadro 1. Valor nutritivo de quinua, kañawa y tarwi expresados en g/100 g de grano.**

COMPONENTES	KAÑAWA	QUINUA	TARWI
Matéria seca	90.20	84.40	89.50
Proteínas	15.18	14.22	40-48
Grasa (%)	8.40	5.10	20
Carbohidratos	58.60	59.70	20
Cenizas	3.40	3.40	2.80
Fibra	3.80	4.10	7.30

Fuente: Lescano (1994).

### 2.1.2. Origen e historia de la kañawa

Lescano (1994), indica que la kañawa tiene como el sub centro de origen a la cuenca del Lago Titicaca entre Perú y Bolivia. Existe una mayor variabilidad genética en la región de Cupi-Macari en la provincia de Melgar-Puno en Perú. Otro sub centro es la región de Copacabana en Bolivia.

No existen evidencias arqueológicas relacionadas con la kañawa, no se sabe desde que tiempo data su cultivo y las plantas pierden gran parte del grano por dehiscencia, lo cual significa que aún no se ha logrado totalmente su domesticación (Tapia, 1997).

Tapia (1997), cita a Chervin (1908), quien menciona que la kañawa es diferente a la quinua. En el año 1929 el botánico suizo Paúl Aellen crea la denominación de *Chenopodium pallidicaule* para esta especie, identificó a un espécimen de tallo amarillo.

Tapia (1997), cita a varios autores como: Pedro Mercado de Peñaloza (1583), cronista español quien la encontró en región de Pacajes en Bolivia. Diego Cabeza (1586), describió a la kañawa en los recursos de La Paz junto a al maíz, papa, chuño, oca y quinua. De Morúa citado por Vargas (1938), indica como especie cultivada por los Urus que habitaban al sur del Lago Titicaca.

### 2.1.3. Zonas de distribución de la kañawa

Lescano (1994), indica que la kañawa no ha tenido mayor difusión fuera de las fronteras del altiplano boliviano-peruano. En Bolivia se la cultiva desde las serranías altas de Cochabamba, hasta el norte de Oruro en Bolivia. En el Perú desde Ayaviri-Puno y de Cuzco, Ayacucho, Huancavelica y Junín.

Tapia (1997), menciona que en Bolivia se la cultiva en el departamento de La Paz, en la provincia de Pacajes, las regiones más altas de la provincia Omasuyos y alrededor de Independencia en el departamento de Cochabamba. En el Perú en las poblaciones de Llalli, Macari, Ayaviri, Nuñoa y Huancane en el departamento de Puno.

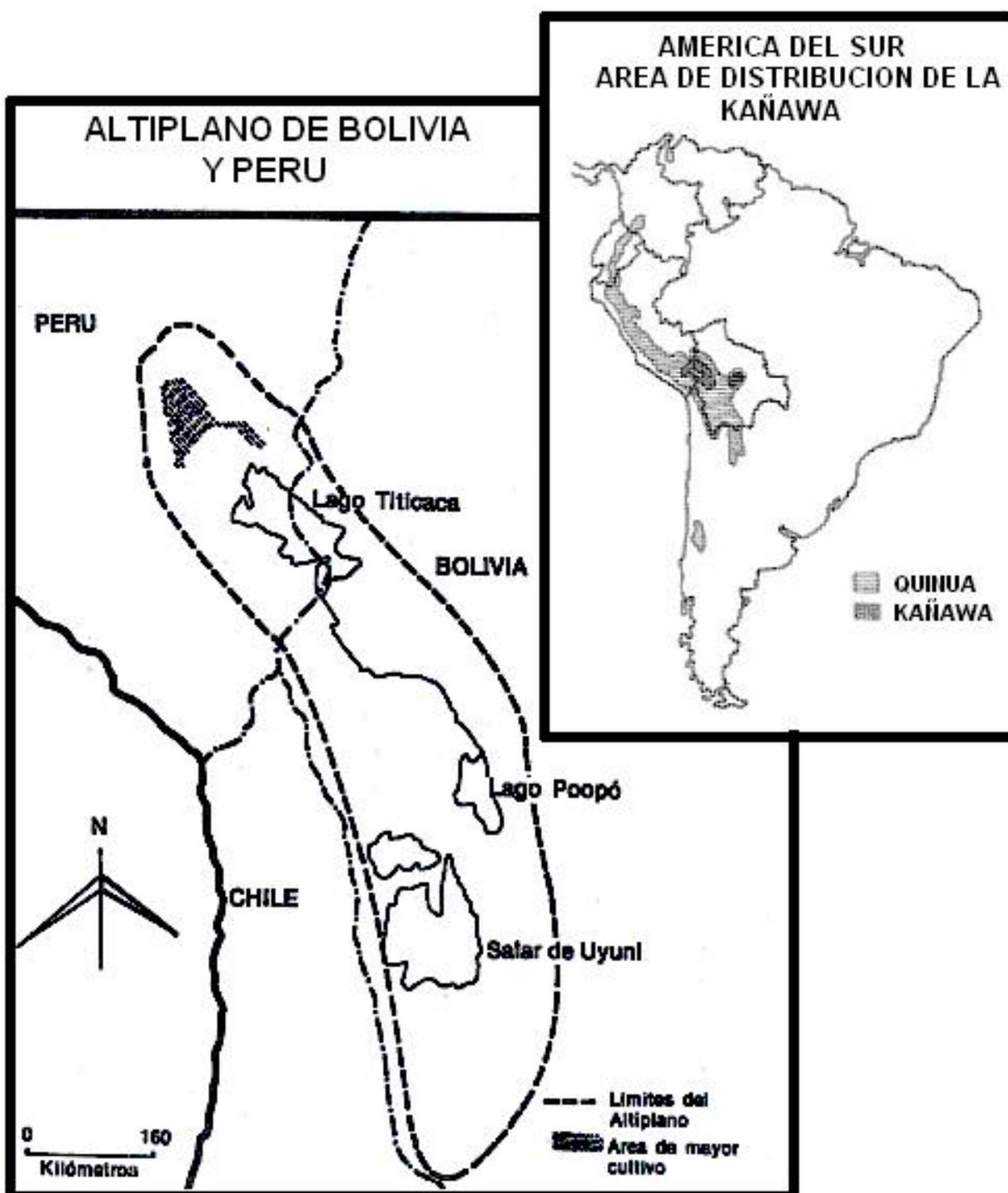


Figura 1. Area de distribución de la kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen).

Fuente: Tapia (1979) y Lescano (1994).

Sobre la distribución y origen de ésta especie no existen criterios distintos, por el contrario los investigadores siempre acumulan pruebas para afirmar que el centro de origen, domesticación y distribución es el altiplano Boliviano y peruano que se encuentra más localizado en la cuenca del Lago Titicaca.

#### **2.1.4. Requerimientos climáticos y edáficos de la kañawa**

La kañawa es un cultivo muy resistente al frío en sus diferentes fases fenológicas, que se la cultiva en el altiplano de Bolivia y Perú a altitudes entre 3800 a 4300 m.s.n.m. (FAO, 1992).

La kañawa es un Chenopodiaceae que presenta características agronómicas notables, que crece en altitudes que fluctúan entre 3200 y 4100 m.s.n.m. en regiones neotropicales (Tapia, 1997).

##### **2.1.4.1. Requerimientos climáticos**

El cultivo de la kañawa para su mejor desarrollo requiere de 300 a 600 mm/año de precipitación pluvial, tolera sequías y heladas (Bravo, 1975).

La kañawa como cultivo requiere de 500 a 800 mm de lluvia al año, no tolera periodos prolongados de sequía, es susceptible al exceso de la humedad en las primeras fases de desarrollo (FAO, 1992).

La kañawa soporta temperaturas de 10 °C bajo cero durante la ramificación y altas de 28 °C con la humedad necesaria, las hojas cumplen un mecanismo de protección que cubren los primordios y ejes florales evitando el congelamiento (FAO, 1992)

La kañawa es una Chenopodiaceae de las regiones del altiplano, especie muy resistente a la helada, tolera las sequías, requiere sin embargo de una adecuada humedad durante los primeros 20 días después de la germinación (Tapia, 1997).

#### **2.1.4.2. Requerimientos edáficos**

La kañawa prefiere suelos con un contenido suficiente de fósforo y potasio con una textura franco arcillosos, pH que varía entre 4.8 y 8.5 y muestra tolerancia a la salinidad (FAO, 1992).

La kañawa es una planta que ha recibido escasa atención en cuanto a labores agrícolas, es poco exigente a la preparación del suelo y manejo en general. La kañawa se desarrolla mejor en suelos franco a franco arcillosos con buen drenaje (Tapia, 1997).

#### **2.1.5. Caracteres botánicos y fenológicas de la kañawa**

##### **2.1.5.1. Clasificación taxonómica**

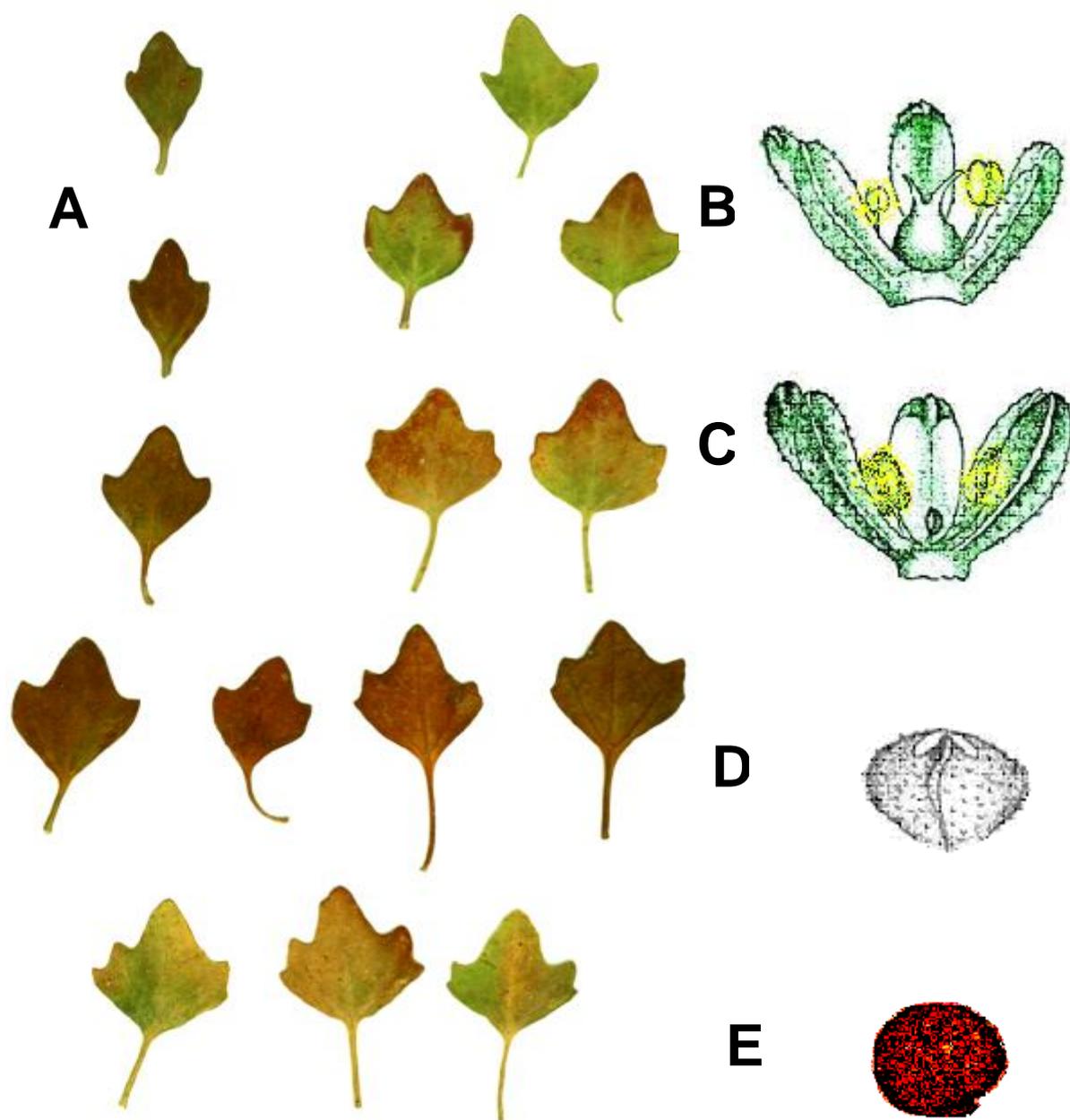
Cronquist (1988), menciona que la clasificación taxonómica de la kañawa es la siguiente: Reino Vegetal, División Magnoliophyta, Clase Magnoliopsida, Orden Caryophyllales, Familia Chenopodiaceae, Género *Chenopodium*, Especie *Chenopodium pallidicaule* **Allen**, Nombre común kañawa.

##### **2.1.5.2. Características morfológicas de la kañawa**

La kañawa es una planta terófito erguida o muy ramificada desde la base, de un porte entre 20 a 70 cm (León, 1964 citado por Tapia, 1997).

El tallo es redondo cubierto por vesículas pubescentes, cilíndrico y hueco, erecto poco ramificado (Saihua) o algo postrado muy ramificado (Lasta) (Paredes, 1963 citado por Tapia, 1997).

La kañawa presenta hojas alternas pecíolos cortos y finos, láminas engrosadas de forma romboide de 1 a 3 cm. de largo. La parte superior de la hoja dividida en tres lóbulos, rara vez dentados. Presentan tres nervaduras bien marcadas en la cara inferior que se unen después de la inserción del pecíolo, sésiles y protegen a la inflorescencia (León, 1964 citado por Tapia, 1997),



**Figura 2. A) Diferentes hojas de kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). B) Flor superior pistilada. C) Flor inferior estaminada. D) Fruto aquenio. E) Semilla.**

Fuente: Tapia (1979) y propia.

Las flores agrupadas en inflorescencias de tipo espiga, cimosas axilares o terminales y totalmente cubiertas por el follaje. Presentan flores hermafroditas o estaminadas muy pequeñas de 1 a 2 mm de diámetro. Los estambres generalmente 1-3 con un estaminodio minúsculo. El gineceo formado por el pistilo (Tapia, 1997).

El fruto es un aquenio pequeño, cubierto por el perigonio de color generalmente gris. La semilla es de forma lenticular de 1 a 1.2 mm de diámetro y de color castaño a negro, con el epispermo muy fino (Tapia, 1997).

### **2.1.5.3. Variedades y ecotipos de kañawa**

Tapia (1999), menciona a las siguientes variedades cultivadas:

- F** Variedad Cupi, tipo Lasta, de doble propósito grano y forraje.
- F** Rosada Lasta, tipo Lasta, grano mediano, doble propósito.
- F** Variedad Ramis, tipo lasta, producción de grano grande.

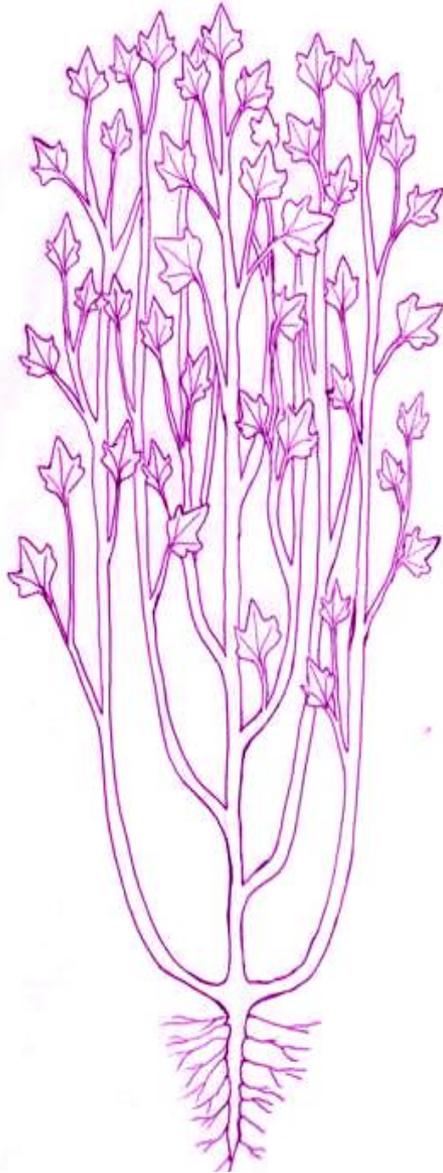
Por otra parte, el mismo autor señala a los siguientes ecotipos Lasta y Saihua con sus respectivos nombres nativos:

Kañawa Lasta (tallo principal no diferenciado de igual tamaño grosor a sus ramas laterales)

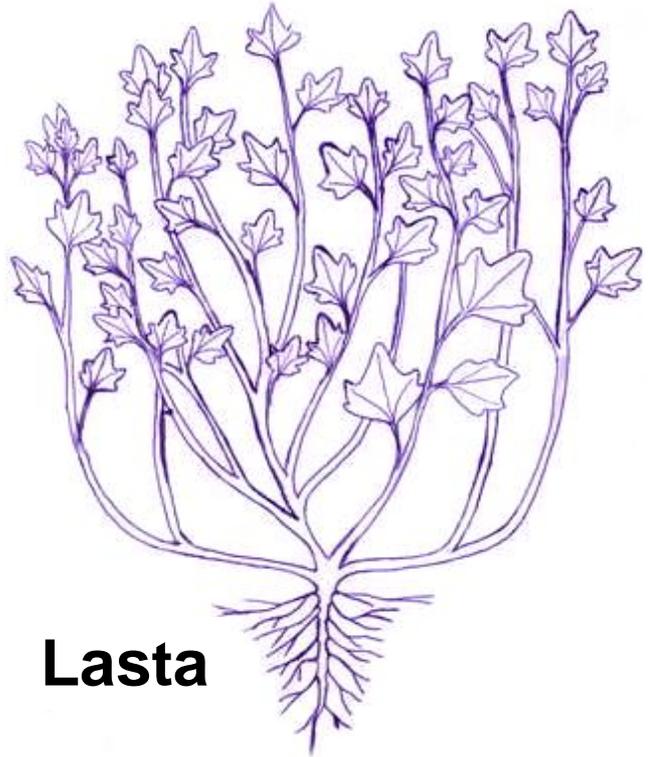
- F** Chilliwa, color rosado.
- F** Puca, color rojo.
- F** Morado, color oscuro.
- F** Condorsaya, color marrón a gris.

Kañawa Saihua (tallo principal más desarrollado y erecto, ramas laterales diferenciadas abiertas)

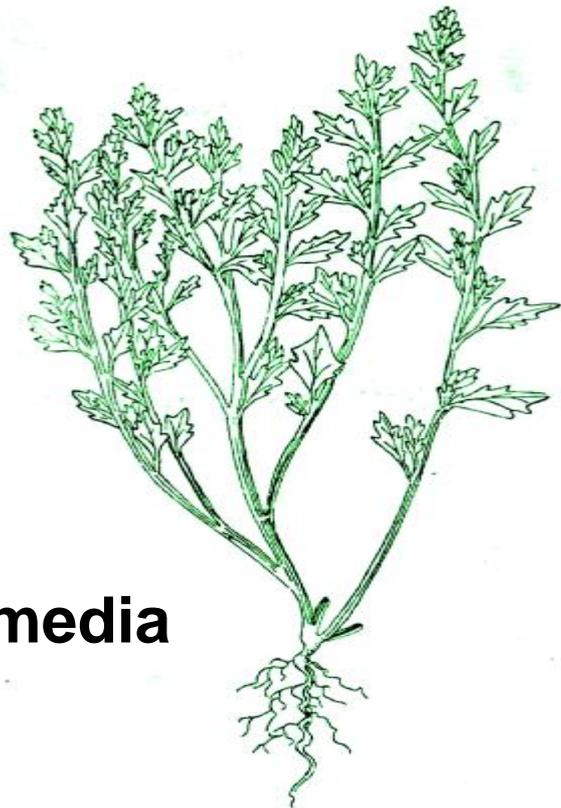
- F** Acallapi
- F** Puca
- F** Morado
- F** Condorsaya



**Saihua**



**Lasta**



**Intermedia**

**Figura 3. Hábitos de crecimiento de la kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen).**

Fuente: Propia.

Calle (1980), en su estudio describe los hábitos de crecimiento siguientes:

### **Saihuas**

Plantas erguidas con pocas ramas, estrecha entre sí, con ramificaciones primarias y secundarias. La coloración varía en su tonalidad de color pudiendo ser morada, rosada, amarilla y anaranjada de acuerdo al contenido de los pigmentos de antocianos y xantofílas.

### **Lastas**

Plantas postradas a semi-erguidas con numerosas ramas primarias y secundarias que nacen desde la base, que a la madurez fisiológica muestran las tonalidades de color morada rosada, amarilla y anaranjada.

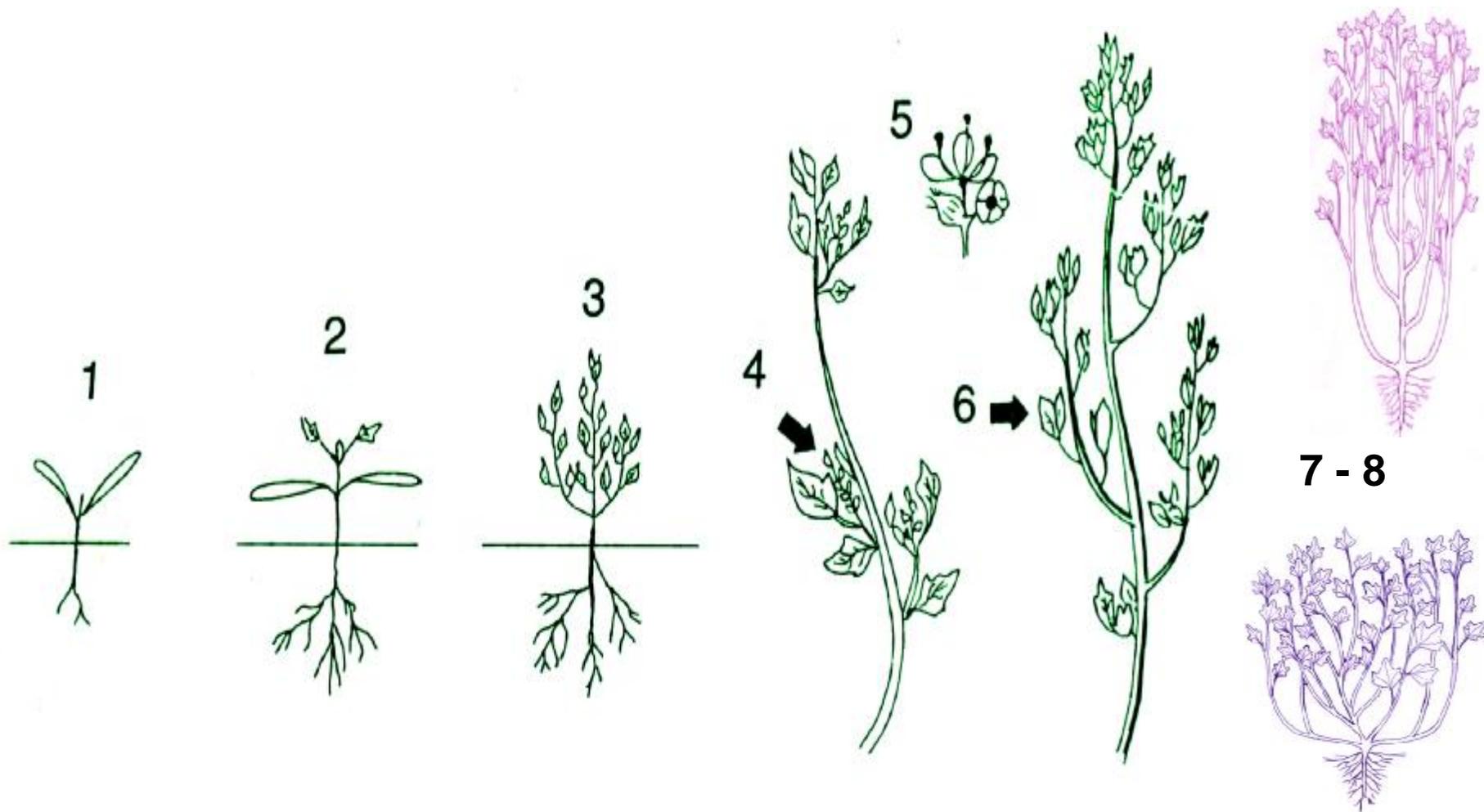
### **Intermedias**

Plantas semi-erguidas con menor número de ramificaciones primarias y secundarias que también son semi-erguidas, que muchas veces se confunden con las Saihuas y otras con las Lastas.

#### **2.1.5.4. Fases fenológicas**

Catacora (1989), citado por Lescano (1994), indica que las fases fenológicas son:

- F Emergencia:** Es la aparición de los cotiledones sobre la superficie del suelo.
- F Dos Hojas Verdaderas:** se inicia el crecimiento de la planta y la fotosíntesis.
- F Ramificación:** se inicia el desarrollo de las ramas secundarias o laterales.
- F Formación de inflorescencia:** se observa la aparición de las primeras inflorescencias de la rama principal de la planta.
- F Floración:** Se considera floración cuando se tiene un 50% de apertura de las flores en la rama principal. La duración de la floración por inflorescencia es de 9 a 14 días, siendo la apertura de la flor de 3 a 7 días.



1. Emergencia
2. Dos hojas verdaderas
3. Ramificación
4. Formación de inflorescencia

5. Floración
6. Grano lechoso
7. Grano pastoso
8. Madurez fisiológica  
(Ecotipos Saihua y Lasta)

**Figura 4.** Fases fenológicas de la Kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)

Fuente. Lescano (1994), y propia

- F Grano lechoso:** Se considera cuando al ser presionado entre las uñas, el grano deja escapar un líquido lechoso.
- F Grano pastoso:** Cuando los granos de kañawa al ser presionados entre las uñas se aplasta y muestra una consistencia pastosa de color blanco.
- F Madurez fisiológica:** se da cuando los primeros granos inicien o estén por desgranarse, iniciándose la cosecha debido a que las plantas de kañawa son muy susceptibles al desgrane y llegan a desgranarse hasta en un 50%.

## **2.2. Labores agrícolas del cultivo de la kañawa**

### **2.2.1. Preparación del terreno**

La kañawa es una planta que ha tenido poca atención en cuanto al estudio de las labores agrícolas, se considera que el cultivo se desarrolla en suelos francos a franco arcillosos con buen drenaje (Tapia, 1997).

La semilla es un grano pequeño, responde muy bien a una buena aradura, desterronado y la nivelación del terreno es muy conveniente por que favorece la germinación rápida y uniforme (Tapia, 1997).

### **2.2.2. Siembra**

#### **2.2.2.1. Época de siembra**

Tapia (1997), menciona que la época de siembra está ligada a la localidad y los ecotipos utilizados, si el año presenta primavera seca, es conveniente atrasar las siembras, en general los meses de septiembre a octubre son las más adecuadas.

Copeticona (2000), menciona que la siembra realizada en diferentes épocas tales como el 10 de noviembre y el 10 de diciembre, mostró resultados que no existen diferencias significativas, en el comportamiento del cultivo de la kañawa.

### **2.2.2.2. Sistema de siembra**

En la actualidad la kañawa se siembra al voleo, pero se ha encontrado que se obtienen mayores rendimientos con la siembra en surcos distanciados de 30 a 50 cm (Cahuana, 1975 citado por Tapia, 1997).

Copeticona (2000), indica en su evaluación de dos sistemas de siembra (al voleo y en surcos), obtuvo menor rendimiento en surcos y por el contrario un mayor rendimiento en el sistema al voleo, lo atribuye al número de plantas.

### **2.2.2.3. Densidad de siembra**

Mamani (1994), indica que en densidades de siembra de 3, 6, 9 y 12 y kg/ha semilla los mayores rendimientos promedio alcanzado son a 3 y 6 kg/ha de semilla respectivamente.

La cantidad de semilla utilizada en la siembra es de 4 a 8 kg/ha al sembrar en surcos, y hasta 15 kg cuando se siembra al voleo. El uso de semillas de mayor tamaño que han completado su madurez requiere una menor densidad (Tapia, 1997).

### **2.2.3. Cosecha**

La cosecha se inicia en marzo y abril, debido a que no todas las plantas maduran al mismo tiempo, un gran porcentaje de ellos caería al suelo, se cosecha antes de que los granos maduren, las granizadas del mes de marzo pueden ocasionar pérdidas hasta del 80% (Tapia, 1997)

### **2.2.4. Trilla**

La trilla se efectúa con el sistema tradicional de golpeo de las plantas con palos curvados en el extremo. Esta operación se repite varias veces conforme va secando el grano en los arcos (Tapia, 1997).

### **2.2.5. Venteado**

El venteado se realiza una vez trillado el grano, para separar las ramas pequeñas, perigonios y hojas que conforman el residuo denominado "jipi". La broza mayormente conformada por las ramas, hojas y receptáculos de las inflorescencias (Tapia, 1997).

## **2.3. Aspectos relacionados con la fertilización**

### **2.3.1. Fertilizante**

Fertilizante es cualquier sustancia que se añade al suelo para aportar uno o mas nutrientes de las plantas con el fin de aumentar su crecimiento (Cooke, 1983).

Madrid *et al.* (1996), consideran fertilizantes a todas aquellas sustancias naturales o sintéticas que se añaden al suelo o a las plantas para poner a disposición sustancias nutritivas necesarias para su desarrollo.

Chilon (1997), considera como material fertilizante a cualquier sustancia que contenga una cantidad apreciable y en forma asimilable uno o varios de los elementos nutritivos esenciales para los cultivos

Garman (1996), indica que fertilizante es la sustancia que contiene uno o más de los elementos químicos alimenticios para los vegetales, en formas que puedan ser absorbidas por las plantas y favoreciendo a su desarrollo.

### **2.3.2. Fertilización**

La fertilización propiamente dicha consiste en añadir al terreno abonos orgánicos y minerales, bien correctores o enmiendas para elevar el nivel nutritivo y eliminar así un factor que limita la producción (Lalatta, 1988).

El objetivo de la fertilización de los suelos es lograr una mayor producción al menor costo y en el menor tiempo posible (Chilon, 1997).

### **2.3.3. Fertilización orgánica**

Rodríguez (1982), menciona que los fertilizantes orgánicos además de aportar un buen nivel de materia orgánica (con la excepción de algunos) también proporcionan alto nivel de los nutrientes fundamentalmente como el: nitrógeno, fósforo y el potasio.

Gros (1986), la composición del fertilizante orgánico (estiércol) varía entre límites muy amplios, según los animales, la naturaleza de la cama, la proporción de pajas, de deyecciones y la alimentación de los animales.

Los abonos orgánicos naturales como el estiércol ocupa el primer lugar en importancia y su característica es su acción gradual a lo largo del tiempo, los elementos nutritivos quedan disponibles para años posteriores al de su aplicación (Lalatta, 1988).

Los fertilizantes orgánicos no son solo valiosos porque aportan nutrientes a la planta sino también porque mejoran las condiciones generales del suelo. La materia orgánica mejora la estructura del suelo, reduce la erosión edáfica, ejerce un efecto regulador sobre la temperatura del suelo y le ayuda a almacenar mas humedad (FAO, 1990).

### **2.3.4. Materia orgánica**

Rodríguez (1982), indica que la materia orgánica proviene de los residuos vegetales y animales. Los restos vegetales derivan tanto de los cultivos y plantas naturales. Los restos animales provienen de los animales muertos, la fauna general, la fauna edáfica y de las deyecciones.

Chilon (1997), señala que la materia orgánica son los productos de la predescomposición y descomposición de toda fuente primaria y secundaria que incluye la materia orgánica no humificada, formada por la biomasa vegetal y animal, la biomasa microbiana y el humus; constituida a su vez por sustancias no húmicas como materiales orgánicos sencillos: azúcares y aminoácidos; materiales de elevado peso molecular: polisacáridos y proteínas.

### **2.3.5. Descomposición de la materia orgánica**

Gros (1986), indica que el valor en humus depende del estado de fermentación al que ha llegado. En el caso de un estiércol bien descompuesto de 1000 Kg de estiércol corresponden a 100 Kg de humus y según su contenido de paja, puede tener solo de 40 a 80 Kg según sea el aporte para tres o cinco años.

La incorporación de residuos orgánicos (animal o vegetal) al suelo es transformado por microorganismos de forma gradual, con liberación de energía (calor) y los nutrientes minerales en él contenidos del cual el 65% se pierde como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , energía, etc. Solo el 35% pasa a formar sustancias orgánicas humificadas, utilizada en la síntesis microbial, culminando en el proceso de mineralización (Chilon, 1997).

### **2.3.6. Proceso de mineralización**

El proceso de mineralización es una descomposición rápida de los residuos orgánicos, convirtiéndose en compuestos minerales que poseen una formación química más simple como son: bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) que es un gas, agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), amonio ( $\text{NH}_4$ ), fosfatos ( $\text{PO}_4^{=}$ ), sulfatos ( $\text{SO}_4^{=}$ ), compuestos potásicos, etc. (Rodríguez, 1982).

Chilon (1997), indica que la mineralización es un proceso de transformación bastante lentos (1-8%) que desde un punto de vista agrícola debe ser realizado por microorganismos aeróbicos, como resultado la liberación de nutrientes para la planta.

### **2.3.7. Proceso de humificación**

La humificación es el conjunto de procesos bastante rápidos, realizado por microorganismos aeróbicos y anaeróbicos que conducen a la formación de humus (Chilon, 1997).

El humus es el resultado de la descomposición cíclica de la materia orgánica a consecuencia de la actividad del edafón, que solubiliza y libera nutrientes (FAO, 1995).

Gross (1986), indica que el humus aumenta la capacidad de cambio de los iones del suelo, el humus es también una fuente y reserva de nutrientes para la planta.

### 2.3.8. Estiércol

Dentro de los fertilizantes orgánicos el más importante es el estiércol, su eficiencia en la utilización es en estado maduro o fermentado y no es conveniente la utilización en estado fresco, está quemaría a la planta (Lalata, 1988).

Las fuentes de variación de la riqueza en nutrientes de los estiércoles depende de la clase y edad del animal, clase y cantidad de alimento que se suministra, clase y cantidad de cama que se proporciona al animal, forma de explotación del ganado y estado de descomposición (Gros, 1986).

### 2.3.9. Composición química de estiércoles

FAO (1990), menciona que resulta difícil señalar con precisión cifras de la composición química de los estiércoles que se utilizan en la agricultura nacional, debido a la variabilidad de factores que cambian en muchos casos las cantidades y proporciones de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, y micronutrientes. En el Cuadro 2, se muestra las cantidades en promedio del contenido de nutrientes de distintos estiércoles de especies animales.

**Cuadro 2. Contenido promedio de nutrientes en estiércoles de diferente procedencia en Bolivia (Expresado en 100% materia seca).**

Componente	Estiércol bovino	Gallinaza	Estiércol ovino	Estiércol caprino	Estiércol camélido	Estiércol cerdos	Estiércol equinos
pH	8.30	7.60	8.00	8.00	7.90	7.30	7.40
M.S. %	46.00	82.60	48.00	74.50	81.00	48.00	92.70
M. O. %	63.10	73.80	54.80	60.00	82.30	60.20	74.70
N total %	1.73	2.70	1.68	2.20	1.50	1.750	1.130
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	1.65	2.72	1.28	1.53	0.85	2.28	1.60
K <sub>2</sub> O total %	1.52	1.54	1.39	1.06	1.16	2.11	1.48
Ca total %	1.41	8.60	1.01	1.42	0.94	0.80	0.64
Mg total %	0.75	0.54	0.39	0.35	0.29	0.62	0.23
Relación C/N	21.20	15.90	23.80	15.80	29.80	19.90	38.30

Fuente: FAO (1990).

En el Cuadro 3, se muestra el análisis químico de estiércoles de animales domésticos.

**Cuadro 3. Análisis del componente químico del estiércol.**

Estiércol	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	Relación C/N
Llama	1.6	0.29	2.5	1.46	0.36	18.8
Ovino	1.82	0.28	0.79	2.3	0.48	30.1
Bovino	1.62	0.29	1.06	1.7	0.3	23.5
Caprino	1.5	1.5	0.47	2	-	-
Gallinaza	5	3	3	4	1	15.5
Equino	2	1.5	1.5	1.5	1	-

Fuente: Chilon (1993) y (1997).

Los abonos orgánicos (estiércol) en todas sus formas se presentan como el fertilizante orgánico más antiguo que se conoce dentro el proceso de producción agrícola; el valor radica en su aporte de materia orgánica y humus al suelo y este hecho destaca su importancia en la producción agrícola de una región (FAO, 1990).

**Cuadro 4. Análisis químicos de estiércoles y compost promedio en Bolivia.**

Tipo de estiércol	pH	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	Ca %	Mg %	M.O. %	C/N
Bovino	8.1	1.24	0.39	1.65	1.16	0.44	37.2	17.4
Ovino	7.5	1.35	0.59	1.70	1.40	0.30	58.7	25.2
Gallinaza	7.5	2.04	1.04	1.44	2.07	0.42	44.7	13.0
Llama	8.7	1.08	0.24	1.71	2.05	0.37	30.1	16.2
Compost	8.4	1.13	0.34	2.30	1.43	0.93	43.4	22.3

Fuente: FAO (1995).

En el Cuadro 4, se observa los análisis químicos de diferentes estiércoles de animales domésticos y compost, presentan variaciones en los siguientes elementos: en el pH de 7.5 a 8.7, en el nitrógeno de 1.08 a 2.04, en el fósforo 0.24 a 1.04, en el potasio de 1.44 a 2.30, calcio de 1.16 a 2.07, magnesio de 0.30 a 0.93, materia orgánica de 30.1 a 58.7 y la relación carbono/nitrógeno de 13 a 25.2.

Los fertilizantes orgánicos como los estiércoles incorporados al suelo aportan además de materia orgánica, multitud de microorganismos, que contribuyen poderosamente a

aumentar la fertilidad de los suelos y elementos que promueven el crecimiento y principios fertilizantes como el nitrógeno, fósforo, potasio y otros que contienen en variables proporciones.

### **2.3.10. Influencia de la materia orgánica en las propiedades del suelo**

Chilon (1997), indica que la materia orgánica influye en las propiedades del suelo:

#### **a) En las propiedades físicas**

- Mejoramiento de la estructura dando el cuerpo a suelos arenosos.
- Disminuye la densidad aparente en los suelos de textura fina.
- Mejora la permeabilidad del suelo y la capacidad retentiva del agua del suelo.
- El color del suelo presenta de pardo muy oscuro a negro.
- En la temperatura del suelo los colores oscuros absorben más calor.
- No permite las pérdidas de material fino por erosión de la lluvia y viento.

#### **b) En las propiedades químicas**

- Aumento de la capacidad total de intercambio catiónico del suelo.
- Aumenta la disponibilidad de nutrientes luego de la mineralización de la M.O.
- Formación de compuesto fosfo-húmicos.
- Atenuación de la retrogradación del potasio, causado por las arcillas del tipo 2:1.
- Poder tampón o capacidad buffer del suelo evitando variaciones bruscas del pH.
- Producción de  $\text{CO}_2$  al descomponerse para formar con el agua el  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .
- Estimula el crecimiento de las plantas.

#### **c) En las propiedades biológicas**

- Incrementa la actividad microbiana, el humus es la fuente principal de energía y carbono para los organismos heterótrofos.
- Estimula el crecimiento de las plantas por la acción de los ácidos húmicos sobre diversos procesos metabólicos, especialmente sobre la nutrición mineral.

## **2.4. Rendimientos logrados con la aplicación de fertilizantes orgánicos**

Quispe (1999), en su estudio de fertilización con estiércol de ovino en la Comunidad de Culli Culli Alto a niveles de 10, 12.5 y 12.5 tn/ha de estiércol reporta rendimientos de 2658, 8852 y 1130 kg/ha de grano (Lasta Rosada), broza (Lasta Rosada) y fitomasa (Saihua Roja).

Quispe (2003), indica en su estudio en el altiplano central, con abonos líquidos logró rendimientos promedios de 717.73, 618.72, 774, 31, 714,92 y 587.41 kg/ha de grano a tratamientos de 1, 2, 3, 4 y 5 abonos líquidos fermentados respectivamente.

Mamani (2004), menciona en su ensayo fertilización con estiércol de bovino en la Estación Experimental de Belén altiplano norte a niveles de 0, 10.5 y 14 tn/ha de estiércol logro rendimientos de 1463.4, 2270.2 y 2209.5 kg grano/ha respectivamente, a un nivel de 17.5 tn/ha de estiércol el rendimiento estadísticamente es igual al testigo.

## **2.5. Utilidades de la kañawa**

Lescano (1994), indica que esta planta en su grano no tiene ningún sabor amargo, se lo utiliza después de haber sido cocido en seco (tostado), luego molido. A esta harina se la conoce como “Kañaw jak’u” en Perú y como “pito de kañawa” en Bolivia.

Tapia (1997), menciona que en Bolivia la kañawa se consume en forma de harina “pito” y kañaw jak’u en Perú. El grano es tostado con cuidado para evitar el quemado y luego se la muele, proceso laborioso para obtener un producto aromático muy prestigioso como alimento o “medicina” fortificante.

Chambi (2002), indica que la kañawa es considerada como un buen alimento para curar las anemias, suplemento nutricional para niños y tónico cerebral.

La kañawa procesada como pito es un tónico para actividades físicas del ser humano, requerido por sus bondades, utilizado por jóvenes que prestan su servicio militar que fortalece y mejora el rendimiento físico (testimonio de pobladores altiplánicos).

Otra forma de consumo y muy apetecida es la kispina, al ser expuesta a temperatura bajas (invierno) se obtiene el producto congelado, luego es sometida a un baño de leche con sal y por acción del congelado reacciona tomando una coloración blanca, el habitante altiplánico de la región la denomina “Kañaw thayacha”.

## **2.6. Análisis económico**

CIMMYT (1988), indica que la evaluación económica esta basada en los indicadores de análisis marginal:

### **2.6.1. Análisis marginal**

El análisis marginal consiste en calcular la Tasa de Retorno Marginal (TRM) de los tratamientos no dominados, permitiendo ver si la TRM de los tratamientos es igual o supera a la tasa mínima de retorno, este análisis toma lo siguiente:

#### **2.6.1.1. Presupuesto parcial**

Es un método que sirve para organizar los resultados de los ensayos, con el fin de obtener los beneficios relativos de los tratamientos alternativos.

#### **2.6.1.2. Análisis de dominancia**

El análisis de dominancia es un orden descendente de los beneficios netos y costos ajustados resultante de los tratamientos, que permiten comparar y desechar los mismos.

#### **2.6.1.3. Curva de beneficio neto**

Es una presentación gráfica de la variación de los beneficios con relación a los costos asociados a cada tratamiento.

## **2.6.2. Indicadores económicos**

### **2.6.2.1. Rendimiento**

El rendimiento es una medida física de la producción o la cantidad que se ha obtenido. A cada cultivo le corresponde un rendimiento que no especifica optimización del empleo de factores o insumos.

El concepto de rendimiento se refiere a: la producción o la cantidad que se ha obtenido en tiempo y espacio, el cual es expresado generalmente en volumen obtenido por unidad de superficie, como toneladas cosechadas por hectárea (Ortiz, 1992).

### **2.6.2.2. Beneficio bruto (BB)**

Alvarez y Chang (1990), señala que el ingreso o beneficio de la producción resulta de la multiplicación de la cantidad producida de un bien por su precio de venta, el resultado obtenido de esta manera se denomina beneficio bruto (BB) o ingreso bruto.

Como también se la puede expresar de la siguiente manera: el beneficio bruto (BB) usado para medir el tamaño productivo del sistema, se estima multiplicando la producción total (PT) por el precio (p) de cada unidad del producto de grano de kañawa.

### **2.6.2.3. Beneficio neto (BN)**

El beneficio neto o Ingreso neto, el cual es la ganancia obtenida de la actividad o proyecto realizado y está dada por el beneficio bruto (BB) menos los costos totales variables (CT) de producción; que son los capitales que varían cada gestión agrícola.

### **2.6.2.4. Costos totales variables (CT)**

Es la adición de todos los costos variables de capital como semilla, estiércol, transporte, yunta mano de obra y otros.

### **2.6.2.5. Relación beneficio/costo (B/C)**

Mokate (1998), menciona que la relación beneficio/costo (B/C) muestra la cantidad de dinero actualizado que recibirá el proyecto por cada unidad monetaria invertida. Es un coeficiente empleado para determinar la rentabilidad financiera de un proyecto, estudio u otro. Se estima dividiendo el beneficio bruto (BB) entre el costo total (CT).

Si la relación (B/C) es mayor que uno, es aceptable el proyecto, porque el beneficio es superior al costo. Si la relación (B/C) es menor que uno, debe rechazarse el proyecto, porque no existe beneficio. Si la relación (B/C) es igual a la unidad, es indiferente llevar adelante el proyecto, porque no existe beneficio ni pérdidas.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización

El estudio fue realizado en la gestión agrícola 2002-2003 en la comunidad de Ch'oxñapata, cantón Kerani, tercera sección del municipio de Batallas), Provincia Los Andes, del departamento de La Paz (figura 5). Geodésicamente situado entre el paralelo 16°17' de Latitud Sur y 68°32' de Longitud Oeste a una altitud promedio de 3850 m.s.n.m.

La comunidad de Kerani se encuentra influenciada por la cordillera de Los Andes, constituido por serranías y una planicie extensa de la tercera sección del Municipio de Batallas (Figura 6). Se encuentra situada a 60 Km. al Nor Oeste de la ciudad de La Paz. Cuyos límites al Norte con las comunidades Coromata Alta y Coromata Media (provincia Omasuyos), al Sur con la comunidad de Sank'a Jawira (provincia Los Andes), al Este con la comunidad de Jalluwaya (provincia Los Andes), al Oeste con la comunidad de Coromata Media (provincia Omasuyos).

##### 3.1.1. Fisiografía y clima

El cantón Kerani (Figura 7) presenta una topografía muy característica de la cordillera que va desde plana a semi montañosa, montaña y hasta cumbre nevado, cuya clasificación de acuerdo al mapa ecológico, corresponde a Bosque Húmedo Montano Subtropical (Montes de Oca, 1989).

El mismo autor menciona que en la región presenta un clima frío la cual es influenciada por la cordillera altiplánica con temperaturas medias anuales entre 5 a 10° C. Es una región perteneciente a la cuenca del lago Titicaca, presenta precipitaciones entre 500 a 700 mm de lluvia.

En ésta cuenca las isoyetas son globalmente concéntricas al lago, en cuyo centro se observan precipitaciones hasta de 1200 mm/año y en las zonas aisladas de la cordillera solo precipita entre 300 a 500 mm/año. En la cordillera de Los Andes muy cerca donde se desarrolló el presente trabajo llueve entre 400 a 1000 mm (Montes de Oca, 1997).

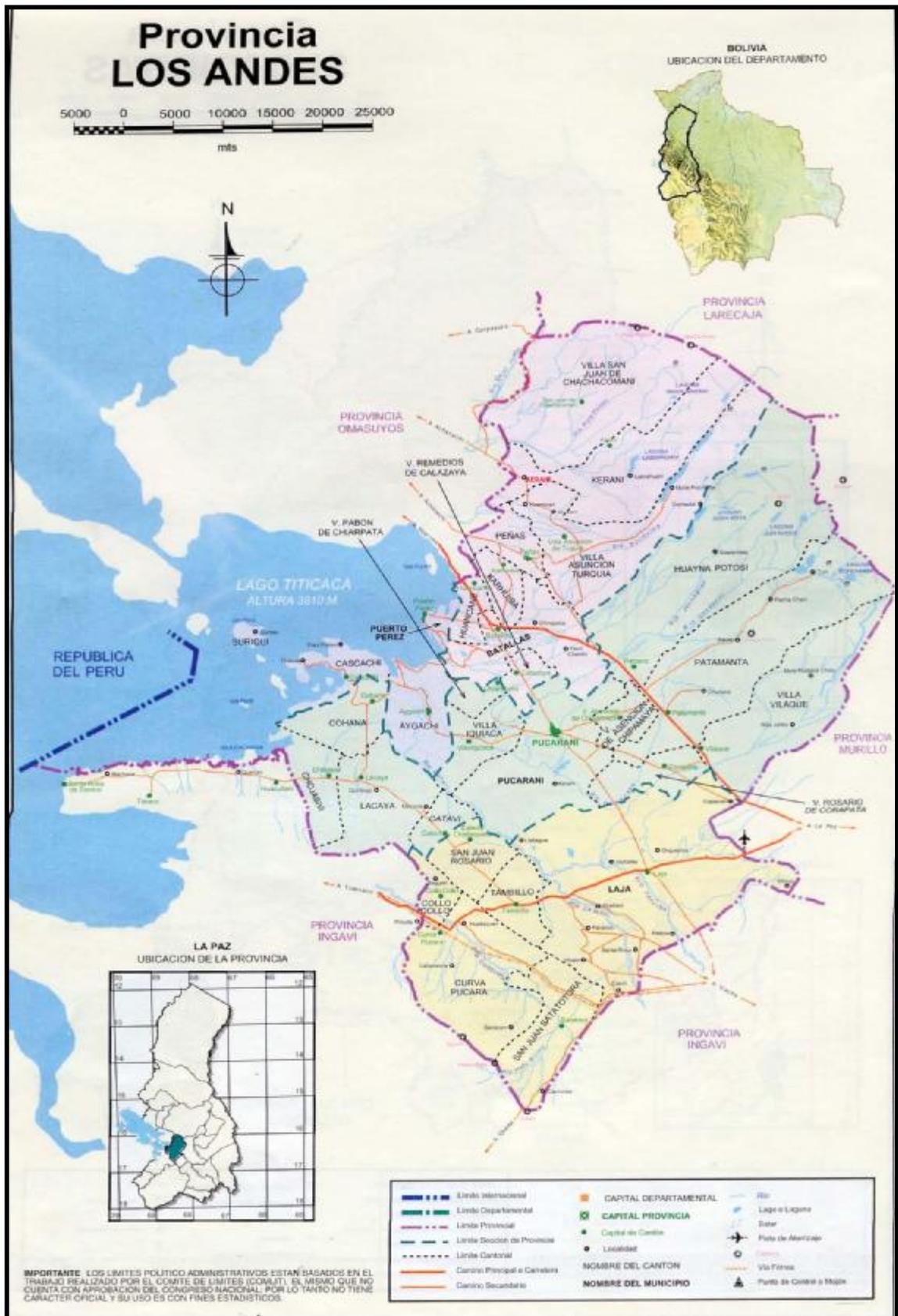


Figura 5. Localización del ensayo.



### 3.1.2. Vegetación predominante

En la comunidad la vegetación se va conformando de distintas maneras: la más sobresaliente son las asociaciones de gramíneas en las laderas y semimontaña-montaña y la zona de pastoreo formada por pastos nativos, los más sobresalientes se mencionan a continuación: *Stipa ichu* (ichu), *Festuca dolichophylla* J. Presl (Chilliwa), *Brasica alba* (Mostaza blanca), *Erodium cicutarium* (Reloj-reloj) *Bromus unioloides* (Cebadilla) y otros que se encuentra en menores cantidades.

### 3.1.3. Cultivos predominantes

En la comunidad de Ch'oxñaapata los cultivos más frecuentemente cultivados son: papa (*Solanum tuberosum* L.), oca (*Oxalis tuberosum*), papalisa (*Ullucus tuberosus*), Cebada (*Hordeum vulgare* L.), avena (*Avena saliva* L.), haba (*Vicia faba* L.), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), Kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen).

## 3.2. Materiales

### 3.2.1. Material Genético

Los ecotipos utilizados son: Saihua Roja, Saihua Rosada, Lasta Púrpura.

### 3.2.2. Material orgánico

El material orgánico empleado fue el estiércol de llama proveniente de la comunidad cercana de Corpaputo perteneciente a la provincia Omasuyos.

.

### 3.2.3. Material de gabinete y laboratorio

Se utilizó: material de papelería, material bibliográfico, equipo de computación y de laboratorio, balanza analítica y otros.

### 3.2.4. Material de campo

Se utilizó: yunta de toros, pala, rastrillo, picota, hoz, nivel de mano, estacas, semilla, tablero de campo, marbetes, de medición, cámara fotográfica, yutes, bolsas de polietileno, calibrador y otros.

### 3.3. Métodos

#### 3.3.1. Procedimiento experimental

##### 3.3.1.1. Diseño experimental

En el diseño experimental planteado es el diseño de bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas (Calzada, 1982). En la parcela mayor se ubicó los ecotipos y en la parcela menor los niveles de fertilización, en cuatro repeticiones o bloques.

##### 3.3.1.2. Modelo estadístico

El modelo lineal aditivo planteado para evaluar las respuestas de los tratamientos correspondientes es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \epsilon_{ik} + \gamma_j + \alpha\gamma_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

<b><math>Y_{ijk}</math></b>	= Es una observación cualquiera
<b><math>\mu</math></b>	= Es la media general del estudio
<b><math>\beta_k</math></b>	= Efecto del k-ésimo efecto del bloque
<b><math>\alpha_i</math></b>	= Efecto del i-ésimo efecto del nivel de estiércol aplicado
<b><math>\epsilon_{ik}</math></b>	= Error A o error de la parcela grande
<b><math>\gamma_j</math></b>	= Efecto del j-ésimo efecto de los ecotipos de kañawa
<b><math>\alpha\gamma_{ij}</math></b>	= Efecto de interacción de nivel de estiércol y ecotipos de kañawa
<b><math>\epsilon_{ijk}</math></b>	= Error B o error de la parcela menor (error experimental)

### 3.3.1.3. Factores de ensayo

#### Factor (A): Ecotipos de Kañawa

A1 = Kañawa ecotipo Saihua Roja

A2 = Kañawa ecotipo Lasta Púrpura

A3 = Kañawa ecotipo Saihua Rosada

#### Factor (B): Niveles de estiércol de llama

B1 = estiércol de llama nivel 0 tn/ha

B2 = estiércol de llama nivel 5 tn/ha

B3 = estiércol de llama nivel 10 tn/ha

B4 = estiércol de llama nivel 15 tn/ha

### 3.3.1.4. Tratamientos

En el Cuadro 5, se muestran los tratamientos del ensayo.

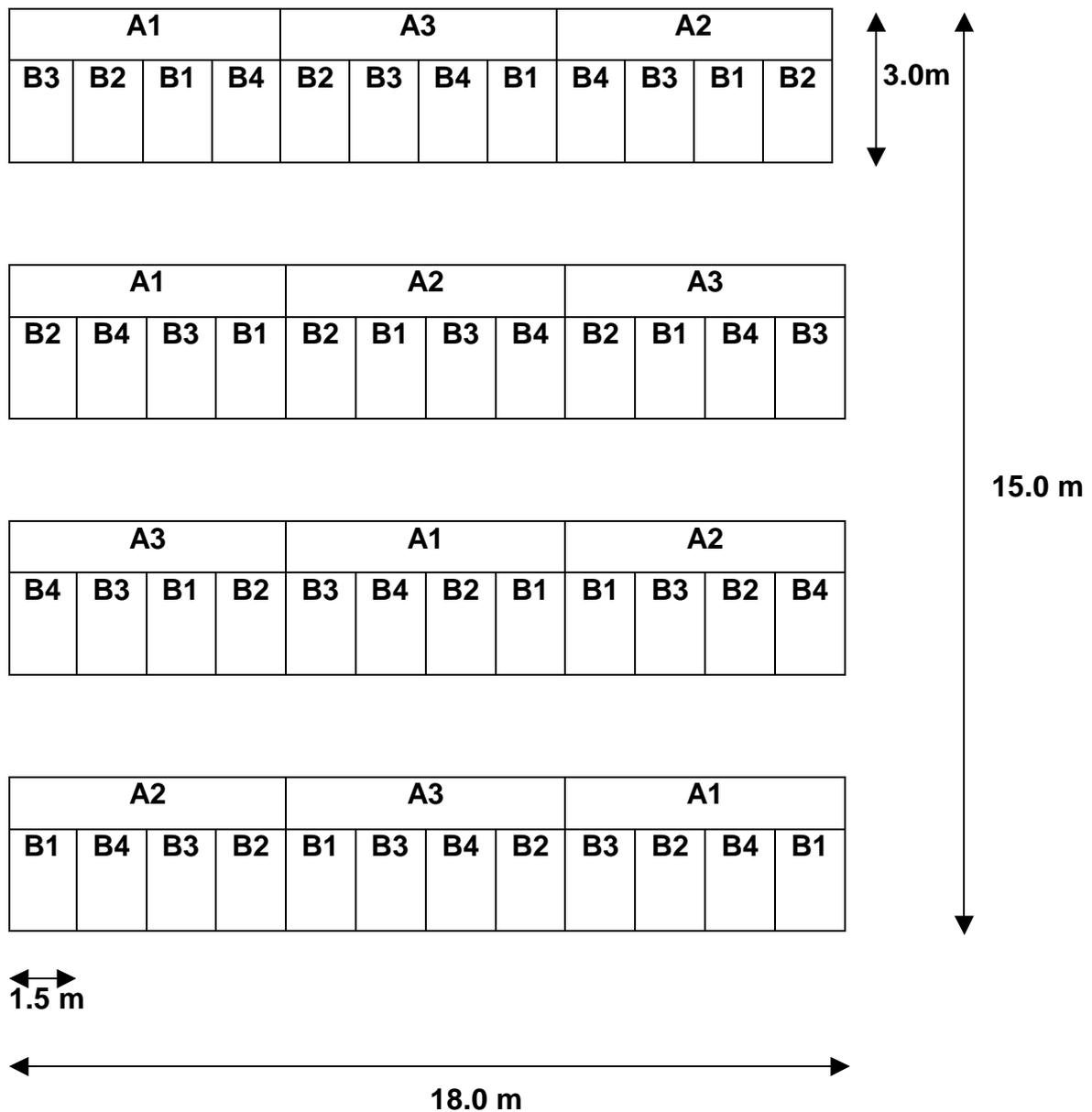
**Cuadro 5. Tratamientos del ensayo**

<b>Nº</b>	<b>TRATAMIENTO Y CARACTERISTICAS</b>	<b>SIMBOLOGIA</b>
1	Ecotipo saihua roja, nivel 0 tn/ha de estiércol	A1B1
2	Ecotipo saihua roja, nivel 5 tn/ha de estiércol	A1B2
3	Ecotipo saihua roja, nivel 10 tn/ha de estiércol	A1B3
4	Ecotipo saihua roja, nivel 15 tn/ha de estiércol	A1B4
5	Ecotipo lasta púrpura, nivel 0 tn/ha de estiércol	A2B1
6	Ecotipo lasta púrpura, nivel 5 tn/ha de estiércol	A2B2
7	Ecotipo lasta púrpura, nivel 10 tn/ha de estiércol	A2B3
8	Ecotipo lasta púrpura, nivel 15 tn/ha de estiércol	A2B4
9	Ecotipo saihua rosada, nivel 0 tn/ha de estiércol	A3B1
10	Ecotipo saihua rosada, nivel 5 tn/ha de estiércol	A3B2
11	Ecotipo saihua rosada, nivel 10 tn/ha de estiércol	A3B3
12	Ecotipo saihua rosada, nivel 15 tn/ha de estiércol	A3B4

### 3.3.1.5. Características del ensayo

<b>Generales:</b>	Área total del experimento	270 m <sup>2</sup>
	Área neta del experimento	216 m <sup>2</sup>
	Área de los pasillos	72 m <sup>2</sup>
	Número de repeticiones	4
	Número total de tratamientos	12
<b>Bloques:</b>	Área del bloque	54 m <sup>2</sup>
	Número de bloques	4
	Largo del bloque	18 m
	Ancho del bloque	3 m
	Pasillos entre bloques	1 m
<b>Parcelas:</b>	Área de las parcelas	18 m <sup>2</sup>
	Número total de parcelas	12
	Número de parcelas bloque	3
	Largo de las parcelas	6 m
	Ancho de la parcela	3 m
<b>Sub parcela:</b>	Área de las sub parcelas	4.5 m <sup>2</sup>
	Número total de sub parcelas	48
	Número de sub parcelas bloque	12
	Largo de las parcelas	1.5 m
	Ancho de la parcela	3 m
<b>Surcos:</b>	Área de surco	1.5 m <sup>2</sup>
	Distancia entre surcos	30 cm.
	Número total de surcos	202
	Número de surcos por bloque	48
	Número de surcos por parcela	16
	Número de surcos por sub parcela	4

### 3.3.1.6. Croquis del ensayo



#### Referencias:

#### Ecotipos de kañawa

- A1** = Kañawa ecotipo Saihua Roja  
**A2** = Kañawa ecotipo Lasta Púrpura  
**A3** = Kañawa ecotipo Saihua Rosada

#### Niveles de estiércol aplicados

- B1** = estiércol de llama nivel 0 tn/ha  
**B2** = estiércol de llama nivel 5 tn/ha  
**B3** = estiércol de llama nivel 10 tn/ha  
**B4** = estiércol de llama nivel 15 tn/ha

**Figura 7. Croquis y distribución del ensayo**

### **3.3.2. Procedimiento en campo**

#### **3.3.2.1. Elección del terreno**

La parcela de estudio se ubicó en la parte baja de la ladera, en un suelo apto para este cultivo.

#### **3.3.2.2. Preparación del suelo**

La preparación del suelo es una labor que se la hizo con yunta, el nivelado se realizó en forma manual con palas y rastrillos.

#### **3.3.2.3. Delimitación del área**

El área delimitada para la siembra del ensayo fue de 216 m<sup>2</sup>, donde cada bloque abarca 54 m<sup>2</sup>. El área total de la parcela experimental fue de 270 m<sup>2</sup>.

#### **3.3.2.4. Siembra**

La siembra se la realizó el 16 de diciembre de 2002, a una densidad de 8 kg/ha, con la ayuda de la yunta abriendo surcos y distribuyendo la semilla a choro continuo. El material genético empleado fue de alta calidad ya que el porcentaje de germinación fue entre 95 y 99 % y con una pureza entre el 97 y 99 %.

Los ecotipos utilizados provienen de la Fundación PROINPA que trabaja en el centro de facilidades para la investigación del Instituto Benson ubicada en Letanías –Viacha.

#### **3.3.2.5. Fertilización**

La fertilización se aplicó a cada surco inmediatamente después de la siembra, empleando la cantidad de estiércol pesada de acuerdo al nivel fijado para los diferentes tratamientos del estudio. Luego se procedió al respectivo tapado superficial.

### **3.3.2.6. Labores culturales**

Las labores culturales se redujeron solamente a la apertura de drenaje, puesto las otras labores no fueron necesarias en razón de la ausencia de malezas, plagas como también de enfermedades.

### **3.3.2.7. Cosecha**

La cosecha se realizó a fines del mes de abril, antes de la caída de granizadas los cuales afectarían seriamente al rendimiento, puesto que el cultivo es susceptible a este fenómeno natural debido a la dehiscencia del fruto.

Considerando este aspecto, el material del ensayo se cosechó por la mañana cuando las plantas presentan una flexibilidad por la humedad del ambiente.

La cosecha se realizó mediante el corte con hoz a 2 cm de altura del cuello de la planta, separándola cada unidad experimental en bolsas de polietileno.

### **3.3.2.8. Trillado**

El trillado se realizó luego de la cosecha cuando se logró el secado completo de todas las muestras de las unidades experimentales.

Esta labor se realizó sacudiendo y golpeando con un palo curvo denominado “jauq’aña” o simplemente frotando fuertemente con la mano.

### **3.3.2.9. Venteado**

El venteado se realizó cuando se presentaron vientos suaves para evitar la pérdida de grano y así obtener un grano limpio sin impurezas.

El material limpio fue identificado mediante su registro y finalmente se procedió con el respectivo pesado de las muestras.

### **3.3.3. Variables evaluadas estadísticamente**

Para el análisis de datos se hizo el respectivo análisis de varianza (ANVA) los cuales presentaron altamente significativos (\*\*), significativos (\*) y no significativos (NS). Para el primer y segundo casos, se procedió con la prueba de medias Duncan, para el tercer caso no se realizó ninguna otra prueba adicional. El análisis estadístico de datos se realizó con las siguientes variables:

#### **3.3.3.1. Rendimiento de fitomasa**

La evaluación del rendimiento de fitomasa se realizó para cada unidad experimental tomando el área de cosecha de un metro cuadrado. Cuando la muestra cosechada alcanzó un secado completo al medio ambiente, se tomó en cuenta la parte aérea de la planta y se pesó en una balanza analítica, expresándose la fitomasa en kg/ha.

#### **3.3.3.2. Rendimiento de grano**

El rendimiento en grano se evaluó luego de trillar y ventear todas las muestras, los granos libres de impurezas fueron pesados en una balanza analítica, expresándose el rendimiento en kg/ha.

#### **3.3.3.3. Rendimiento de broza**

El rendimiento en broza se evaluó por la simple diferencia entre el peso de la fitomasa y el peso del grano. De la misma manera se la expresó en kg/ha.

#### **3.3.3.4. Peso de fitomasa de plantas individuales**

El peso de fitomasa de plantas individuales se registró tomando cinco muestras de cada unidad experimental. Cuando las muestras alcanzaron el secado completo se tomó en cuenta la parte aérea de la planta individual y se pesó en una balanza analítica, registrándose el peso promedio de fitomasa de plantas individuales en g/planta.

### 3.3.3.5. Peso de grano de plantas individuales

El peso en grano de plantas individuales se evaluó en cinco muestras individuales, separándose los granos de las hojas y tallos, para lo cual se procedió a trillar y ventear todas las muestras. El grano libre de impurezas se pesó en la balanza analítica, luego el peso del grano se ha promediado para obtener el peso de grano de plantas individuales en g/planta.

### 3.3.3.6. Peso de broza de plantas individuales

El peso en broza de plantas individuales se evaluó por la simple diferencia entre el peso de la fitomasa de plantas individuales y el peso del grano de plantas individuales, de la misma manera expresado y promediado en g/planta.

### 3.3.3.7. Índice de cosecha

El índice de cosecha es utilizado para conocer la eficiencia de la planta expresada por el peso de grano dividido entre el peso total o fitomasa de la planta. El índice de cosecha se expresa como la relación del peso de grano libre de impurezas entre el peso total de la parte aérea de la planta (tallos, hojas y grano) para su evaluación se utilizó la siguiente fórmula matemática:

$$IC = \frac{PSG}{(PST + PSH + PSG)} * 100$$

Donde: IC = Índice de cosecha  
 PSG = Peso seco de grano  
 PST = Peso seco de tallo  
 PSH = Peso seco de hoja

### 3.3.3.8. Diámetro de grano

La evaluación del diámetro de grano, se registró con la ayuda de un calibrador, para lo cual se procedió a tomar al azar granos en un número de 100 semillas por unidad experimental, luego se procedió a medirlas y expresarlas en mm.

### 3.3.3.9. Relación hoja – tallo

La evaluación de la relación de peso seco de hoja y peso seco de tallo, nos sirve para analizar cuanto de valor posee como forraje representado por el peso de hojas y al peso de tallo de los ecotipos de kañawa. Para esta variable se consideró la siguiente fórmula matemática:

$$\text{RHT} = \text{PSH} / \text{PST} * 100$$

Donde:           RHT = Relación hoja - tallo  
                       PSH= Peso seco de hoja  
                       PST = Peso seco de tallo

### 3.3.3.10. Relación parte aérea - raíz

La relación parte aérea - raíz nos sirve para analizar como se relaciona la parte útil (tallos, hojas y grano) con la parte no útil (raíz) de los ecotipos de kañawa. Esta variable fue evaluado de la siguiente manera: primeramente se cosechó la parte aérea y luego de procedió a extraer del suelo la raíz de la planta identificada, posteriormente secada cada una de las muestras. Para obtener los valores se considero la siguiente fórmula matemática:

$$\text{RPAR} = \text{PSPA} / \text{PSR} * 100$$

Donde:           RPAR = Relación parte aérea - raíz  
                       PSPA = Peso seco parte aérea  
                       PSR    = Peso seco de raíz

### 3.3.3.11. Altura de la planta

La altura de planta fue evaluada desde el cuello de la planta hasta el ápice de la planta, dicha evaluación se la realizó en plantas muestreadas al azar de cada unidad experimental, luego el promedio de las medidas se la expresó en centímetros.

### 3.3.4. Análisis económico

El análisis económico de los costos parciales de producción, se elaboró de acuerdo al manual de "Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos" propuestos por el (CIMMYT, 1988), el cual establece una metodología para obtener los costos de producción y poder expresar los resultados de los tratamientos del estudio a los agricultores. Son las siguientes:

- 1º Elaborar la tabla de datos.
- 2º Elaborar la tabla de costo del estiércol.
- 3º Elaborar los costos de la mano de obra.
- 4º Elaborar la tabla de presupuesto parcial.
- 5º Elaborar la tabla de análisis de dominancia.
- 6º Elaborar la tabla del análisis marginal.
- 7º Elaborar la tabla de relación beneficio/costo.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Análisis del suelo

El suelo de la comunidad de Ch'oxñapata del cantón Kerani, se encuentra influenciada por la cordillera oriental de Los Andes. Por su ubicación en la sub cuenca de Peñas, presenta las características edáficas y climáticas del altiplano norte (región cordillera).

Las características edafológicas de la comunidad, presentan una profundidad de capa arable que varía de 40 a 50 cm. En el Cuadro 6, se muestra los valores obtenidos en el análisis de la muestra del suelo analizado y es la siguiente:

**Cuadro 6. Resultados del análisis de suelo.**

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>CANTIDAD</b>
Materia orgánica	4 %
pH	5.4
Nitrógeno total	0.3 %
Fósforo	92 ppm
Potasio	546 ppm
Clase textural	Franco
Arena	49 %
Limo	33 %
Arcilla	18 %

Fuente: Propia

Según el análisis el contenido de materia orgánica fue de 4 %, cantidad que en alguna medida lograría mejorar la estructura del suelo y aumentar la CIC, lo cual permitiría a que la planta aproveche de mejor manera los nutrientes de la solución del suelo.

El pH de 5.4 nos indica que el suelo es moderadamente ácido, siendo favorable para cultivar especies vegetales en los suelos de la región cordillera. Este pH del suelo se debe a que el suelo es de una acumulación de partículas arrastradas por la escorrentía y una acumulación de materia orgánica de diferentes especies vegetales existentes en el lugar.

El nitrógeno total presenta un contenido alto de 0.3 %, la cual aporta cantidades favorables de nutrientes al suelo, favoreciendo de esta forma una mayor velocidad de crecimiento y a la producción de material vegetal.

El fósforo disponible presenta un contenido alto de 92 ppm. La alta cantidad de fósforo favoreció a la floración y fructificación, acumulación de energía y los procesos de la respiración y fotosíntesis.

El potasio intercambiable con un contenido alto de 546 ppm, la alta cantidad de potasio favoreció al crecimiento vigoroso de la planta, excelente desarrollo de flores, frutos y semilla, resistencia al frío y enfermedades y la buena calidad de los frutos.

Presenta un suelo de textura franco con 49 % de arena, 33 % de limo y 18 % de arcilla que contiene buena cantidad de materia orgánica, densidad aparente y porosidad. Esta textura es favorable para diferentes cultivos en la región.

#### 4.2. Análisis del estiércol

En el Cuadro 7, se presenta el análisis del estiércol de llama y es la siguiente:

**Cuadro 7. Resultados del análisis químico del estiércol de llama.**

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>CANTIDAD</b>
M.O.	38.51 %
pH	8.3
Nitrógeno	1.35 %
Fósforo	0.46 %
Potasio	1.79 %
C/N	16.5

Fuente: Propia

Según el análisis de laboratorio, el estiércol de llama contiene un 38.51 % de materia orgánica con lo anterior se deduce el aporte considerable de nutrientes al suelo y a la planta, este aporte es fundamental para mejorar la estructura del suelo y aumentar la capacidad de intercambio catiónico (CIC).

El pH del estiércol es moderadamente básico con un valor de 8.3 el cual indica la calidad del estiércol, valor que favorece para su aplicación como fertilizante orgánico.

El nitrógeno total presentó un contenido de 1.35 %, contenido alto de nitrógeno, la cual fue muy importante para el crecimiento y desarrollo del follaje de la planta.

El fósforo disponible con un contenido de 0.46 ppm, favoreció a la floración y fructificación y los procesos de la respiración y fotosíntesis en el cultivo.

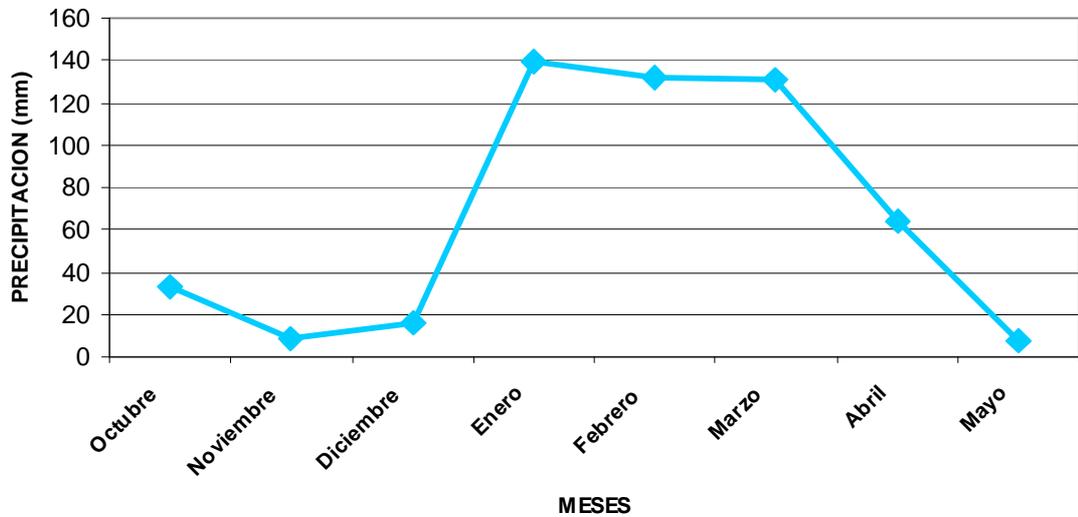
El potasio intercambiable con un contenido de 1.79 ppm, favoreció al crecimiento vigoroso de la planta, desarrollo de flores y frutos, como también a la resistencia al frío y enfermedades, como a la buena calidad de frutos en este caso el grano.

La relación carbono/nitrógeno con un valor de 16.5 la cual nos indica que el estiércol utilizado al ser aplicado al suelo tuvo un efecto favorable en la mineralización de la materia orgánica, que fue fuente de elementos nutritivos ya que la planta absorbió para sus diferentes procesos fisiológicos, favoreciendo de esta forma al comportamiento agronómico.

### **4.3. Análisis del clima**

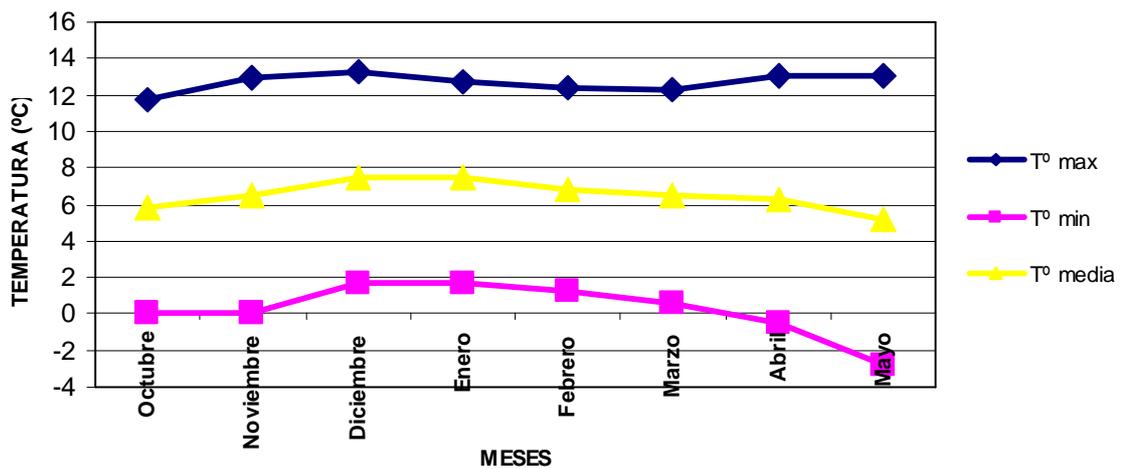
La región presentó el régimen de los factores climáticos favorables para el cultivo de la kañawa. La temperatura media anual del año agrícola fue de 13.3 °C como mínima y 14.04 °C como máxima. La precipitación total alcanzó a 529.30 mm/año, que favoreció al cultivo de la kañawa.

En la Figura 8, se observa las precipitaciones pluviales registradas de la región cordillera. En el mes de octubre muestra que hubo una precipitación de 32.6 mm, en noviembre la precipitación baja a 8.2 mm, en diciembre vuelve a subir a 16 mm, en enero se registra la mayor precipitación con 139 mm, en febrero comienza el descenso de la precipitación a 131.6 mm, en marzo de la misma manera disminuye a 130.6 mm, en abril el descenso de la precipitación es notorio con 64 mm, en mayo se registró la precipitación más baja de 7.3 mm (SENAMHI, 2004).



**Figura 8. Precipitaciones registradas (región cordillera JICHOCOTA).**

En la Figura 9, se presenta gráficamente que en los meses de diciembre, abril y mayo se registran temperaturas máximas de 13 °C, mientras que en los meses de abril y mayo se registran temperaturas mínimas bajo cero de -0.5 a -2.8 °C, con una temperatura promedio en la región cordillera de 6.5 °C, los cuales favorecieron al cultivo de ñawá (SENAMHI, 2004).



**Figura 9. Temperaturas registradas (región cordillera JICHOCOTA).**

#### 4.4. Análisis estadístico de las variables de respuesta

El análisis estadístico de los datos obtenidos en campo, se desarrollaron con las siguientes variables de respuesta: rendimiento de fitomasa (kg/ha), rendimiento de grano (kg/ha), rendimiento de broza (kg/ha), peso de fitomasa de plantas individuales (g/planta), peso de grano de plantas individuales (g/planta), peso de broza de plantas individuales (g/planta), índice de cosecha, diámetro de grano, relación hoja - tallo, relación parte aérea - raíz y altura de la planta.

##### 4.4.1. Rendimiento de fitomasa (kg/ha)

El análisis de varianza (ANVA) del rendimiento de fitomasa se presenta en el Cuadro 8.

**Cuadro 8. Análisis de varianza del rendimiento de fitomasa.**

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	PROB.\$F
Bloques	3	8935938.56	2978646.19	6.20	0.0024 **
Ecotipos (A)	2	26499669.29	13249834.65	27.57	0.0001 **
Error (a)	6	6687922.37	1114653.73	2.32	
Niveles de fertilización (B)	3	14444866.73	4814955.58	10.02	0.0001 **
Ecotipos por niveles(AxB)	6	2298376.21	383062.70	0.80	0.5806 NS
Error (b) ó (experimental)	27	13074908.31	480618.83		
Total	47	71843481.48			
Coeficiente de Variación.	<b>12.33 %</b>				

\*\* Altamente significativo

NS no significativo

En el Cuadro 8, el ANVA muestra que existen diferencias altamente significativas entre bloques, lo cual indica que el suelo presentó condiciones heterogéneas para la variable rendimiento de fitomasa. El factor (A) ecotipos muestra que existen diferencias altamente significativas entre los ecotipos. El factor (B) que corresponde a niveles de fertilización presenta diferencias altamente significativas, esto refleja que los niveles de fertilización con estiércol tuvieron un efecto favorable en el rendimiento. En la interacción de ecotipos por niveles de fertilización las diferencias no son significativas.

El coeficiente de variación es 12.22 % valor menor al 30 %, se considera confiable y aceptable para ensayos de campo, el cual varía entre 9 y 30 % de CV (Calzada, 1982).

#### 4.4.1.1. Prueba Duncan para el rendimiento de fitomasa de ecotipos

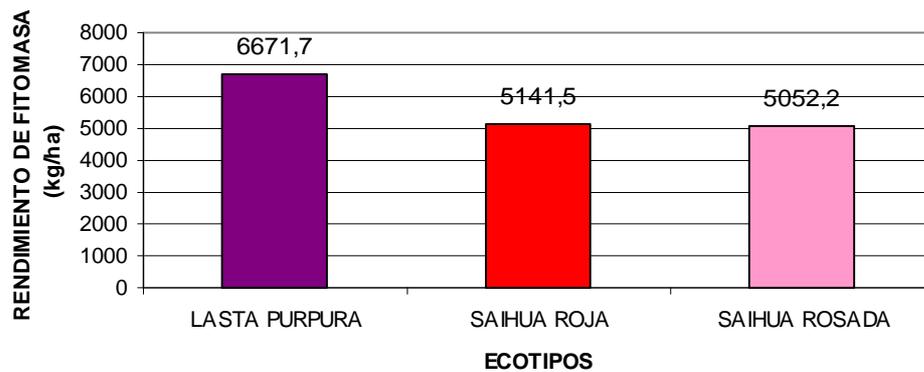
En el Cuadro 9, se muestra la prueba de Medias Duncan de los ecotipos (A).

**Cuadro 9. Prueba Duncan para el rendimiento de fitomasa de ecotipos.**

SIMBOLO	ECOTIPOS	RENDIMIENTO (kg/ha)	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha = 0.05$ )
A2	Lasta Púrpura	6671.7	A
A1	Saihua Roja	5141.5	B
A3	Saihua Rosada	5052.2	B

En el Cuadro 9, se observa que el ecotipo Lasta Púrpura reporta un rendimiento promedio de 6671.7 kg de fitomasa/ha valor mayor a los ecotipos Saihua Roja y Saihua Rosada las cuales son similares con valores promedio de 5141.5 y 5052.5 kg de fitomasa/ha respectivamente.

En la Figura 10, se muestra el mayor rendimiento del ecotipo Lasta Púrpura, que se atribuye al hábito de crecimiento ramificado, como también a la característica morfológica con un mayor número de ramas muy desarrolladas y no diferenciadas del tallo principal y junto a la manifestación de su potencial genético que determina el rendimiento de este ecotipo.



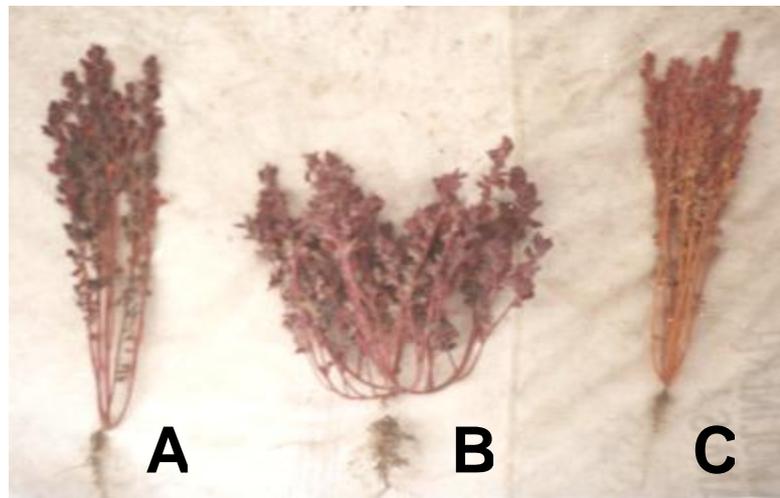
**Figura 10. Rendimiento de fitomasa de ecotipos.**

La Figura 10, muestra las diferencias en fitomasa y se atribuyen a sus características morfológicas y genéticas propias de cada ecotipo. El menor rendimiento de los ecotipos

Saihua Roja y Saihua Rosada se atribuyen al hábito de crecimiento erecto, presentan ramas que desarrollan paralelas al tallo principal, las manifestaciones morfológicas y genéticas fueron determinantes en el rendimiento de fitomasa.

En la Fotografía 1, se observa que el ecotipo Lasta Púrpura presenta un desarrollo mayor del diámetro de follaje que favoreció en la conservación de la humedad del suelo y la captura de la mayor cantidad de la luz solar para la realización del proceso fotosintético y la posterior distribución muy eficiente de la sustancia orgánica en la planta, factores que determinaron la mayor producción de fitomasa.

En la Fotografía 1, los ecotipos Saihua Rosada y Saihua Roja al contrario no conservan la humedad del suelo y capturan poca luz solar por presentar un diámetro de follaje reducido, que no favorecen a los procesos fisiológicos. Por estas características desventajosas presentan una menor producción de fitomasa.



**Fotografía 1. Ecotipos de kañawa: A) Saihua Rosada, B) Lasta Púrpura y C) Saihua Roja.**

Se afirma que el cambio prematuro de la coloración de verde a púrpura intenso fue señal de su madurez fisiológica temprana del ecotipo Lasta Púrpura, por el contrario los ecotipos Saihua Rosada y Saihua Roja presentaron el cambio lento en la coloración de verde a rosado y rojo, debido a la presencia de la madurez fisiológica tardía. Estas características fueron determinantes para la cosecha.

La precipitación registrada en la región fue favorable para el cultivo con 529.30 mm/año agrícola, el cual mantuvo la humedad adecuada del suelo, favoreciendo de esta manera el crecimiento y rendimiento de fitomasa.

El suelo presentó una textura franco, apropiada para la kañawa, puesto que suelos de tipo franco, franco arcillo limosos, arcillosos y arcillo limosos con mayor contenido de materia orgánica permiten obtener rendimientos mayores en fitomasa, tal como mencionan Tapia (1997) y Quispe (1999).

#### 4.4.1.2. Prueba Duncan para el rendimiento de fitomasa en niveles de fertilización

En el Cuadro 10, se presenta los promedios de los niveles de fertilización (B).

**Cuadro 10. Prueba Duncan para el rendimiento de fitomasa en niveles de fertilización.**

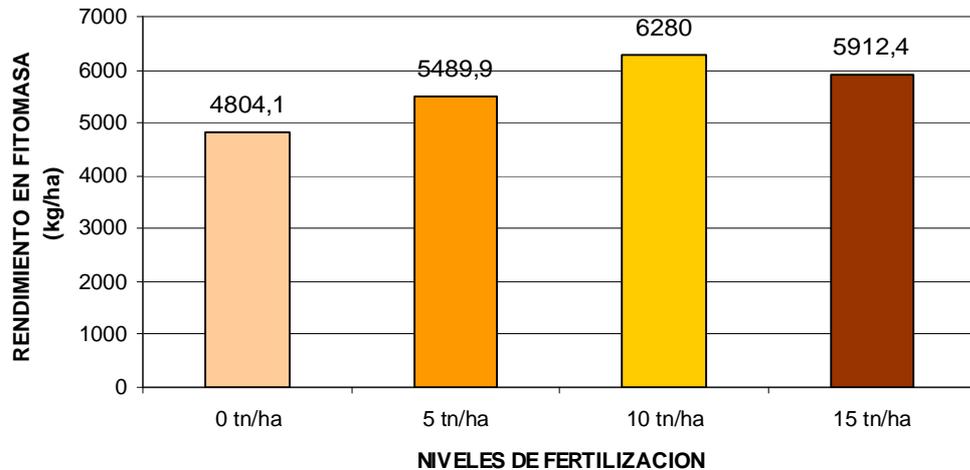
SIMBOLO	NIVELES	RENDIMIENTO (kg/ha)	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha = 0.05$ )
B3	10 tn/ha	6280.0	A
B4	15 tn/ha	5912.4	A B
B2	5 tn/ha	5489.9	B
B1	0 tn/ha	4804.1	C

En el Cuadro 10, se observa los valores promedio de rendimiento a un nivel de fertilización de 10 y 15 tn/ha de estiércol, obteniéndose valores de 6280.0 y 5912.4 kg de fitomasa/ha respectivamente, los mas altos pero similares entre sí.

En el mismo Cuadro 10, el nivel de 15 y 5 tn/ha de estiércol muestran valores intermedios y similares de 5912.4 y 5489.9 kg de fitomasa/ha respectivamente. Los niveles de 10 y 0 tn/ha de estiércol muestran valores diferentes y significativos de 6280.0 y 4804.1 kg de fitomasa/ha respectivamente.

En la Figura 11, se observa que al incrementar los niveles de estiércol, los rendimientos se incrementan favorablemente en los niveles de 5 y 10 tn/ha de estiércol, exceptuando

en el último nivel de 15 tn/ha de estiércol que muestra un ligero decremento en el rendimiento por presentar un efecto desfavorable en rendimiento de fitomasa.



**Figura 11. Rendimiento de fitomasa en niveles de fertilización.**

El aporte de nutrientes proveniente del estiércol varía de acuerdo a los niveles de 5, 10 y 15 tn/ha de estiércol, estos poseen las siguientes cantidades de elementos aportados al suelo: 54.67-18.63-72.49, 109.35-37.26-144.99 y 164.03-55.89-217.48 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente.

Se afirma que los niveles aplicados causaron efectos de acuerdo a la cantidad suministrada, a un nivel de 5 tn/ha de estiércol no tuvo un efecto favorable en el rendimiento, lo cual se debe a la poca cantidad de elementos suministrados a la planta. A un nivel de 10 tn/ha de estiércol el efecto fue favorable al obtener un mayor rendimiento en fitomasa. A un nivel de 15 tn/ha de estiércol presentó un rendimiento decreciente, efecto que puede atribuirse al exceso de estiércol aplicado por producir compuestos complejos que son muy poco asimilables para la planta tal como indican (Ramírez y Caballero, 1982).

Se deduce que los nutrientes se absorbieron por el sistema radicular de la planta de la solución acuosa y de las partículas coloidales superficiales inorgánicas y orgánicas del suelo en forma de iones a través de la raíz, luego el traslado ascendente de las sales inorgánicas absorbidas en forma de aniones y cationes por el xilema a las hojas para el

proceso de la fotosíntesis en presencia de la luz solar, el floema se encarga de transportar las sustancias orgánicas elaboradas a través de sus conductos en forma descendente a toda la planta, estos procesos son esenciales para la producción de material vegetal que nos dan rendimientos satisfactorios en fitomasa.

Se sostiene que la aplicación de estiércol sufre procesos de mineralización que es una descomposición rápida en compuestos minerales con forma química más simple y la humificación es una actividad realizada por los microorganismos que transforman en complejos orgánicos como el humus. La flora y la fauna edáfica actúa sobre el estiércol de llama, de alguna manera directa o indirecta estos procesos favorecieron en la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo tal como indican Chilon (1997) y Rodríguez (1982).

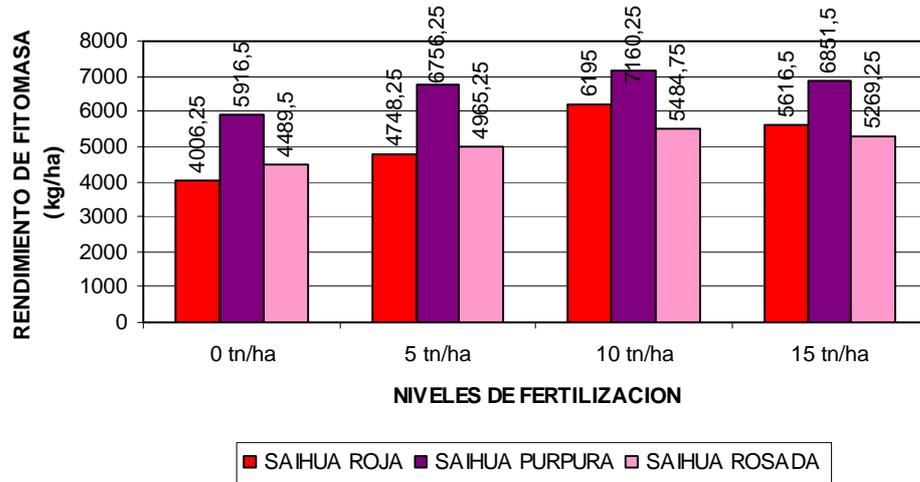
Se afirma que el aporte de nitrógeno es importante para el desarrollo de la parte aérea, un exceso de este elemento retarda la fructificación y maduración. Así como el fósforo proporciona el vigor y la fortaleza a la planta, la fertilidad de las flores y la maduración de los granos, también favorece la síntesis de compuestos orgánicos esenciales para la síntesis de proteínas, carbohidratos y lípidos. El potasio influye en la calidad del fruto como en el: color, olor, sabor y la conservación tal como indica Chilon, (1997).

#### **4.4.1.3. Rendimiento de fitomasa de los tratamientos**

En la Figura 12, se observa el comportamiento de los ecotipos en los diferentes niveles de estiércol aplicado. En el nivel de 0 tn/ha de estiércol o testigo muestra que los ecotipos Lasta Púrpura, Saihua Rosada y Saihua Roja muestran valores de 5916.5, 4489.5 y 4006.2 kg de fitomasa/ha respectivamente, los cuales nos sirven para comparar los rendimientos de los ecotipos del ensayo, mientras que a un nivel de 5 tn/ha de estiércol los ecotipos Lasta Púrpura, Saihua Rosada y Saihua Roja muestran valores de 6756.2, 4965.2 y 4748.2 kg fitomasa /ha respectivamente.

En la Figura 12, el nivel de 10 tn/ha de estiércol muestra diferencias en los ecotipos Lasta Púrpura, Saihua Roja y Saihua Rosada con valores superiores en rendimiento de 7160.2, 6195 y 5484.7 kg fitomasa/ha respectivamente. En el nivel de 15 tn/ha de

estiércol se observa un leve decremento del rendimiento entre los ecotipos Lasta Púrpura, Saihua Roja y Saihua Rosada los cuales muestran valores de 6851.5, 5616.5 y 5269.2 kg fitomasa /ha respectivamente.



**Figura 12. Rendimiento de fitomasa de los tratamientos.**

#### 4.4.2. Rendimiento de grano (kg/ha)

El análisis de varianza (ANVA) del rendimiento de grano se muestra en el Cuadro 11.

**Cuadro 11. Análisis de varianza del rendimiento de grano.**

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	PROB. > F
Bloques	3	1263178.89	421059.63	7.60	0.0008 **
Ecotipos (A)	2	1086728.79	543364.39	9.81	0.0006 **
Error (a)	6	1385853.54	230975.59	4.17	
Niveles de fertilización (B)	3	8525408.22	2841802.74	51.29	0.0001 **
Ecotipos por niveles(AxB)	6	532353.20	88725.53	1.60	0.1852 NS
Error (b) (experimental)	27	1496084.31	55410.53		
Total	47	14289606.98			
Coeficiente de Variación.	11.17 %				

\*\* Altamente significativo

NS No significativo

En el Cuadro 11, del ANVA se observa que existen diferencias altamente significativas entre bloques, lo cual indica que el suelo presentó condiciones heterogéneas. Para el factor ecotipos (A) muestra que existen diferencias altamente significativas entre los ecotipos. El factor niveles de fertilización (B) también presenta diferencias altamente

significativas entre los niveles de fertilización, refleja que las cantidades de estiércol aplicados tuvieron efectos favorables en el rendimiento. En la interacción ecotipos por niveles de fertilización las diferencias no son significativas.

El coeficiente de variación es 11.17 % valor que se encuentra en el rango de 9 a 30 % de CV, es aceptable y confiable para ensayos en campo (Calzada, 1982).

#### 4.4.2.1. Prueba Duncan para el rendimiento de grano de ecotipos

En el Cuadro 12, se presenta la prueba de Medias Duncan de los ecotipos (A).

**Cuadro 12. Prueba Duncan para el rendimiento de grano de ecotipos.**

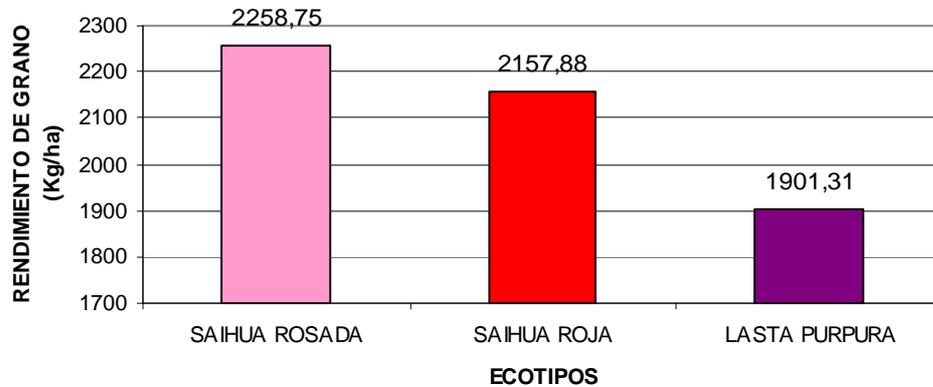
<b>SIMBOLO</b>	<b>ECOTIPOS</b>	<b>RENDIMIENTO (kg/ha)</b>	<b>DUNCAN (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
A3	Saihua Rosada	2258.75	A
A1	Saihua Roja	2157.88	A
A2	Lasta Púrpura	1901.31	B

En el Cuadro 12, se observan a los ecotipos Saihua Rosada y Saihua Roja reportan rendimientos similares en promedio de 2258.75 y 2157.88 kg de grano/ha respectivamente los cuales son superiores al ecotipo Lasta Púrpura que presenta un rendimiento promedio de 1901.31 kg de grano/ha.

En la Figura 13, se observa diferencias fundamentalmente atribuibles a las manifestaciones morfológicas, fisiológicas y genéticas que influenciadas por los factores ambientales se traducen en diferencias en el rendimiento de grano. Los ecotipos Saihua Rosada y Saihua Roja son más eficientes en la captura de luz y absorción de nutrientes de la solución del suelo, para la realización del proceso fotosintético y en consecuencia son favorecidas para la producción de grano.

En la misma Figura 13, se observa que el ecotipo Lasta Púrpura presenta un rendimiento menor en grano, esta es una manifestación genética que ha influido de manera notable en el rendimiento, la cual debería de ser mas productora de grano por

su característica morfológica, nos lleva a afirmar que los nutrientes luego del proceso fotosintético son más utilizados para la producción de material vegetal y no así para la producción de grano.



**Figura 13. Rendimiento de grano de ecotipos.**

Los procesos de absorción de nutrientes en forma de iones son afectados por factores internos los cuales son la genética de la especie la cual puede determinar la capacidad de absorción de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, el estado vegetativo de las plantas, la sanidad, una planta enferma posee una menor capacidad de absorción y los factores externos son la temperatura del suelo, el oxígeno, la luz solar y la concentración salina externa tal como indica (Rodríguez 1982).

#### 4.4.2.2. Prueba Duncan para el rendimiento de grano en niveles de fertilización

En el Cuadro 13, se muestra prueba de Medias Duncan de niveles de fertilización (B).

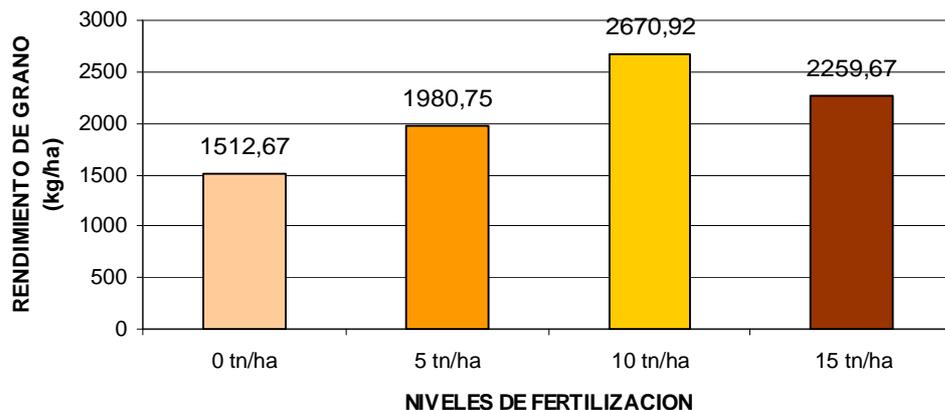
**Cuadro 13. Prueba Duncan para el rendimiento de grano en niveles de fertilización.**

SIMBOLO	NIVELES	RENDIMIENTO (Kg/ha)	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha = 0.05$ )
B3	10 tn/ha	2670.92	A
B4	15 tn/ha	2259.58	B
B2	5 tn/ha	1980.75	C
B1	0 tn/ha	1512.67	D

En el Cuadro 13, se muestran rendimientos en un primer lugar al nivel de 10 tn/ha de estiércol obtuvo un valor superior de 2670.92 kg de grano/ha, en un segundo lugar el nivel 15 tn/ha de estiércol con un valor de 2259.58 kg de grano/ha, en un tercer lugar el nivel de 5 tn/ha de estiércol con un rendimiento de 1980.75 kg de grano/ha y finalmente el nivel 0 tn/ha de estiércol o el testigo que presenta un valor inferior de 1512.67 kg de grano/ha.

En la Figura 14, se observa que a un nivel de 0 tn/ha de estiércol o testigo presenta un rendimiento bajo respecto a los otros niveles, debido a la no aplicación de fertilizante a un nivel de 5 tn/ha de estiércol el rendimiento incrementa y se debe a la poca cantidad suministrada de nutrientes, los efectos no fueron trascendentales, por tanto se puede afirmar que no es la cantidad suficiente para la producción de grano.

En la misma Figura 14, a un nivel de 10 tn/ha de estiércol el rendimiento incrementa significativamente respecto al nivel inferior, este efecto se manifiesta a través del desarrollo favorable de la planta y muy especialmente en la época de floración y fructificación. A un nivel de 15 tn/ha estiércol se presenta un decremento en el rendimiento de grano, se atribuye esta disminución al exceso de fertilizante aplicado las cuales no favorecieron a la producción de grano.



**Figura 14. Rendimiento de grano en niveles de fertilización.**

Los efectos del exceso de nitrógeno contenidos en el estiércol causan el mayor desarrollo de la parte aérea y retarda la fructificación por tanto merma el rendimiento, esta aseveración se relaciona directamente con el nivel de 15 tn/ha de estiércol y no

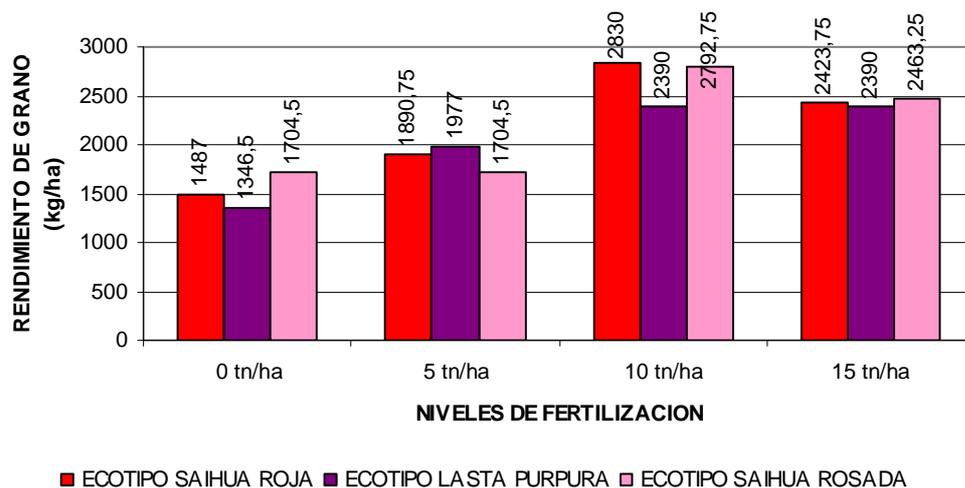
con el nivel de 10 tn/ha de estiércol la cual fue la favorable para obtener el rendimiento superior en grano tal como menciona (Chilon, 1997).

En ensayos con estiércol de llama reportan incrementos de rendimientos en un 60 % más que el testigo, cuando el nivel de estiércol es mayor tiende a disminuir, por producirse compuestos complejos que son muy poco asimilables para la planta tal como mencionan (Ramírez y Caballero, 1982) y (Laura,1988).

#### 4.4.2.3. Rendimiento de grano de los tratamientos

En la Figura 15, se muestran que a un nivel de 0 tn/ha de estiércol muestra que los ecotipos Saihua Rosada, Saihua Roja y Lasta Púrpura con menores valores de 1704.5, 1487 y 1346.5 kg de grano/ha respectivamente, a un nivel de 5 tn/ha de estiércol los ecotipos Lasta Púrpura, Saihua Roja y Saihua Rosada muestran valores de 1977, 1890.75 y 1704.5 kg de grano/ha respectivamente, con un leve incremento del rendimiento de grano.

En el nivel de 10 tn/ha de estiércol presenta diferencias en los ecotipos Saihua Roja, Saihua Rosada y Lasta Púrpura con valores superiores de 2830, 2792.75 y 2390 kg de grano/ha respectivamente, el nivel de 15 tn/ha de estiércol se observa el decremento del rendimiento de los ecotipos Lasta Púrpura, Saihua Roja y Saihua Rosada los cuales muestran valores de 2463.2, 2423.7 y 2390 kg de grano/ha respectivamente.



**Figura 15. Rendimiento de grano de los tratamientos.**

#### 4.4.3. Rendimiento de broza (kg/ha)

En el Cuadro 14, se presenta el análisis de varianza (ANVA) del rendimiento de broza.

**Cuadro 14. Análisis de varianza del rendimiento de broza.**

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	PROB.\$F
Bloques	3	4685457.0	1561819.0	4.27	0.0136 *
Ecotipos (A)	2	38041041.1	19020520.5	52.06	0.0001 **
Error (a)	6	3192053.5	532008.9	1.46	
Niveles de fertilización (B)	3	934460.0	311486.6	0.85	0.4775 NS
Ecotipos por niveles(AxB)	6	1132782.5	188797.0	0.52	0.7904 NS
Error (b) ó (experimental)	27	9865282.8	365380.8		
Total	47	57851077.2			
Coeficiente de Variación.	<b>17.19 %</b>				

\* Significativo      \*\* Altamente significativo      NS no significativo

En el Cuadro 14, se observa el ANVA donde existen diferencias significativas entre bloques, por el efecto del suelo que presentó condiciones heterogéneas. Para el factor ecotipos (A) existen diferencias altamente significativas entre los ecotipos. El factor (B) que corresponde a niveles de fertilización se observa que no existen diferencias significativas, las cantidades aplicadas de estiércol no presentaron efecto favorable. La interacción ecotipos por niveles de fertilización es no significativa. El coeficiente de variación es 17.19 % valor menor al 30 % es confiable y aceptable para ensayos de campo (Calzada, 1982)

##### 4.4.3.1. Prueba Duncan para el rendimiento de broza de ecotipos

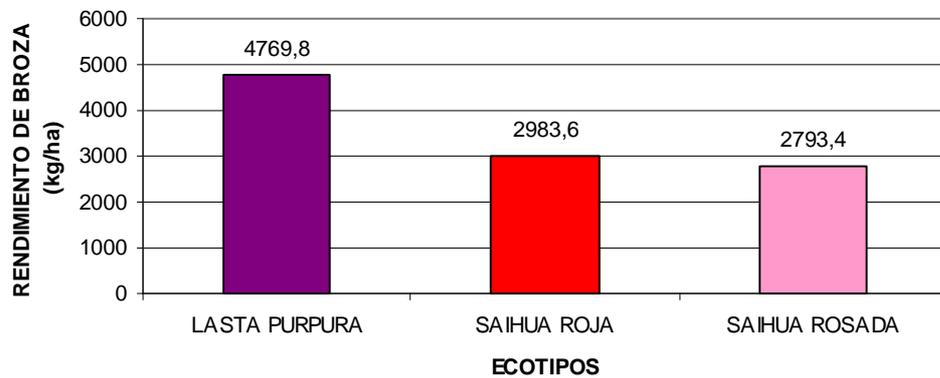
En el Cuadro 15, se muestran los promedios de los ecotipos (A).

**Cuadro 15. Prueba Duncan para el rendimiento de broza de ecotipos.**

SIMBOLO	ECOTIPOS	RENDIMIENTO (kg/ha)	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha = 0.05$ )
A2	Lasta Púrpura	4769.8	A
A1	Saihua Roja	2983.6	B
A3	Saihua Rosada	2793.4	B

En el Cuadro 15, se observa que el ecotipo Lasta Púrpura reportó un rendimiento promedio de 4769.8 kg de broza/ha superior a los ecotipos Saihua Roja y Saihua Rosada con rendimientos inferiores y similares de 2983.6 y 2793.4 kg de broza/ha respectivamente.

En la Figura 16, se muestra al ecotipo Lasta Púrpura con el mayor rendimiento en broza, favorecido por su hábito de crecimiento ramificado, con numerosas ramas y follaje abultado como se muestra en la Fotografía 1, que es una característica morfológica que le permite aprovechar de mejor manera la radiación solar, mantener la humedad del suelo para favorecer la absorción de los nutrientes en forma de iones, importante para la producción de material vegetal.



**Figura 16. Rendimiento de broza de ecotipos.**

En la Figura 16, los ecotipos Saihua muestran rendimientos menores, se puede atribuir al hábito de crecimiento erecto que presenta, con ramas paralelas al tallo principal, en el tercio superior muestra el mayor número de hojas, al contrario en la parte de la base las hojas son caducifolias, si las hojas no caerían se lograrían rendimientos mayores a los obtenidos tal como se muestra en la Fotografía 1.

Se afirma que son manifestaciones de las características genéticas de los ecotipos Saihua Roja y Rosada, que de alguna manera no fueron tan eficientes en la producción de material vegetal, como también no poseen ese atributo de la conservación de la humedad del suelo por presentar un reducido diámetro foliar, la poca captura de

radiación solar para el proceso fotosintético, como resultado es el material vegetal producido.

Se afirma que las manifestaciones genéticas de los ecotipos del cambio de coloración son diferentes en el caso del ecotipo Lasta Púrpura presenta un cambio de coloración prematuro de verde a púrpura intenso, es un indicador que nos lleva a afirmar que es un ecotipo que presenta una madurez fisiológica temprana, al contrario los ecotipos Saihua Roja y Saihua Rosada manifiestan un cambio de coloración lenta de verde a roja y rosada intensa, que nos lleva a afirmar que son ecotipos que presentan una madurez fisiológica tardía.

#### 4.4.4. Peso de fitomasa de planta individual (g/planta)

El análisis de varianza (ANVA) del peso de fitomasa de planta individual se la muestra en el Cuadro 16.

**Cuadro 16. Análisis de varianza del peso de fitomasa de planta individual.**

<b>FUENTE DE VARIACION</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>	<b>PROB.\$F</b>
Bloques	3	1.05	0.35	0.22	0.8804 NS
Ecotipos (A)	2	25.99	12.99	8.23	0.0016 **
Error (a)	6	26.85	4.47	2.83	
Niveles de fertilización (B)	3	58.11	19.37	12.26	0.0001 **
Ecotipos por niveles(AxB)	6	3.79	0.63	0.40	0.8718 NS
Error (b) ó (experimental)	27	42.64	1.57		
Total	47	158.46			
<b>Coeficiente de Variación.</b>	<b>5.79 %</b>				

\*\* Altamente significativo

NS no significativo

En el Cuadro 16, se observa el ANVA donde no existen diferencias significativas entre bloques. Para el factor ecotipos (A) muestra que existen diferencias altamente significativas entre los ecotipos. El factor niveles de fertilización (B) presenta diferencias altamente significativas entre los niveles, lo cual indica que las cantidades aplicadas de estiércol de llama hicieron efecto en la variable. En la interacción ecotipos por niveles de fertilización es no significativo.

El coeficiente de variación es de 5.79 %, en un rango de 9 a 30 % de CV es confiable y aceptable para estudios realizados en campo Calzada (1982).

#### 4.4.4.1. Prueba Duncan para el peso de fitomasa de planta individual de ecotipos

En el Cuadro 17, se muestra la comparación de medias de los ecotipos (A).

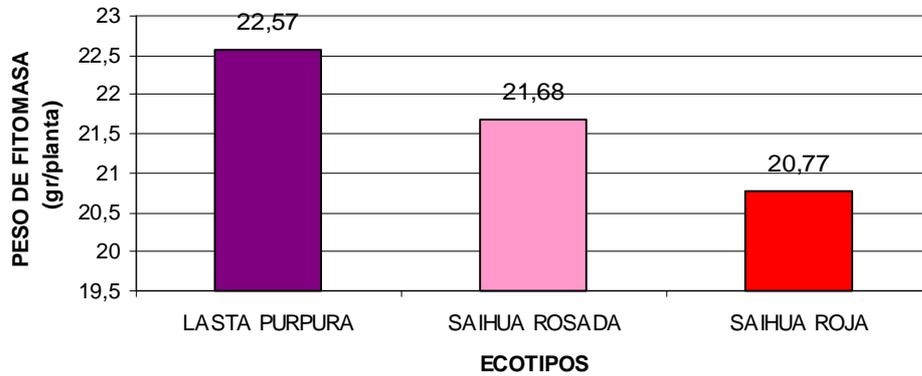
**Cuadro 17. Prueba Duncan para el peso de fitomasa de planta individual de ecotipos.**

<b>SIMBOLO</b>	<b>ECOTIPOS</b>	<b>PESO (g/planta)</b>	<b>PRUEBA DUNCAN (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
A2	Lasta Púrpura	22.57	A
A3	Saihua Rosada	21.68	B
A1	Saihua Roja	20.77	B

En el Cuadro 17, se observan diferencias que el ecotipo Lasta Púrpura presenta un peso mayor de 22.57 g de fitomasa/planta, los ecotipos Saihua Rosada y Saihua Roja presentan pesos menores y similares con 21.68 y 20.77 g de fitomasa/planta respectivamente.

En la Figura 17, se observa un peso superior del ecotipo Lasta Púrpura esto se debe a la característica morfológica de presentar el hábito de crecimiento ramificado y le confiere mayor peso a la planta, no es recomendable la siembra a mayor densidad la cual afecta directamente al desarrollo de la planta. Los ecotipos Saihua muestran pesos menores y se atribuyen al hábito de crecimiento erecto con ramificaciones paralelas al tallo principal y diferenciados, sus hojas basales son caducifolias a su madurez fisiológica, en la parte superior mantienen el mayor número de hojas.

La variación de peso de fitomasa de planta individual de los ecotipos se deben también a los mismos factores que influyeron en los resultados obtenidos para el rendimiento y estos son favorecidos por la precipitación pluvial, humedad del suelo, absorción de nutrientes y al proceso de la fotosíntesis.



**Figura 17. Peso de fitomasa de planta individual de ecotipos.**

#### 4.4.4.2. Prueba Duncan para el peso de fitomasa de planta individual en niveles de fertilización

En el Cuadro 18, se presenta los promedios de los niveles de fertilización (B).

**Cuadro 18. Prueba Duncan para el peso de fitomasa de planta individual en niveles de fertilización.**

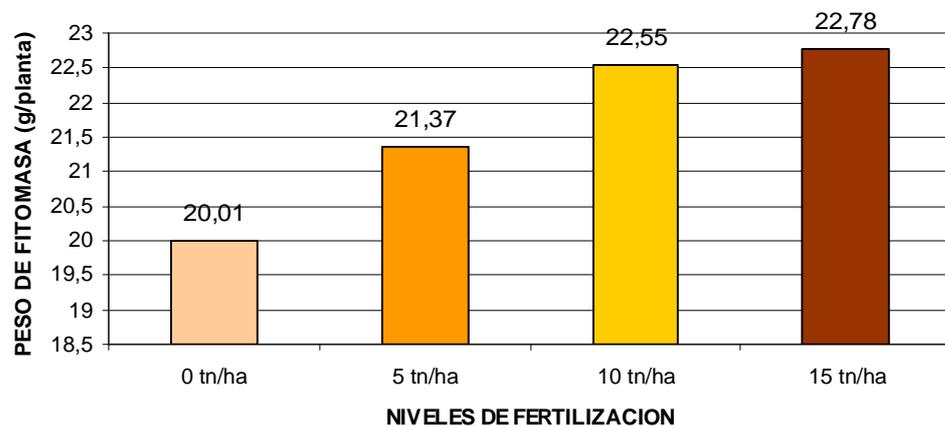
SIMBOLO	NIVELES	PESO (g/planta)	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha = 0.05$ )
B4	15 tn/ha	22.78	A
B3	10 tn/ha	22.55	A
B2	5 tn/ha	21.37	B
B1	0 tn/ha	20.01	C

En el Cuadro 18, se muestra la similitud de los niveles de 15 y 10 tn/ha de estiércol con valores mayores de 22.78 y 22.55 g de fitomasa/planta respectivamente. A un nivel de 5 tn/ha de estiércol con un peso medio de 21.37 g de fitomasa/planta y a un nivel de 0 tn/ha de estiércol ó testigo reporta un peso inferior de 20.01 g de fitomasa/planta estadísticamente son diferentes respecto a los niveles de 15 y 10 tn/ha de estiércol.

En la Figura 18, se observa que los pesos de fitomasa de planta individual van incrementando de acuerdo a la cantidad aplicada, al nivel de 0 tn/ha estiércol o testigo presenta un peso bajo por la no aplicación de elementos nutritivos a la planta y sirve

para comparar los pesos de fitomasa de los diferentes niveles estudiados, a un nivel de 5 tn/ha de estiércol se muestra un leve incremento en el peso debido a la insuficiente cantidad suministrada de elementos nutritivos contenidos en el estiércol.

En la misma Figura, a un nivel de 10 tn/ha de estiércol el peso de fitomasa de planta individual incrementa notablemente respecto al nivel inferior, a un nivel de 15 tn/ha de estiércol presenta un peso de fitomasa superior y esto se atribuye al aporte de elementos nutritivos como el nitrógeno (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) y potasio ( $K_2O$ ), que favorecen a los diferentes procesos que influyen en el desarrollo mayor en follaje.



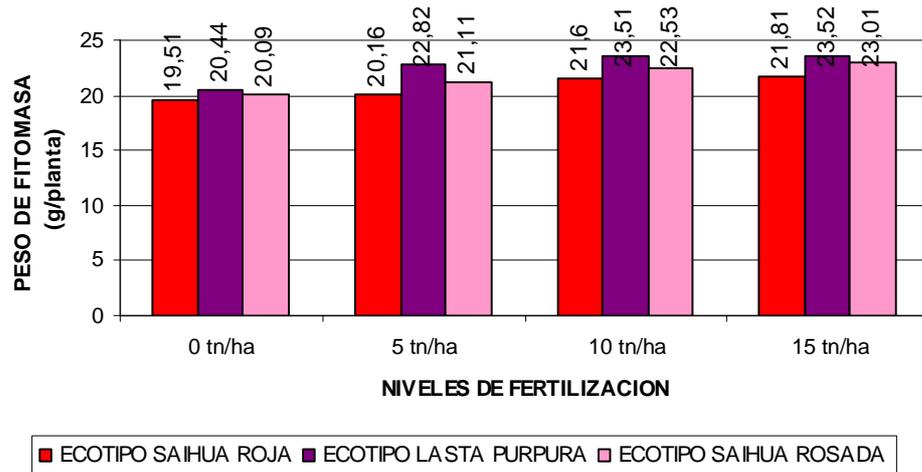
**Figura 18. Peso de fitomasa de planta individual en niveles de fertilización.**

Se afirma que el nitrógeno en la planta tiene una función de dar mayor desarrollo al follaje, como también una mayor cantidad de nitrógeno que causa un efecto en el desarrollo mayor en la parte aérea y no de la raíz tal como indica (Chilon, 1997).

#### 4.4.4.3. Peso de fitomasa de planta individual de los tratamientos

En la Figura 19, se observan que a un nivel de 0 tn/ha de estiércol los ecotipos Lasta Púrpura, Saihua Rosada y Saihua Roja muestran valores de 20.44, 20.09 y 19.51 g de fitomasa/planta respectivamente, sirven para comparar los pesos de los ecotipos del ensayo, a un nivel de 5 tn/ha de estiércol los ecotipos Lasta Púrpura, Saihua Rosada y Saihua Roja muestran valores de 22.82, 21.11 y 20.16 g de fitomasa/planta respectivamente con un leve incremento en el peso de fitomasa.

En la misma Figura 19, se observa a un nivel de 10 tn/ha de estiércol los ecotipos Lasta Púrpura, Saihua Rosada y Saihua Roja presentan un incremento en valores en peso de 23.51, 22.53 y 21.6 g de fitomasa/planta respectivamente. A un nivel de 15 tn/ha de estiércol los ecotipos Lasta Púrpura, Saihua Rosada y Saihua Roja los cuales muestran valores de incremento de 23.51, 23.01 y 21.81 g de fitomasa/planta respectivamente.



**Figura 19. Peso de fitomasa de planta individual de los tratamientos.**

#### 4.4.5. Peso de grano de planta individual (g/planta)

En el Cuadro 19, se presenta el análisis de varianza (ANVA) para el peso de grano de planta individual.

**Cuadro 19. Análisis de varianza del peso de grano de planta individual.**

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	PROB.\$F
Bloques	3	1.23	0.41	3.10	0.0434 NS
Ecotipos (A)	2	2.61	1.30	9.81	0.0006 **
Error (a)	6	3.75	0.62	4.70	
Niveles de fertilización (B)	3	2.29	0.76	5.75	0.0036 **
Ecotipos por niveles(AxB)	6	0.50	0.08	0.64	0.6998 NS
Error (b) ó (experimental)	27	3.59	0.13		
Total	47	14.01			
Coeficiente de Variación.	<b>3.98 %</b>				

\*\* Altamente significativo

NS no significativo

En el Cuadro 19, se observa el ANVA donde no existen diferencias significativas entre bloques. Para el factor ecotipos (A) muestra que existen diferencias altamente significativas entre los ecotipos. El factor (B) niveles de fertilización con estiércol, presenta que existen diferencias altamente significativas entre los diferentes niveles, entonces se puede decir que las cantidades aplicadas de estiércol hicieron efecto en el peso de grano de planta individual. En la interacción ecotipos por niveles de fertilización es no significativo.

El coeficiente de variación es de 3.98 % siendo los datos obtenidos en campo confiables al ser el valor menor al 30 % de CV Calzada, (1982).

#### 4.4.5.1. Prueba Duncan para el peso de grano de planta individual de ecotipos

En el Cuadro 20, se presenta los promedios de los ecotipos (A).

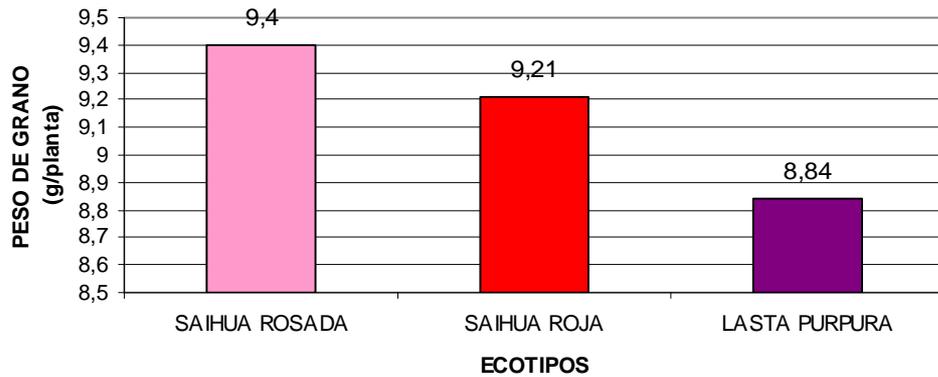
**Cuadro 20. Prueba Duncan para el peso de grano de planta individual de ecotipos.**

<b>SIMBOLO</b>	<b>ECOTIPOS</b>	<b>PESO (g / planta)</b>	<b>PRUEBA DUNCAN (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
A3	Saihua Rosada	9.40	A
A1	Saihua Roja	9.21	A
A2	Lasta Púrpura	8.84	B

En el Cuadro 20, se observan que los ecotipos Saihua Rosada y Saihua Roja con pesos mayores en promedio de 9.40 y 9.21 g de grano/planta superiores al ecotipo Lasta Púrpura que presenta un valor menor de 8.84 g de grano/planta.

En la Figura 20, se observa que los ecotipos manifestaron genéticamente su característica inherente respecto al peso de grano de planta individual. Los ecotipos Saihua manifiestan pesos mayores debido a la característica de presentar un hábito de crecimiento erecto con ramificaciones paralelas al tallo principal, su característica genética hace que se produzca mayor cantidad de grano, por aprovechar de mejor manera los nutrientes minerales, el agua, la humedad del suelo y radiación solar.

También en la Figura 20, se muestra la característica morfológica del ecotipo Lasta Púrpura la cual presenta un crecimiento ramificado con ramas laterales que alcanzan la altura de las ramas centrales, llegando a no diferenciarse con el tallo principal, su característica genética hace que produzca menor cantidad de grano, esto no se debe por el mal aprovechamiento de los nutrientes minerales, el agua, la humedad del suelo, radiación solar, al contrario todo lo sintetizado es transformado en follaje característica del ecotipo.



**Figura 20. Peso de grano de planta individual de ecotipos.**

El peso de grano de planta individual, se atribuye su peso a la densidad de siembra, competencia de luz, la madurez fisiológica y época de cosecha (Vidaurre, 2002).

#### 4.4.5.2. Prueba Duncan para el peso de grano de planta individual en niveles de fertilización

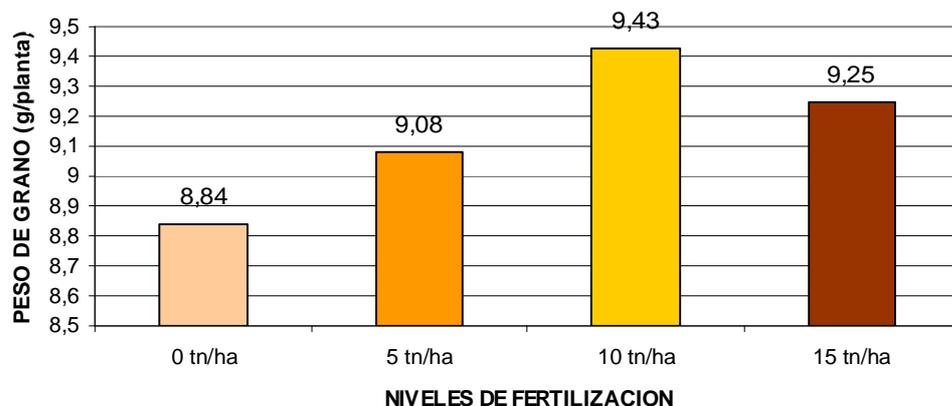
En el Cuadro 21, se muestra las medias de los niveles de fertilización (B).

**Cuadro 21. Prueba Duncan para el peso de grano de planta individual en niveles de fertilización.**

SIMBOLO	NIVELES	PESO (g/planta)	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha = 0.05$ )
B3	10 tn/ha	9.43	A
B4	15 tn/ha	9.25	A B
B2	5 tn/ha	9.08	B C
B1	0 tn/ha	8.84	C

En el Cuadro 21, se observan que los niveles de 10 y 15 tn/ha de estiércol cuyos pesos son mayores y similares con valores de 9.43 y 9.25 g de grano/planta respectivamente. Los niveles de 15 y 5 tn/ha de estiércol con pesos intermedios y similares de 9.25 y 9.08 g de grano/planta y los niveles de 5 y 0 tn/ha de estiércol con pesos menores e iguales de 9.08 y 8.84 g de grano/planta respectivamente. Los niveles de 10 tn/ha de estiércol y el testigo con valores de 9.43 y 8.84 g de grano/planta muestran la diferencia estadística del peso de grano de planta individual respectivamente.

En la Figura 21, se muestra que a un nivel de 0 tn/ha de estiércol presenta un peso menor de grano de planta individual atribuible a la no aplicación de estiércol, al contrario el nivel de 5 tn/ha de estiércol presenta un incremento en peso y es insuficiente la cantidad de estiércol suministrado que no favoreció al peso de grano. A un nivel de 10 tn/ha de estiércol muestra un mayor incremento en el peso de grano se atribuye a la aplicación de la dosis adecuada de elementos nutritivos contenidos en el estiércol, mientras a un nivel de 15 tn/ha de estiércol el peso de grano presenta un decremento por exceso de elementos contenidos en el estiércol, influyendo en el peso de grano.



**Figura 21. Peso de grano de planta individual en niveles de fertilización.**

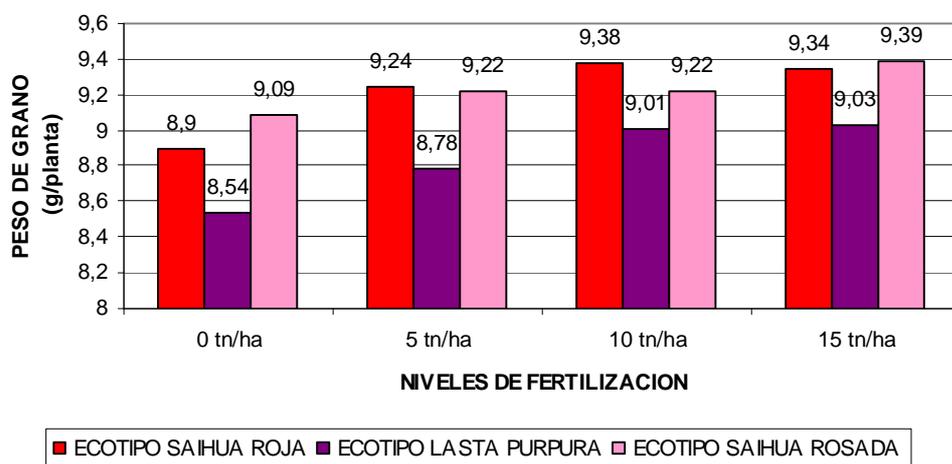
Las cantidades aportadas de nutrientes varían de acuerdo a los niveles de 5, 10 y 15 tn/ha de estiércol, estas poseen las siguientes cantidades de elementos nutritivos aportadas al suelo 54.67-18.63-72.49, 109.35-37.26-144.99 y 164.03-55.89-217.48 kg/ha de nitrógeno (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) y potasio ( $K_2O$ ) respectivamente contenidos en el estiércol de llama.

Se afirma que el nitrógeno en la planta juega un papel muy importante, el cual tiene la función de dar mayor desarrollo al follaje, en cambio el fósforo favorece en la época de la floración y fructificación, por tanto a la producción de grano, el potasio influye en el sabor, color, olor y la conservación del fruto, tal como menciona (Chilon, 1997).

#### 4.4.5.3. Peso de grano de planta individual de los tratamientos

En la Figura 22, se observan las variaciones respecto al peso de grano de planta individual que en el nivel 0 tn/ha de estiércol o testigo los ecotipos Saihua Rosada, Saihua Roja y Lasta Púrpura, muestran valores de 9.09, 8.9 y 8.54 g de grano/planta respectivamente, sirven para la comparación de los pesos de ecotipos del ensayo, a un nivel de 5 tn/ha de estiércol, los ecotipos Saihua Roja, Saihua Rosada y Lasta Púrpura muestran valores de 9.24, 9.22 y 8.78 g de grano/planta respectivamente, con un leve incremento en el peso de grano de planta individual.

También en la Figura 22, se observa a un nivel de 10 tn/ha de estiércol los ecotipos Saihua Roja, Saihua Rosada y Lasta Púrpura presentan valores superiores con un incremento en el peso de 9.38, 9.22 y 9.01 g de grano/planta respectivamente, en el nivel de 15 tn/ha de estiércol los ecotipos Lasta Púrpura, Saihua Rosada y Saihua Roja los cuales muestran valores de incremento y decremento de 9.39, 9.34 y 9.03 g de grano/planta respectivamente.



**Figura 22. Peso de grano de planta individual de los tratamientos.**

#### 4.4.6. Peso de broza de planta individual (g/planta)

El análisis de varianza (ANVA) del peso de broza de planta individual se presenta en el Cuadro 22.

**Cuadro 22. Análisis de varianza del peso de broza de planta individual.**

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	PROB.>F
Bloques	3	3.12	1.04	0.95	0.4284 NS
Ecotipos (A)	2	39.30	19.65	17.99	0.0001 **
Error (a)	6	11.36	1.89	1.73	
Niveles de fertilización (B)	3	38.92	12.97	11.88	0.0001 **
Ecotipos por niveles(AxB)	6	4.71	0.78	0.72	0.6372 NS
Error (b) ó (experimental)	27	29.49	1.09		
Total	47	126.94			
Coeficiente de Variación.	8.34 %				

\*\* Altamente significativo  
NS no significativo

En el Cuadro 22, se muestra el ANVA donde no existen diferencias significativas entre bloques. Para el factor ecotipos (A) existen diferencias altamente significativas entre los ecotipos. El factor niveles de fertilización con estiércol (B) presenta diferencias altamente significativas entre los niveles de fertilización, la aplicación de estiércol fue favorable. En la interacción ecotipos por niveles de fertilización es no significativo. El coeficiente de variación de 8.34 % hace que el manejo de datos sea confiable y aceptable al ser el valor menor al 30 %, para ensayos de campo (Calzada, 1982).

##### 4.4.6.1. Prueba Duncan para el peso de broza de planta individual de ecotipos

En el Cuadro 23, se muestra la comparación de promedios de ecotipos (A).

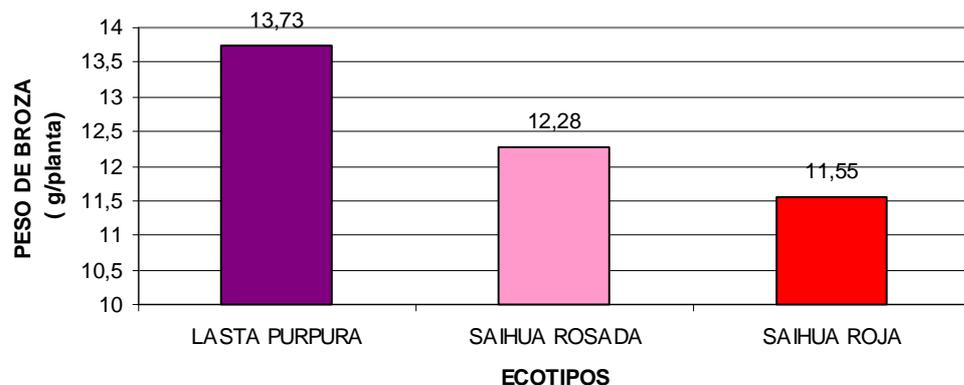
**Cuadro 23. Prueba Duncan para el peso de broza de planta individual de ecotipos.**

SIMBOLO	ECOTIPOS	PESO (g / planta)	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha = 0.05$ )
A2	Lasta Púrpura	13.73	A
A3	Saihua Rosada	12.28	B
A1	Saihua Roja	11.55	B

En el Cuadro 23, se observan al ecotipo Lasta Púrpura con un valor superior de 13.73 g de broza/planta, los ecotipo Saihua Rosada y Saihua Roja presentan pesos menores y similares en promedio de 12.28 y 11.55 g de broza/planta respectivamente.

En la Figura 23, el ecotipo Lasta Púrpura presenta el mayor peso de broza de planta individual debido a su característica morfológica, genética propia y su hábito de crecimiento ramificado, con muchas ramas que desarrollan sin diferenciarse del tallo principal, esta característica permite la eficiencia de la producción de material vegetal a través de la captura de la mayor cantidad de luz solar, conservación de la humedad del suelo y una excelente absorción de nutrientes minerales en forma de iones.

En la Figura 23, se puede observar que los ecotipos Saihua Rosada y Saihua Roja presentan pesos de broza de planta individual menores por la manifestación de sus características genotípicas propias y su hábito de crecimiento erecto, con ramas que crecen paralelos al tallo principal, al completar la madurez fisiológica presenta el mayor número de hojas en la parte superior de la planta, por lo tanto se afirma que no son buenas productoras de material vegetal. Las diferencias también se deben a los conceptos descritos en el rendimiento en broza.



**Figura 23. Peso de broza de planta individual de ecotipos.**

#### **4.4.6.2. Prueba Duncan para el peso de broza de planta individual en niveles de fertilización.**

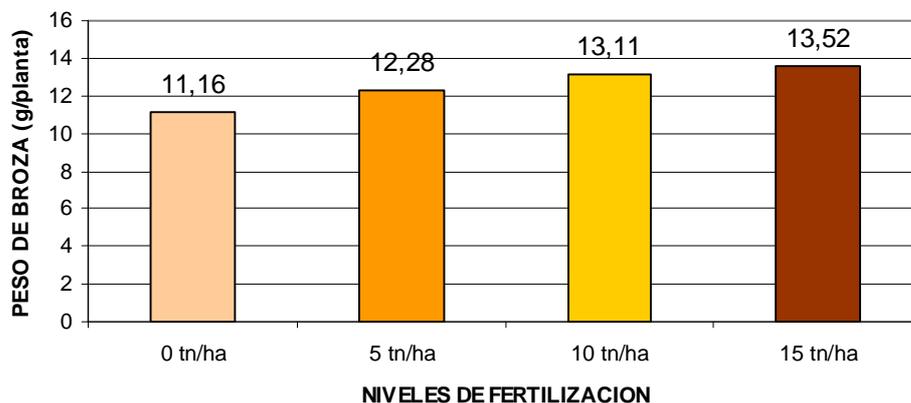
En el Cuadro 24, se muestra las medias de los niveles de fertilización (B).

**Cuadro 24. Prueba de Duncan para el peso de broza de planta individual en niveles de fertilización.**

SIMBOLO	NIVELES	PESO (g/planta)	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha = 0.05$ )
B4	15 tn/ha	13.52	A
B3	10 tn/ha	13.11	A B
B2	5 tn/ha	12.28	B
B1	0 tn/ha	11.16	C

En el Cuadro 24, se muestran que a un nivel de 15 y 10 tn/ha de estiércol conforman el grupo con pesos mayores de 13.52 y 13.11 g de broza/planta respectivamente y el nivel de 10 y 5 tn/ha de estiércol conforma otro grupo similar con pesos intermedios de 13.11 y 12.28 g de broza/planta respectivamente, por ultimo el nivel de 0 tn/ha de estiércol o testigo con un peso inferior de 11.16 g de broza/planta.

En la Figura 24, se observa un incremento en los pesos de broza de planta individual de acuerdo al nivel de estiércol suministrado, en el nivel 0 tn/ha de estiércol reporta un peso bastante menor respecto a los otros niveles y sirve para comparar los pesos logrados por los diferentes niveles. A un nivel de 5 tn/ha de estiércol se incrementa levemente el peso, debido a la insuficiente cantidad de estiércol suministrado a la planta. Al nivel de 10 tn/ha de estiércol el peso incrementa respecto al nivel inferior. A un nivel de 15 tn/ha de estiércol el incremento de peso aumenta por efecto de la alta cantidad de nitrógeno contenidos en el estiércol suministrado.



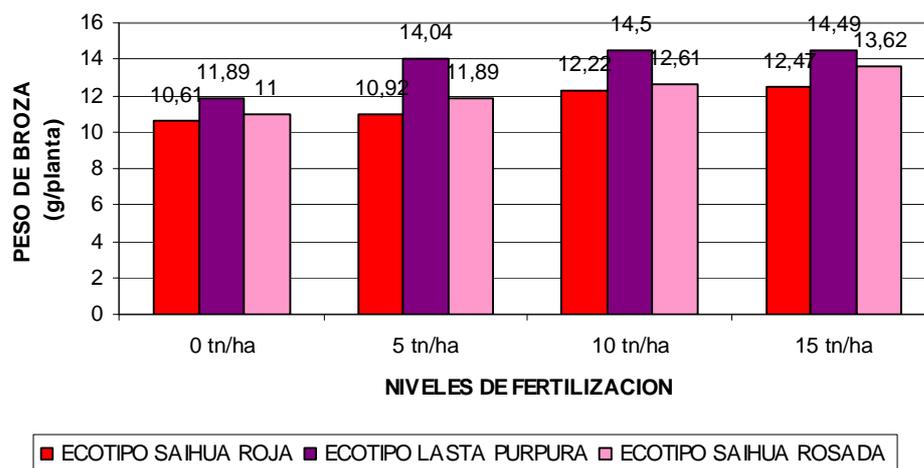
**Figura 24. Peso de broza de planta individual en niveles de fertilización.**

Se puede afirmar que a mayor suministro de elementos nutritivos como el nitrógeno contenido en el estiércol causa el mayor desarrollo de la parte aérea y no las raíces, a un exceso de nitrógeno suministrado a la planta retarda en la floración, fructificación y maduración de las plantas (Chilon, 1997).

#### 4.4.6.3. Peso de broza de planta individual de los tratamientos

En la Figura 25, se observan las variaciones respecto al peso de grano de planta individual que a un nivel de 0 tn/ha de estiércol o testigo los ecotipos Lasta Púrpura, Saihua Rosada y Saihua Roja muestran valores de 11.89, 11 y 10.61 g de broza/planta respectivamente sirven para la comparación de los pesos de los ecotipos del ensayo, a un nivel de 5 tn/ha de estiércol los ecotipos Lasta Púrpura, Saihua Rosada y Saihua Roja muestran valores de 14.04, 11.89 y 10.92 g de broza/planta respectivamente, con un leve incremento en el peso de broza de planta individual.

En la misma Figura 25, se observa a un nivel de 10 tn/ha de estiércol los ecotipos Lasta Púrpura, Saihua Rosada y Saihua Roja presentan valores superiores con un incremento en el peso de 14.5, 12.61 y 12.22 g de broza/planta respectivamente, en el nivel de 15 tn/ha de estiércol los ecotipos Lasta Púrpura, Saihua Rosada y Saihua Roja los cuales muestran valores de incremento y decremento de 14.49, 13.62 y 12.47 g de broza/planta respectivamente.



**Figura 25. Peso de broza de planta individual de los tratamientos.**

#### 4.4.7. Índice de cosecha

En el Cuadro 25, se presenta el análisis de varianza (ANVA) del índice de cosecha.

**Cuadro 25. Análisis de varianza del índice de cosecha.**

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	PROB.>F
Bloques	3	0.0278	0.006	2.40	0.0896 NS
Ecotipos (A)	2	0.1549	0.129	49.36	0.0001 **
Error (a)	6	0.0261	0.003	1.43	
Niveles de fertilización (B)	3	0.0606	0.020	7.91	0.0006 **
Interacción (AxB)	6	0.0099	0.001	0.43	0.8492 NS
Error (b) ó (experimental)	27	0.0711	0.002		
Total	47	0.3506			
Coeficiente de Variación.	13.32 %				

\*\* Altamente significativo  
NS no significativo

En el Cuadro 25, se observa el ANVA donde los bloques presentan diferencias no significativas. Para el factor ecotipos (A) existen diferencias altamente significativas por la manifestación genética de los ecotipos. El factor niveles de fertilización (B) muestra que existen diferencias altamente significativas entre los niveles de fertilización, lo cual indica que los niveles de estiércol aplicados tuvieron un efecto favorable en esta variable. La interacción ecotipos por niveles de fertilización es no significativo. El coeficiente de variación es de 13.32 %, se encuentra en un rango de 9 a 30 % siendo confiables para ensayos de campo (Calzada, 1982).

##### 4.4.7.1. Prueba Duncan para el Índice de cosecha de ecotipos

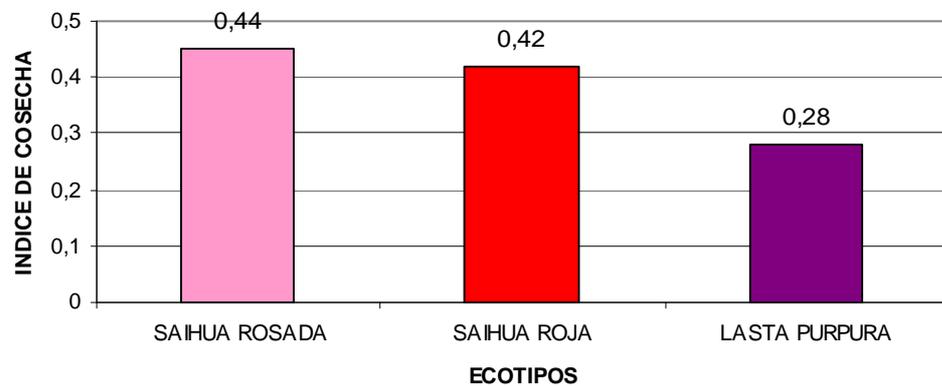
En el Cuadro 26, se presenta la comparación de promedios de ecotipos (A).

**Cuadro 26. Prueba Duncan para el índice de cosecha de ecotipos.**

SIMBOLO	ECOTIPOS	INDICE DE COSECHA	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha = 0.05$ )
A3	Saihua Rosada	0.44	A
A1	Saihua Roja	0.42	A
A2	Lasta Púrpura	0.28	B

En el Cuadro 26, se observa que los ecotipos Saihua Rosada y Saihua Roja presentan índices de cosecha mayores y similares con valores de 0.44 ó 44 % y 0.42 ó 42 % respectivamente y ecotipo Lasta Púrpura muestra un índice de cosecha menor de 0.28 ó 28 %.

En la Figura 26, se observan las diferencias entre los ecotipos Saihua Rosada y Saihua Roja con índices de cosecha mayores lo cual indica la eficiencia en la conversión de producto comercial los cuales son recomendados para la producción de grano y no así para la producción de broza, al contrario el ecotipo Lasta Púrpura no es eficiente en la conversión de producto comercial por el menor índice de cosecha presentado, el ecotipo no es recomendado para la producción de grano, si para la producción de broza como forraje.



**Figura 26. Índice de cosecha en ecotipos.**

Se afirma que los índices de cosecha nos indican la eficiencia de los ecotipos para convertir la materia seca total producida en un producto comercial como el grano, si el índice de cosecha es 0.30 ó 30 % significa del total del peso seco de la planta el 30 % es el producto comercial en este caso el grano y el 70 % es el sub producto en broza, tal como indica (Quispe, 2003).

#### **4.4.7.2. Prueba Duncan para el Índice de cosecha en niveles de fertilización**

En el Cuadro 27, se muestra las medias de los niveles de fertilización (B).

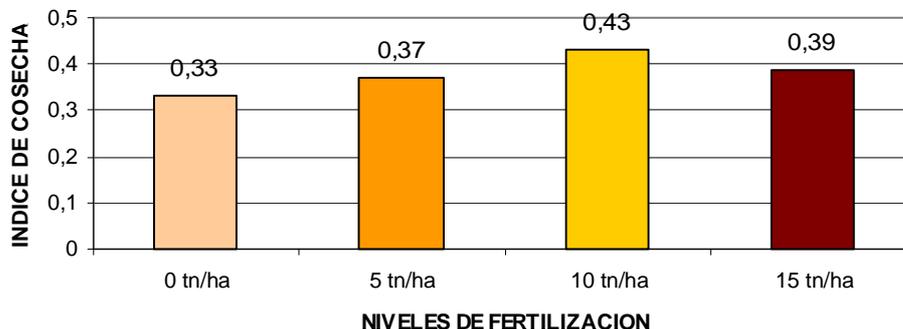
**Cuadro 27. Prueba Duncan para el índice de cosecha en niveles de fertilización.**

SIMBOLO	NIVELES	INDICE DE COSECHA	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha = 0.05$ )
B3	10 tn/ha	0.43	A
B4	15 tn/ha	0.39	A B
B2	5 tn/ha	0.37	B
B1	0 tn/ha	0.33	C

En el Cuadro 27, se observan que los niveles de 10 y 15 tn/ha de estiércol presentan similitud en el índice de cosecha con valores mayores de 0.43 ó 43% y 0.39 ó 39% respectivamente, a un nivel de 15 y 5 tn/ha de estiércol los índices de cosecha son similares e intermedios de 0.39 ó 39% y 0.37 ó 37% respectivamente y el nivel de 0 tn/ha de estiércol reporta un índice de cosecha menor de 0.33 ó 33%.

En la Figura 27, se observa un incremento del índice de cosecha a medida que aumenta el nivel aplicado y un decremento en el ultimo nivel, al nivel de 0 tn/ha de estiércol se presenta un bajo índice de cosecha debido a la no aplicación de estiércol, a un nivel de 5 tn/ha de estiércol muestra el índice de cosecha con un leve incremento.

En la misma Figura 27, a un nivel de 10 tn/ha de estiércol presenta el mayor incremento del índice de cosecha y por tanto la eficiente conversión de producto comercial, los elementos nutritivos contenidos en el estiércol influyeron en la floración y fructificación, a un nivel de 15 tn/ha de estiércol presenta un decremento en el índice de cosecha por efecto de la adición en exceso de estiércol.

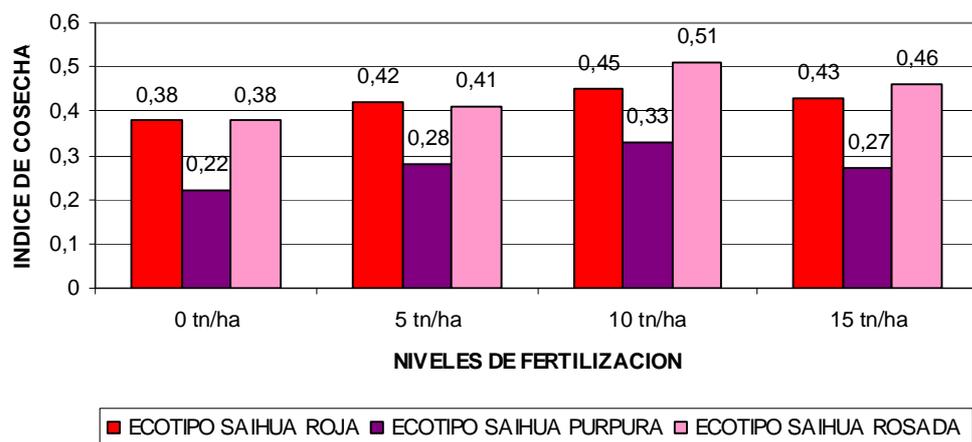
**Figura 27. Índice de cosecha en niveles de fertilización.**

El sistema radicular fue eficiente en la absorción de nutrientes, como también los procesos fisiológicos fueron eficientes para convertir la materia seca total producida en un producto comercial, si el índice de cosecha es 0.40 significa que del total del peso seco de la planta el 40 % es el producto comercial en grano y el 60 % es el sub producto en broza tal como indica (Quispe, 2003).

#### 4.4.7.3. Índice de cosecha de los tratamientos

En la Figura 28, se observan las variaciones respecto al índice de cosecha, a un nivel de 0 tn/ha de estiércol o testigo los ecotipos Saihua Rosada, Saihua Roja y Lasta Púrpura muestran valores menores de 0.38, 0.38 y 0.22 de índice de cosecha. A un nivel de 5 tn/ha de estiércol los ecotipos Saihua Roja, Saihua Rosada y Lasta Púrpura muestran un leve incremento en valores de 0.42, 0.41 y 0.28 de índice de cosecha respectivamente.

En la misma Figura 28, se observan variaciones, a un nivel de 10 tn/ha de estiércol los ecotipos Saihua Rosada, Saihua Roja y Lasta Púrpura presentan incremento con respecto al nivel inferior en valores de 0.51, 0.45 y 0.33 de índice de cosecha. A un nivel de 15 tn/ha de estiércol los ecotipos Saihua Rosada, Saihua Roja y Lasta Púrpura muestran un decremento en valores de 0.46, 0.43 y 0.27 de índice de cosecha respectivamente.



**Figura 28. Índice de cosecha en los tratamientos.**

#### 4.4.8. Diámetro de grano (mm)

En el Cuadro 28, se presenta el análisis de varianza (ANVA) para el diámetro de grano.

**Cuadro 28. Análisis de varianza del diámetro de grano.**

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	PROB.\$F
Bloques	3	0.014	0.004	1.11	0.36.4 NS
Ecotipos (A)	2	0.000	0.000	0.03	0.9712 NS
Error (a)	6	0.048	0.008	1.86	
Niveles de fertilización (B)	3	0.028	0.009	2.23	0.1080 NS
Interacción (AxB)	6	0.008	0.001	0.32	0.9193 NS
Error (b) ó (experimental)	27	0.117	0.004		
Total	47	0.217			
Coeficiente de Variación.	<b>5.71 %</b>				

NS no significativo

En el Cuadro 28, se muestra el ANVA donde no existen diferencias significativas en las fuentes de variación. El coeficiente de variación es de 5.71 % los datos obtenidos son confiables para trabajos de campo (Calzada, 1982). Los datos obtenidos en diámetro de grano varían entre 0.9 – 1.3 mm los cuales son similares a los obtenidos por (Quispe, 1999), (Mamani, 1994) y (Copeticona, 2000), los cuales tienen un rango de 0.8 hasta 1.25.

#### 4.4.9. Relación hoja-tallo

En el Cuadro 29, se muestra el análisis de varianza (ANVA) de la relación hoja-tallo.

**Cuadro 29. Análisis de varianza de la relación peso hoja-tallo.**

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	PROB.\$F
Bloques	3	0.0144	0.0048	0.30	0.8278 NS
Ecotipos (A)	2	0.4398	0.2199	13.54	0.0001 **
Error (a)	6	0.1466	0.0244	1.50	
Niveles de fertilización (B)	3	0.0184	0.0061	0.38	0.7897 NS
Interacción (AxB)	6	0.1072	0.0178	1.10	0.3877 NS
Error (b) ó (experimental)	27	0.4386	0.0162		
Total	47	1.1652			
Coeficiente de Variación.	14.85 %%				

\*\* Altamente significativo

NS no significativo

En el Cuadro 29, del ANVA se observa que no existen diferencias significativas entre bloques. Para el factor ecotipos (A) existen diferencias altamente significativas entre los ecotipos por sus manifestaciones genéticas. El factor niveles de fertilización (B) muestra que no existen diferencias significativas entre los niveles aplicados de estiércol de llama. En la interacción ecotipos por niveles de fertilización es no significativo.

El coeficiente de variación es de 14.85 %, valor que se encuentra en un rango de 9 a 30 % aceptable para trabajos de investigación en campo (Calzada, 1982).

#### 4.4.9.1. Prueba Duncan para la relación hoja-tallo de ecotipos

En el Cuadro 30, se muestra la comparación de promedios de ecotipos (A).

**Cuadro 30. Prueba Duncan para la relación hoja-tallo de ecotipos.**

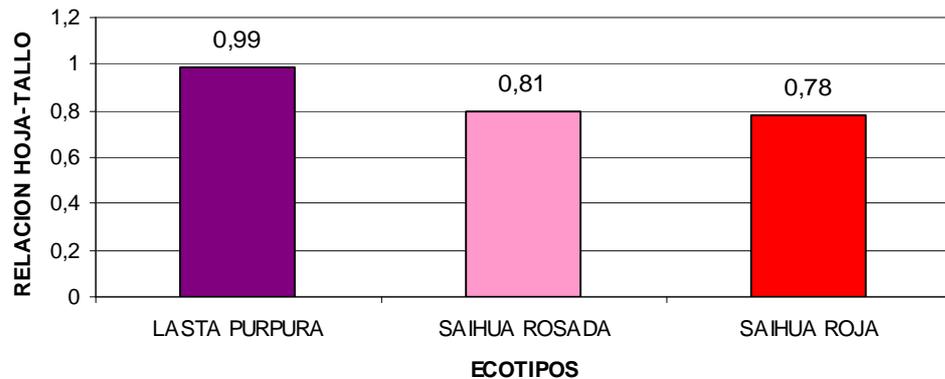
SIMBOLO	ECOTIPOS	RELACION HOJA-TALLO	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha = 0.05$ )
A2	Lasta Púrpura	0.99	A
A3	Saihua Rosada	0.80	B
A1	Saihua Roja	0.78	B

En el Cuadro 30, se observa que el ecotipo Lasta Púrpura presenta una mayor relación hoja-tallo con un valor de 0.99, los ecotipos Saihua Rosada y Saihua Roja con valores similares y menores de 0.80 y 0.78 de relación hoja-tallo respectivamente.

En la Figura 29, la alta relación hoja-tallo del ecotipo Lasta Púrpura se debe a la característica morfológica y genética de presentar un mayor desarrollo en follaje abultado con una ramificación que nace desde la base, presentando mayor número de ramas y hojas, la alta relación nos indica que en un 99 % de la planta sin el grano es aprovechable la broza como forraje.

En la misma Figura 29, la baja relación hoja-tallo de los ecotipos Saihua se debe a la escasa presencia de follaje, este comportamiento es atribuible al hábito de crecimiento erecto y las ramas crecen paralelas al tallo principal en las que el número de ramas y

hojas es menor, la menor relación de los ecotipos Saihua Rosada de 80 % y Saihua Roja de 78 %, valores que indican que del 100 % solo ese porcentaje es aprovechable como forraje.



**Figura 29. Relación hoja-tallo de ecotipos.**

La relación hoja-tallo nos sirve para valorar el contenido en proteína que posee como forraje, por tanto los ecotipos de kañawa presentan esa característica de ser adecuadas para forraje como alimento para el ganado tal como indica (CIF, 1989).

#### 4.4.10. Relación parte aérea-raíz

En el Cuadro 31, se presenta el análisis de varianza (ANVA) de la relación parte aérea-raíz.

**Cuadro 31. Análisis de varianza de la relación parte aérea-raíz.**

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	PROB.>F
Bloques	3	698.59	232.86	3.92	0.0192 *
Ecotipos (A)	2	408.11	204.05	3.43	0.0469 *
Error (a)	6	650.03	108.33	1.82	
Niveles de fertilización (B)	3	194.69	64.89	1.09	0.3694 NS
Interacción (AxB)	6	683.39	113.89	1.92	0.1145 NS
Error (b) ó (experimental)	27	1604.62	59.43		
Total	47	4239.39			
Coefficiente de Variación.	25.57 %				

\* Significativo

NS no significativo

En el Cuadro 29, del ANVA se muestra que existen diferencias significativas entre bloques, lo cual indica que el suelo es heterogéneo. Para el factor ecotipos (A) existen diferencias significativas entre los ecotipos. El factor niveles de fertilización (B) no presenta diferencias significativas entre los niveles. En la interacción ecotipos por niveles de fertilización es no significativo.

El coeficiente de variación es de 25.57 %, en un rango de 9 a 30 % de CV es un coeficiente que nos indica que los datos obtenidos son confiables, (Calzada, 1982).

#### 4.4.10.1. Prueba Duncan para la relación parte aérea-raíz de ecotipos

En el Cuadro 32, se presenta la comparación de promedios de ecotipos (A).

**Cuadro 32. Prueba Duncan para la relación parte aérea-raíz de ecotipos.**

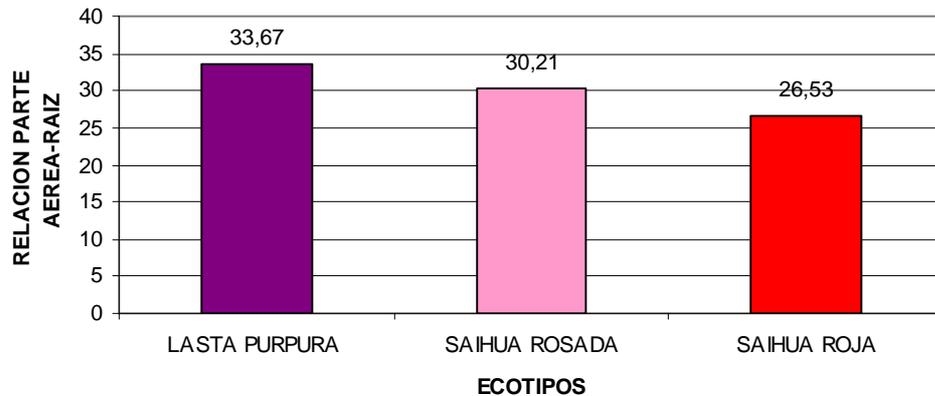
<b>SIMBOLO</b>	<b>ECOTIPOS</b>	<b>RELACION PARTE AEREA-RAIZ</b>	<b>PRUEBA DUNCAN (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
A2	Lasta Púrpura	33.67	A
A3	Saihua Rosada	30.21	A B
A1	Saihua Roja	26.53	B

En el Cuadro 32, se muestra que los ecotipos Lasta Púrpura y Saihua Rosada presentan valores superiores e iguales de la relación parte aérea-raíz de 33.67 y 30.21 respectivamente. Los ecotipos Saihua Rosada y Saihua Roja presentan valores similares e inferiores en la relación parte aérea-raíz de 30.21 y 26.53 respectivamente.

En la Figura 30, se observan las diferencias de la relación parte aérea-raíz se debe a las manifestaciones morfológicas y genéticas de cada ecotipo, la superioridad del ecotipo Lasta Púrpura se debe al hábito de crecimiento ramificado y al mayor desarrollo de la parte aérea como ser: mayor número de ramas con un follaje frondoso de hojas y frutos a comparación del peso de la raíz.

Los ecotipos Saihua Rosada y Saihua Roja presentan un hábito de crecimiento erecto y presenta un menor número de ramas con un follaje reducido de hojas y frutos,

comparado con el peso que posee la raíz, hacen la diferencia en la menor relación parte aérea-raíz.



**Figura 30. Relación parte aérea-raíz de ecotipos.**

Se afirma que la mayor relación parte aérea-raíz del ecotipo Lasta Púrpura es de 33.6 : 1 es decir 33.6 veces al peso de la raíz, está relación nos expresa que del total de la planta el 32.6 partes es aprovechable como grano y forraje por 1 parte de la raíz que no es aprovechable de los 33.6 veces.

Como también el ecotipo Saihua Rosada con una relación de 30.2 : 1 es decir 30.2 veces al peso de la raíz, muestra que del total de la planta el 29.2 partes es aprovechable como grano y forraje por 1 parte de la raíz que no es aprovechable de los 30.2 veces.

De la misma manera el ecotipo Saihua Roja con una relación de 26.5 : 1, muestra que la parte aérea es casi 26.5 veces al peso de la raíz lo cual indica que del total de la planta el 25.5 partes es aprovechable como grano y forraje por 1 parte de la raíz que no es aprovechable de los 26.5 veces.

#### **4.4.11. Altura de la planta (cm)**

En el Cuadro 33, se presenta el análisis de varianza (ANVA) para la altura de la planta.

**Cuadro 33. Análisis de varianza de la altura de la planta.**

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	PROB.>F
Bloques	3	248.88	94.96	4.40	0.0120 *
Ecotipos (A)	2	1430.57	715.28	33.16	0.0001 **
Error (a)	6	147.72	24.62	1.14	
Niveles de fertilización (B)	3	500.82	166.94	7.74	0.0007 **
Interacción (AxB)	6	139.68	23.28	1.08	0.3993 NS
Error (b) ó (experimental)	27	582.34	21.56	1.08	
Total	47	3086.04			
Coeficiente de Variación.	9.98 %				

\* Significativo      \*\* Altamente significativo      NS no significativo

En el Cuadro 33, se observa el ANVA donde muestra diferencias significativas en los bloques lo cual indica que el suelo que presentó condiciones heterogéneas. Para el factor ecotipos (A) existen diferencias altamente significativas entre los ecotipos. El factor niveles de fertilización (B) presenta diferencias altamente significativas, las cantidades aplicadas de estiércol hicieron efecto en la altura de la planta. En la interacción ecotipos por niveles de fertilización es no significativo. El coeficiente de variación es de 9.98 % los datos obtenidos en campo son aceptables, por encontrarse en un rango de 9 a 30 % de CV (Calzada, 1982).

#### 4.4.11.1. Prueba Duncan para la Altura de la planta de ecotipos

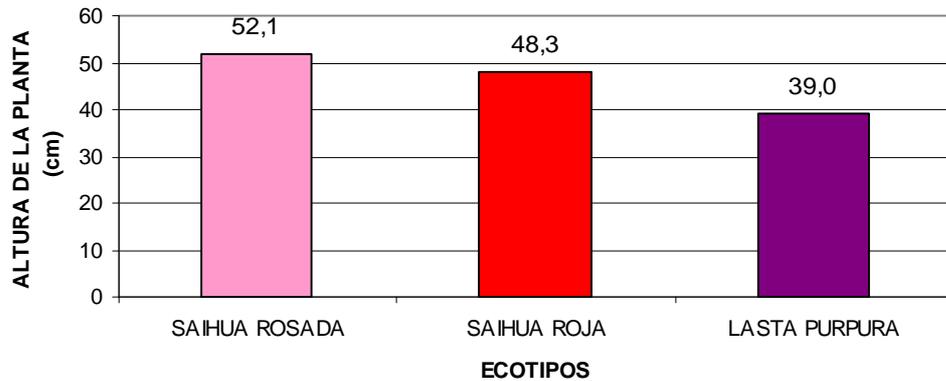
En el Cuadro 34, se presenta la comparación de promedios de ecotipos (factor A).

**Cuadro 34. Prueba Duncan para la altura de la planta de ecotipos.**

SIMBOLO	ECOTIPOS	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha = 0.05$ )
A3	Saihua Rosada	52.1	A
A1	Saihua Roja	48.3	B
A2	Lasta Púrpura	39.0	C

En el Cuadro 34, se observa que el ecotipo Saihua Rosada muestra el mayor crecimiento de altura de la planta con un valor de 52.1 cm, el ecotipo Saihua Roja con un crecimiento intermedio de altura de la planta de 48.3 cm y el ecotipo Lasta Púrpura con una altura de la planta menor de 39.0 cm.

En la Figura 31, se muestra que los ecotipos Saihua Rosada y Saihua Roja presenta un mayor crecimiento en altura de la planta, debido a su hábito de crecimiento erecto, que morfológicamente y genéticamente es una manifestación propia de los ecotipos Saihua, al contrario del ecotipo Lasta Púrpura presenta un menor crecimiento en altura de la planta por presentar el habito de crecimiento ramificado, debido a su manifestación morfológica y genética propia del ecotipo como se muestra en la Fotografía 1.



**Figura 31. Altura de la planta de ecotipos.**

Se afirma también que las alturas de la plantas registradas de los ecotipos en estudio, se deben a los efectos directos de los factores climáticos (precipitación, humedad y temperatura) favorables de la gestión agrícola 2002-2003 y al tipo de suelo franco con bastante contenido de materia orgánica, dichos factores hacen que se manifiesten las características agronómicas y genéticas propias de cada ecotipo.

El crecimiento de la altura de la planta es una manifestación del comportamiento agronómico de cada ecotipo, como también juega un papel importante la época de siembra como menciona (Copeticona, 2000), (Mamani, 1994) y (Quispe, 1999), reportan alturas de la planta menores.

#### **4.4.11.2. Prueba Duncan para la altura de la planta en niveles de fertilización**

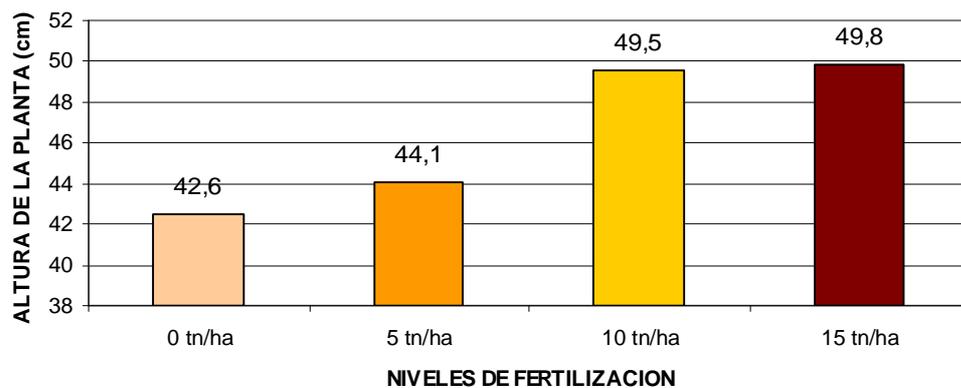
En el Cuadro 35, se muestra las medias de los niveles de fertilización (B).

**Cuadro 35. Prueba Duncan para la altura de la planta en niveles de fertilización.**

SIMBOLO	NIVELES	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PRUEBA DUNCAN ( $\alpha = 0.05$ )
B4	15 tn/ha	49.8	A
B3	10 tn/ha	49.5	A
B2	5 tn/ha	44.1	B
B1	0 tn/ha	42.6	B

En el Cuadro 35, se observan que los niveles de 15 y 10 tn/ha de estiércol presentan valores mayores y similares en altura de la planta de 49.8 y 49.5 cm. A niveles de 5 y 0 tn/ha de estiércol presentan alturas similares y menores de la planta de 44.1 y 42.6 cm respectivamente.

En la Figura 32, se observa un aumento de las alturas de la planta con respecto a los niveles aplicados, a un nivel de 0 tn/ha de estiércol la altura de la planta es menor por la no aplicación de fertilizante es un testigo frente a los otros niveles. A un nivel de 5 tn/ha de estiércol la altura de la planta presenta un leve aumento por efecto del aporte al suelo con elementos nutritivos de 54.67-18.63-72.49 Kg/ha de nitrógeno (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) y potasio ( $K_2O$ ), que no fueron suficientes para el crecimiento en altura.

**Figura 32. Altura de la planta en niveles de fertilización.**

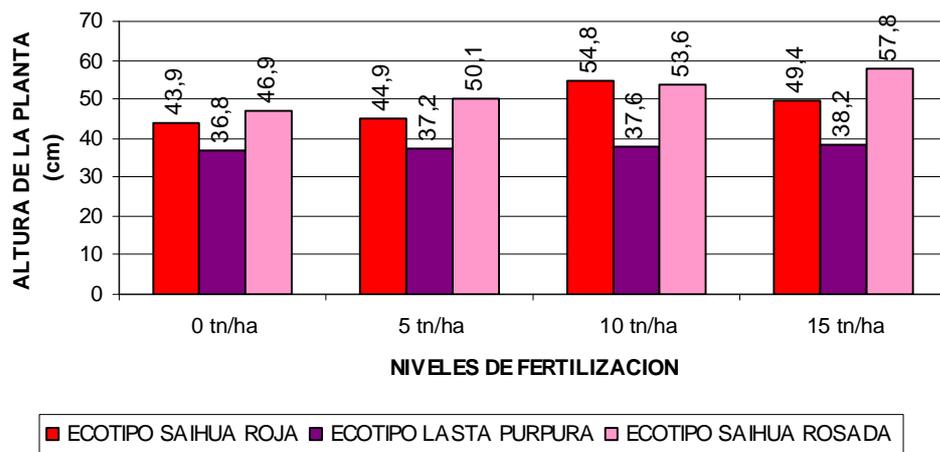
En la misma Figura 32, a un nivel de 10 tn/ha de estiércol presenta un mayor aumento en altura respecto al nivel inferior, las cantidades de elementos nutritivos aportados al suelo fueron de 109.35-37.26-144.99 Kg/ha de nitrógeno (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) y potasio ( $K_2O$ ). A un nivel de 15 tn/ha de estiércol se logro una altura de la planta mayor, se

puede atribuir a la alta cantidad de elementos nutritivos contenidos en el estiércol de 164.03-55.89-217.48 Kg/ha de nitrógeno (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) y potasio ( $K_2O$ ).

Se afirma que cuando se suministra mayor cantidad de estiércol, indirectamente se esta aplicando nitrógeno en cantidades elevadas la cual favorece a la planta para su alta velocidad de crecimiento, al contrario de una adición en menor cantidad de estiércol el desarrollo es inferior en altura, como también a un aumento de suministro de nitrógeno hace crecer más la parte aérea y no así las raíces de la planta, tal como menciona (Chilon, 1997).

#### 4.4.11.3. Altura de la planta de los tratamientos

En la Figura 33, se observan las variaciones respecto a la altura de la planta a medida que aumenta el nivel de estiércol de llama aplicado, a un nivel de 0 tn/ha de estiércol los ecotipos Saihua Rosada, Saihua Roja y Lasta Púrpura muestran valores de 46.9, 43.9 y 36.8 cm de altura de la planta respectivamente, a un nivel de 5 tn/ha de estiércol muestran un leve aumento en la altura de la planta los ecotipos Saihua Rosada, Saihua Roja y Lasta Púrpura con valores de 50.1, 44.9 y 37.5 cm respectivamente.



**Figura 33. Altura de la planta de los tratamientos.**

En la misma figura se observa a un nivel de 10 tn/ha de estiércol los ecotipos, Saihua Roja, Saihua Rosada y Lasta Púrpura, presentan un aumento en altura respecto al nivel inferior con valores de 54.8, 53.6 y 37.6 cm de altura de la planta, a un nivel de 15

tn/ha de estiércol los ecotipos Saihua Rosada, Saihua Roja y Lasta Púrpura muestran un leve aumento respecto al nivel inferior con valores de 57.8, 49.4 y 38.2 cm respectivamente de altura de la planta.

#### 4.5. Análisis económico parcial de la producción

El análisis de costos parciales se la realiza para recomendar al agricultor cual es el mejor tratamiento en el estudio realizado en la gestión agrícola 2002-2003 la cual utilizará para mejorar sus ingresos económicos.

El análisis económico se realizó de acuerdo a la metodología empleada y descrita en el manual "Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos" (CIMMYT, 1988).

El Cuadro 36, detalla los datos del estudio como el precio de campo de semilla, precio de campo fertilizante, mano de obra jornal adecuados a la región, un ajuste al rendimiento del 15 % y una tasa de retorno mínima del 100 %.

**Cuadro 36. Datos del estudio sobre la fertilización de ecotipos de kañawa.**

TRATAMIENTO	NIVELES DE FERTILIZACION (Kg/ha)	RENDIMIENTO MEDIO (Kg/ha)
1	0	1512.67
2	5	1980.75
3	10	2670.92
4	15	2259.58
<b>DATOS</b>		
Precio de campo semilla = 3 Bs/Kg		
Precio de campo fertilizante = 30 Bs/tn		
Mano de obra jornal = 20 Bs/día		
Ajuste al rendimiento = 15 %		
Tasa de retorno mínima = 100 %		

El Cuadro 37, muestra los diferentes niveles de fertilización de los costos de cada uno de los niveles de estiércol, lo cual es expresado para su evaluación en Bs/ha.

**Cuadro 37. Costos de los niveles de fertilización de ecotipos de kañawa.**

<b>CANTIDAD DE ESTIERCOL (Kg/ha)</b>	<b>COSTO DEL ESTIERCOL (Bs/ha)</b>
0	0.0
5000	250.0
10000	500.0
15000	750.0

El Cuadro 38, detalla la mano de obra en las diferentes actividades desarrolladas como la siembra, abonado, cosecha y post cosecha para cada uno de los tratamientos del estudio realizado.

**Cuadro 38. Costos de la mano de obra en niveles de fertilización de ecotipos de kañawa.**

<b>CONCEPTO</b>	<b>TRATAMIENTO</b>			
	<b>0 tn/ha (Bs/ha)</b>	<b>5 tn/ha (Bs/ha)</b>	<b>10 tn/ha (Bs/ha)</b>	<b>15 tn/ha (Bs/ha)</b>
Siembra	60.0	60.0	60.0	60.0
Abonado	0.0	77.2	154.4	231.4
Cosecha	92.6	92.6	92.6	92.6
Post cosecha	250.0	250.0	250.0	250.0
Total mano de obra (Bs/ha)	402.6	479.8	557.0	634.0

Para una mejor comprensión del Cuadro 39, se describe cada uno de las variables y tratamientos del presupuesto económico parcial según las recomendaciones y parámetros del (CIMMYT, 1988). Este es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos.

El rendimiento medio se muestra en la primera línea, para el rendimiento ajustado de la segunda línea se utilizó el 15 % de ajuste al rendimiento medio, el beneficio bruto se logró obtener multiplicando el rendimiento ajustado por 3 Bs/Kg de semilla, en las posteriores líneas se muestra los costos que varían y la mano de obra que fueron calculados en Bs/ha y en las dos ultimas líneas se presenta el total de costos que varían y los beneficios netos que es una diferencia entre los beneficios brutos de campo menos el total de costos que varían.

**Cuadro 39. Presupuesto económico parcial de los niveles de fertilización en cañawa.**

VARIABLES	TRATAMIENTO			
	0 tn/ha	5 tn/ha	10 tn/ha	15 tn/ha
Rendimiento medio (Kg/ha)	1512.67	1980.75	2670.92	2259.58
Rendimiento ajustado (Kg/ha)	1285.76	1683.63	2270.28	1920.64
Beneficios Brutos de campo(Bs/ha)	3857.28	5050.89	6810.84	5762.61
Costo de semilla (Bs/ha)	23.1	23.1	23.1	23.1
Costo del estiércol (Bs/ha)	0.0	250.0	500.0	750.0
Transporte estiércol (Bs/ha)	0.0	20.0	60.0	90.0
Costo de la yunta (Bs/ha)	120.0	120.0	120.0	120.0
Costo de la mano de obra (Bs/ha)	402.6	479.8	557.0	634.0
<b>Total de costos (Bs/ha)</b>	<b>545.7</b>	<b>892.9</b>	<b>1260.1</b>	<b>1617.1</b>
<b>Beneficio neto (Bs/ha)</b>	<b>3311.58</b>	<b>4157.99</b>	<b>5550.74</b>	<b>4145.51</b>
<b>Relación beneficio/costo</b>	<b>6.06</b>	<b>4.65</b>	<b>4.40</b>	<b>2.56</b>

En el Cuadro 40, se muestra el análisis de dominancia, se eliminan los tratamientos para simplificar el análisis, en la tercera columna se ordena ascendentemente el total costos que varían, la cuarta columna presenta los beneficios netos, en la quinta columna se muestra el tratamiento 4, presenta dominancia por presentar beneficio neto menor y se la identifica con la letra "D".

**Cuadro 40. Análisis de dominancia del estudio sobre los niveles de fertilización de ecotipos de cañawa.**

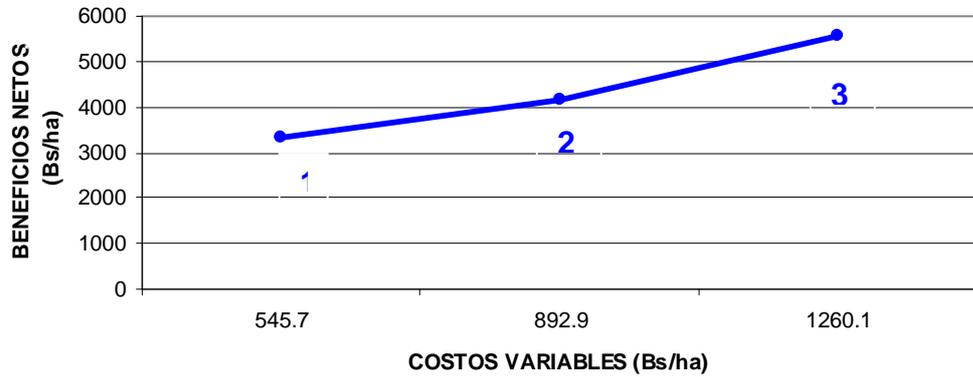
TRATAMIENTO	NIVELES DE FERTILIZACION (tn/ha)	TOTAL DE COSTOS QUE VARIAN (Bs/ha)	BENEFICIOS NETOS (Bs/ha)	DOMINANCIA "D"
1	0	545.7	3311.58	-
2	5	892.9	4157.99	-
3	10	1260.1	5550.74	-
4	15	1617.1	4145.51	"D"

En el Cuadro 41, se observa el análisis marginal, en la última columna la tasa de retorno marginal más alta es de 379.28 % la cual esta encima de la tasa de retorno mínima del 100 %, y significa que el agricultor cuando invierta 1 Bs. puede esperar a recobrar el Bs. 1 invertido y obtener más 3.79 Bs. adicionales con la fertilización.

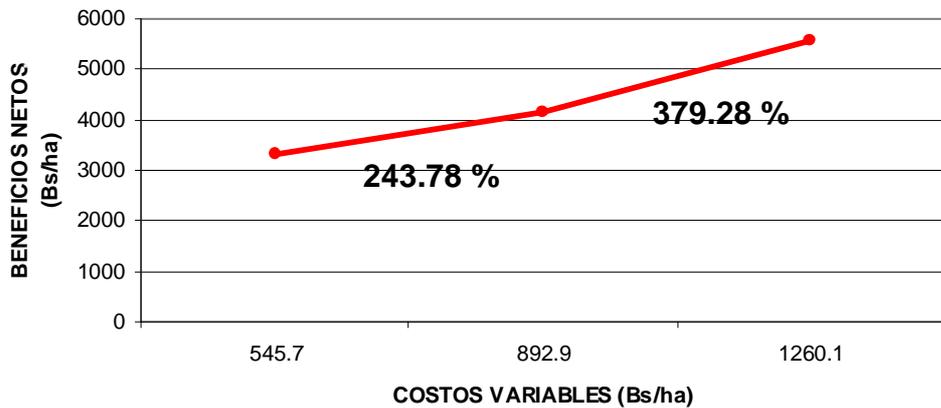
**Cuadro 41. Análisis marginal del estudio niveles de fertilización de ecotipos.**

TRATAMIENTO	COSTOS QUE VARIAN (Bs/ha)	COSTOS MARGINALES (Bs/ha)	BENEFICIOS NETOS (Bs/ha)	BENEFICIOS NETOS MARGINALES (Bs/ha)	TASA DE RETORNO MARGINAL (%)
1	545.7		3311.58		
2	892.9	347.2	4157.99	846.41	<b>243.78</b>
3	1260.1	367.2	5550.74	1392.75	<b>379.28</b>

En las siguientes Figuras 34 y 35, se muestran más objetivamente los rendimientos obtenidos, de beneficios netos y la tasa de retorno marginal en la cual se la presenta claramente en una curva ascendente de los tratamientos 1, 2 y 3. El tratamiento 4 se eliminó como se muestra en el Cuadro 38, por lo que no se la muestra en la Figura 34.



**Figura 34. Curva de beneficios netos de niveles de fertilización de ecotipos.**



**Figura 35. Curva de análisis marginal de niveles de fertilización de ecotipos.**

Entre el tratamiento 1 y 2 el porcentaje de la curva es de 243.78 % y del 2 al 3 el porcentaje de la pendiente es de 379.28 % superior a la primera la cual se explicó anteriormente el significado referente a este porcentaje alto.

## 5. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos del ensayo en campo y el respectivo análisis estadístico, se llega a las siguientes conclusiones:

- F** En el rendimiento de fitomasa del ecotipo Lasta Púrpura resultó ser la mejor con mayores rendimientos respecto a los ecotipos Saihua Roja y Saihua Rosada con menores rendimientos. Por otro lado al nivel de 10 tn/ha de estiércol aplicado reportó el mayor rendimiento de fitomasa, seguido por los niveles de 15 y 5 tn/ha de estiércol con rendimientos intermedios y a un nivel de 0 tn/ha de estiércol o testigo el rendimiento es menor.
  
- F** En el rendimiento de grano del ecotipo Saihua Rosada y Saihua Roja son las que presentan los mayores rendimientos en la producción de grano, el ecotipo Lasta Púrpura muestra el menor rendimiento en grano. La fertilización tuvo efecto en el rendimiento con el nivel de 10 tn/ha de estiércol con un valor mayor respecto a los otros tratamientos de 15 y 5 tn/ha de estiércol con rendimientos intermedios y el nivel de 0 tn/ha de estiércol o testigo muestra el menor rendimiento de grano.
  
- F** La superioridad del rendimiento de broza presentó el ecotipo Lasta Púrpura seguido de ecotipo Saihua Roja con un rendimiento intermedio y el ecotipo Saihua Rosada con un menor rendimiento de broza. Lo referente a los niveles de fertilización los resultados son no significativos.
  
- F** El ecotipo Lasta Púrpura presenta el mayor peso de fitomasa de planta individual, el ecotipo Saihua Rosada con un peso de fitomasa de planta individual intermedio y el ecotipo Saihua Roja con un menor peso de fitomasa de planta individual. A un nivel de 15 y 10 tn/ha de estiércol muestra los mayores pesos de fitomasa de planta individual respecto a los otros niveles, el nivel de 5 tn/ha de estiércol presentó un peso de fitomasa de planta individual intermedio y el nivel de 0 tn/ha de estiércol muestra el menor peso de fitomasa de planta individual.

- F** El peso de grano por planta muestra a los ecotipos Saihua Rosada y el ecotipo Saihua Roja con mayores pesos de grano de planta individual y el ecotipo Lasta Púrpura presenta un menor peso de planta individual. En cuanto a la fertilización al nivel de 10 y 15 tn/ha de estiércol se logró los mayores pesos de grano de planta individual, al nivel de 5 tn/ha de estiércol se obtuvo un peso de grano de planta individual intermedio y al nivel de 0 tn/ha de estiércol se reportó un menor peso de grano de planta individual.
- F** El ecotipo Lasta Púrpura presentó el mayor del peso de broza de planta individual, el ecotipo Saihua Rosada con un peso de broza de planta individual intermedio y el ecotipo Saihua Roja con un peso de broza de planta individual menor. En la fertilización los niveles de 15 y 10 tn/ha de estiércol presentaron mayores pesos de broza de planta individual, el nivel de 5 tn/ha de estiércol presentó el peso de broza de planta individual intermedio y el menor peso de broza de planta individual se presentó al nivel de 0 tn/ha de estiércol o testigo.
- F** El mayor índice de cosecha presentó el ecotipo Saihua Rosada, el ecotipo Saihua Roja muestra un índice de cosecha intermedio con respecto al ecotipo Lasta Púrpura con un índice de cosecha menor. A la aplicación de 10 tn/ha de estiércol se logró el mayor índice de cosecha, los niveles de 15 y 5 tn/ha de estiércol presentan índices de cosecha intermedios y el menor índice de cosecha se logro con el nivel de 0 tn/ha de estiércol aplicado.
- F** En el diámetro de grano los resultados fueron no significativos por el cual no se puede concluir mencionando cuales son los que presentaron los mayores o menores diámetros de grano.
- F** Se logró la mayor relación hoja-tallo con el ecotipo Lasta Púrpura respecto al ecotipo Saihua Rosada con una relación hoja-tallo intermedio y el ecotipo Saihua Roja con una relación hoja-tallo menor. Lo referente a los niveles de fertilización los resultados son no significativos.

- F** Se logró la mayor relación de la parte aérea-raíz con el ecotipo Lasta Púrpura, el ecotipo Saihua Rosada con una relación parte aérea-raíz intermedia y el ecotipo Saihua Roja con una menor relación parte aérea-raíz. Lo referente a los niveles de fertilización los resultados son no significativos.
- F** Se muestra la mayor altura de la planta con el ecotipo Saihua Rosada, el ecotipo Saihua Roja presenta la altura de la planta intermedia y el ecotipo Lasta Púrpura presenta la menor altura de planta. A la aplicación de fertilizante las mayores alturas de planta se presentan en los niveles de 15 y 10 tn/ha de estiércol y el nivel de 5 y 0 tn/ha de estiércol muestran las alturas de la planta menores.
- F** El análisis económico de los costos parciales de producción nos da a conocer que entre los niveles de 5 y 10 tn/ha de estiércol se registro una tasa de retorno marginal de 379.28 %, lo cual nos indica que el mayor beneficio neto se obtendrá al fertilizar con una cantidad de 10 tn/ha de estiércol, con una relación beneficio/costo mayor a uno.

## 6. RECOMENDACIONES

Mediante la revisión bibliográfica analizada y a las conclusiones que se llegaron en el ensayo, se realizan las siguientes recomendaciones:

- F** La región cordillera es favorable para la producción de grano de kañawa y puede ser una alternativa para obtener ingresos económicos adicionales para el agricultor con este cultivo bondadoso.
- F** Utilizar el ecotipo Saihua Rosada para la producción de grano y el ecotipo Lasta Púrpura para la producción de broza que se utilizaría como forraje.
- F** Se deben de utilizar diferentes ecotipos de kañawa para diversificar y multiplicar la producción de este grano y no repetir la siembra cada año con el mismo ecotipo.
- F** Aplicar abonos o fertilizantes orgánicos de origen animal a la cantidad de 10 tn/ha ya que presenta efectos favorables en el incremento de los rendimientos.
- F** Realizar más estudios referidos al uso de estiércol de camélido y muy especialmente de la llama con otros niveles de fertilización, profundizar el tiempo de descomposición para el uso adecuado.
- F** Analizar la relación carbono/nitrógeno y no tomar las altas relaciones como un obstáculo para dejar de utilizar este abono y realizar estudios frecuentes referidos al uso del material orgánico para así poder tener un desarrollo sostenible y ecológico de la agricultura.
- F** En la región tener cuidado en la cosecha para no perder grano por causas naturales como; la granizada en los meses de marzo y abril para lo cual cosechar de manera adecuada y oportuna.

## 7. BIBLIOGRAFIA

ACARAPI, B. 1997. "Estudio del comportamiento agronómico de cuatro variedades de cañahua saihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en diferentes densidades de población". Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Pag. 24 - 29.

AGUIRRE, J. 1947. "Abonos" Editorial gráficas modernas. Impreso España. Madrid, España. pag. 22 -25.

ALVAREZ, J. y CHANG, J. 1990. "Presupuestos y sus aplicaciones. Agricultura de las Américas. (EUA). Pag. 14-16.

ALVAREZ, M. 2001. "Efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento de tres variedades de repollo (*Brassica oleracea*) bajo condiciones de carpa solar" Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Pag. 8 – 12.

ARTEAGA, J. 1996. "Caracterización preliminar y evaluación agronómica de 480 accesiones de germoplasma nativa de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en Patacamaya". Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Pag. 72.

BRAVO, R. 1975. "Análisis bibliográfico en quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y cañigua (*Chenopodium pallidicaule* A.)". UNA. Puno, Perú. Pag. 94.

CALLE, E. 1980. "Morfología y variabilidad de la kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) cultivada en el Altiplano Boliviano". Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Cochabamba, Bolivia. Pp.113

CALZADA, J. B. 1982. "Métodos estadísticos para la investigación". 4ta Edición. Editorial JURIDICA. Lima, Perú.

CHAMBI, N. 2002. "Evaluación del consumo humano y usos de la kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en tres comunidades de la segunda sección municipal de Caquiaviri". Trabajo dirigido, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Pag. 108.

CHILON, E. 1996. "Manual de edafología" Ediciones C.I.D.A.T. La Paz, Bolivia. Pag. 191-278.

CHILON, E. 1997. "Fertilidad de suelos y nutrición de plantas". Ediciones C.I.D.A.T. La Paz, Bolivia. Pag. 33-103.

CHOQUE, F. 1998. "Efecto de la densidad de siembra y la etapa de corte en el potencial forrajero de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)". Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Pag. 80.

CIF, 1989. "Centro de investigación de forrajes" "La violeta". Cochabamba, Bolivia. Pp. 185-187.

CIMMYT, 1988. "Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos" "Manual metodológico de evaluación económico". Distrito Federal, México. Pp.

COPETICONA, R. 2000. "Evaluación del comportamiento agronómico de tres cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en dos épocas y formas de siembra en la comunidad de San José, Taraco. Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Pag.

CORDOVA, M. 2001. "Efecto del abonamiento orgánico en tres variedades de avena forrajera (*Avena sativa* L.) en el altiplano norte". Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

CRONQUIST, A, 1988. "The evolution and classification of flowering plants". New York, Botanical. New York, USA.

FAO, 1990. "I Seminario nacional sobre fertilidad de suelos y uso de fertilizantes en Bolivia" Santa Cruz, Bolivia.

FAO, 1992. "Cultivos marginados" Editado por J. Hernández y J. León. España - Roma. Pp. 129-133.

FAO, 1995. "Manejo de suelos y nutrición vegetal en sistemas de cultivos. Edición Serena. Documento de campo N° 16. Cochabamba, Bolivia. Pag.105.

GARMAN, W. 1996. "Manual de fertilizantes" Editorial Limusa. Distrito Federal, México. Pag. 77.

GROS, A. 1986. "Guía práctica de la fertilización" Editorial Mundi Prensa. Madrid, España. pag. 144 -169.

GUZMAN, A. 2000. "Comportamiento agronómico de tres variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) con la aplicación de cuatro abonos orgánicos en la zona de Cota cota – La Paz". Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Pag. 93.

HELMOT, M. 1988. "Plantas cultivos y cosechas" Editorial AEDOS. Barcelona, España. pag. 155, 230.

HERRERA, J.; SOCORRO, Q.; CUESTA, A. 1988. "Métodos de trabajo agroquímico" Editorial Pueblo y educación. La Habana, Cuba. Pag. 209.

MACA y IBTA, 1980. "Informe anual Estación experimental de Patacamaya" La Paz, Bolivia. Pag. 176.

LAURA, 1988. "Forrajeras anuales en tres localidades del altiplano". IBTA. Informe de la estación experimental de Patacamaya. La Paz, Bolivia.

IZQUIERDO, R. 1998. "Manual de practicas de laboratorio de agroquímica" Editorial ISCAH. La Habana, Cuba. 192 pag.

LALATTA, F. 1988. "Fertilización de árboles frutales". Ediciones CEAC, Barcelona, España. pag. 5-6, 106-109.

LESCANO, J. L. 1994. "Genética y mejoramiento de cultivos alto andinos". Producciones CIMA. La Paz, Bolivia. Pp. 459.

LORINI, J. 1994. 1994. "La Agroecología y el desarrollo altiplano el Modelo La Paz – Huaraco". LIDEMA. La Paz, Bolivia. Pp. 42.

MACHICADO, L. 2000. "Efecto de la aplicación de dos tipos de materia orgánica en dos variedades de ají (*Capsicum frutescens* L.) en San Buenaventura". Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Pag. 18 – 27.

MADRID, A. *et al.* 1996. "Fertilizantes". Editorial Mundi-prensa. Primera edición. Madrid, España.

MAMANI, F. 1994 "Efecto de la densidad de siembra en cuatro variedades de qañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el altiplano norte". Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Pag. 20 – 21.

MAMANI, F. 2004. "XI Congreso internacional de cultivos andinos" Cochabamba, Bolivia. Pag. 15.

MARIN, W. 2002. "Distanciamiento entre surcos y plantas en dos ecotipos kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el altiplano norte". Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Pp.

MOKATE, M. 1998. "Evaluación financiera de proyectos de inversión. 1ª edición. Ediciones Uniandes. Santafé de Bogotá D.C. Colombia. Pag. 293.

MONTES DE OCA, I. 1997. "Geografía y recursos naturales de Bolivia". Editorial EDOBOL. Tercera Edición. La Paz, Bolivia. Pag. 127, 130, 421-422

MORALES, J. 1987. "Suelos y agroquímica I" Editorial pueblo y educación. La Habana, Cuba.

ORTIZ, R. 1992. "Dinámica poblacional de insectos plagas en Waru. En. Principios técnicos para la reconstrucción y producción agrícola en Waru Waru. Convenio PELT/INADE-IC/COTESU. Puno, Perú. Pag. 105-131.

QUISPE, P. 1999. "Efectos de niveles de fertilización orgánica en dos cultivares de kañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el altiplano central". Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Pp.

QUISPE, R. 2003. "Efecto de la fertilización con abonos líquidos orgánicos fermentados en cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)". Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Pag. 48 -52, pag. Total 69.

RAMIRES, L. y CABALLERO, F. 1982, "Empleo de abonos orgánicos en el cultivo de la quinua". Informe anual de actividades 1981/82. MACA y IBTA. Estación experimental de Patacamaya. La Paz, Bolivia. Pag. 188-190.

RITWA, et al. 1988. "Cultivos andinos" "Importancia nutricional y posibilidades de aprovechamiento". Centro de estudios andinos "Bartolomé de las casas" Cuzco, Perú. Pp. 36-41.

RODRIGUEZ, F. 1982. "Fertilizantes". "Nutrición vegetal". Ediciones A.G.T. Distrito federal, México. Pag. 33-54.

TAPIA, M., GANDARILLAS, H., ALANDIA, S., CARDOZO, A., MUJICA, A., ORTIZ, R., OTAZU, V., REA, J., SALAS, B. y SANABRIA, E. 1979. "La quinua y la kañiwa" "Cultivos andinos". CIID. IICA. Bogotá, Colombia. Pag. 205 – 216.

TAPIA, M. 1997. "Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación" Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Segunda Edición. Santiago, Chile.

TISDALE, S. 1982. "Fertilidad de los suelos y fertilizantes". Editorial Hispano Americano, S.A. de C.V. Distrito federal, México. Pag. 550.

TITO, L. 1996. "Manejo y conservación de suelos". Texto de consulta. Segunda edición. La Paz, Bolivia. Pag. 63-63, 72.

VIDAURRE, R. 2002. "Determinación de la época optima de cosecha en tres cultivos saihua de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)". Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

# **ANEXOS**

## **ANEXO 1. Cantidades de los elementos en el estiércol aplicado de llama.**

### **1. Calculo de la cantidad de estiércol seco.**

Para 5 tn/ha de estiércol

100 kg de estiércol fresco      à      81 kg de estiércol seco

5000 kg de estiércol fresco      à      X

$$X = 4050 \text{ kg de estiércol seco}$$

Para 10 tn/ha de estiércol

$$X = 8100 \text{ kg de estiércol seco}$$

Para 15 tn/ha de estiércol

$$X = 12150 \text{ kg de estiércol seco}$$

### **2. Calculo del nitrógeno total**

Para 5 tn/ha de estiércol

100 kg de estiércol seco      à      1.35 kg de nitrógeno total

4050 kg de estiércol seco      à      X

$$X = 54.67 \text{ kg de nitrógeno total}$$

Para 10 tn/ha de estiércol

$$X = 109.35 \text{ kg de nitrógeno total}$$

Para 15 tn/ha de estiércol

$$X = 164.03 \text{ kg de nitrógeno total}$$

### **3. Calculo del fósforo**

Para 5 tn/ha de estiércol

100 kg de estiércol seco      à      0.46 kg de fósforo

4050 kg de estiércol seco      à      X

$$X = 18.63 \text{ kg de fósforo}$$

Para 10 tn/ha de estiércol

$$X = 37.26 \text{ kg de fósforo}$$

Para 15 tn/ha de estiércol

$$X = 55.89 \text{ kg de fósforo}$$

#### 4. Calculo del potasio

Para 5 tn/ha de estiércol

$$100 \text{ kg de estiércol seco} \quad \rightarrow \quad 1.79 \text{ kg de potasio}$$

$$4050 \text{ kg de estiércol seco} \quad \rightarrow \quad X$$

$$X = 72.49 \text{ kg de potasio}$$

Para 10 tn/ha de estiércol

$$X = 144.99 \text{ kg de potasio}$$

Para 15 tn/ha de estiércol

$$X = 217.48 \text{ kg de potasio}$$

#### 5. Calculo de la materia orgánica

Para 5 tn/ha de estiércol

$$100 \text{ kg de estiércol seco} \quad \rightarrow \quad 38.51 \text{ kg de materia orgánica}$$

$$4050 \text{ kg de estiércol seco} \quad \rightarrow \quad X$$

$$X = 1559.65 \text{ kg de materia orgánica}$$

Para 10 tn/ha de estiércol

$$X = 3119.31 \text{ kg de materia orgánica}$$

Para 15 tn/ha de estiércol

$$X = 4678.965 \text{ kg de materia orgánica}$$

#### 6. cuadro de resultados obtenidos de los elementos nutritivos

NIVEL	N Kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/ha	K <sub>2</sub> O Kg/ha
5 tn/ha	54.67	18.63	72.49
10 tn/ha	109.35	37.26	144.99
15 tn/ha	164.03	55.89	217.48

## **ANEXO 2: Cálculos realizados para estimar la absorción de nutrientes por la planta.**

### **a) Cálculo del peso de la capa arable de la parcela del ensayo**

PCA = área x profundidad x densidad aparente

PCA = 10000 m<sup>2</sup>/ha x 0.30 m x 1500 kg/m<sup>3</sup>

PCA = 4500000 kg de suelo/ha

### **b) Cálculo de nitrógeno total**

100 kg de suelo           à    0.3 kg de nitrógeno total

4500000 kg de suelo    à    X

X = 13500 kg de nitrógeno total/ha

### **c) Cálculo de fósforo asimilable**

1000000 kg de suelo    à    92 kg de fósforo asimilable

4500000 kg de suelo    à    X

X = 414 kg de fósforo asimilable/ha

### **d) Cálculo de potasio cambiabile**

1000000 kg de suelo    à    546 kg de potasio disponible

4500000 kg de suelo    à    X

X = 2457 kg de potasio disponible/ha

### **e) Cálculo de N P K disponibles o asimilables**

**Para nitrógeno:** coeficiente de mineralización 1% para altiplano

13500 kg de nitrógeno total/ha x 0,01 = 135 kg N – NO<sub>3</sub>/ha/año

**Para fósforo:** ya se calculó el fósforo asimilable.

**Para potasio:** 50 % para los cultivos.

2457 kg de potasio cambiabile/ha x 0.5 = 1228.5 kg de potasio disponible/ha

#### f) Cálculo de N P K disponibles em forma de óxidos

**N** = 67.5 kg de nitrógeno mineral/ha

**P** = 414 kg de P disponible/ha x 142 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/62 kg de P disponible

**P** = 948.19 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

**K** = 2457 kg de K disponible/ha x 94 kg de K<sub>2</sub>O/39 kg de K disponible

**K** = 5922 kg de K<sub>2</sub>O/ha

#### g) Cálculos estimados de la absorción de nutrientes por las plantas en el altiplano

**Para el Nitrógeno** = 67.5 kg de N/ha x 40 kg de N absorbidos/100 kg de N

= 27 kg de N absorbidos/ha

**Para el Fósforo** = 948.19 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha x 20 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> absorbidos/100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

= 189.63 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

**Para el Potasio** = 5922 kg de K<sub>2</sub>O/ha x 40 kg de K<sub>2</sub>O absorbidos/100 kg de K<sub>2</sub>O

= 2368.8 kg de K<sub>2</sub>O/ha

#### h) Cuadro resumen de los nutrientes en sus diferentes formas

Elementos	Nutrientes en (Kg/ha)	NPK Disponibles o asimilables (kg/ha)	NPK Disponibles en forma de óxidos (kg/ha)	Eficiencia de absorción de óxidos (kg/ha)
<b>Nitrógeno</b>	13500	135.00	67.50	27.00
<b>Fósforo</b>	414	414.00	948.19	189.63
<b>Potasio</b>	2457	1228.50	5922.00	2368.80

**ANEXO 3:**

**Datos meteorológicos de la gestión agrícola 2002 – 2003 de la región (JICHOKOTA).**

<b>Mes</b>	<b>Tº max</b>	<b>Tº min.</b>	<b>Tº media</b>	<b>HR %</b>	<b>PP(mm)</b>	<b>Cielo</b>	<b>Velocidad Viento</b>
Octubre	11.70	0.00	5.85	63	32.60	6/8	E - 8
Noviembre	12.90	0.00	6.45	61	8.20	6/8	E - 8
Diciembre	13.30	1.70	7.50	65	16.00	6/8	E - 2
Enero	12.76	1.70	7.23	68	139.00	7/8	E - 9
Febrero	12.40	1.30	6.85	68	131.60	7/8	E - 6
Marzo	12.30	0.60	6.45	66	130.60	6/8	E - 9
Abril	13.00	-0.50	6.25	68	64.00	5/8	E - 9
Mayo	13.10	-2.80	5.15	56	7.30	3/8	E - 5
Promedio	12.68	0.25	6.47	64.38	66.16	5.8/8	E - 7
Total					529.30		

FUENTE: SENAMHI 2004.

**ANEXO 4. Fases fenológicas determinadas para ecotipos de kañawa.**

<b>FASES FENOLOGICAS DE LA KAÑAWA (EN DIAS APROXIMADOS)</b>	<b>ECOTIPOS</b>		
	<b>SAIHUA ROJA</b>	<b>LASTA PURPURA</b>	<b>SAIHUA ROSADA</b>
Emergencia	5 – 7	5 – 7	5 - 7
4 – 6 hojas verdaderas	15 – 20	13 – 18	15 – 21
Ramificación	30	28	30
Formación de la inflorescencia	60	50	60
Floración	65 – 75	55 – 65	65- 75
Grano lechoso	100-115	85-90	100-118
Grano pastoso	125	110	125
Cosecha	131	131	131

**ANEXO 5. Características agronómicas obtenidas de la kañawa**

<b>CARACTERISTICAS DE LA KAÑAWA</b>	<b>ECOTIPOS</b>		
	<b>SAIHUA ROJA</b>	<b>LASTA PURPURA</b>	<b>SAIHUA ROSADA</b>
Color de la planta	rojo	púrpura	rosado
Color del tallo	rojo	púrpura	rosado
Diámetro de grano (mm)	0.9 -1.1	0.9 -1.3	0.9 - 1.3
Altura de la planta (cm)	48-58	39-40	52-62
Rendimiento fitomasa (Kg/ha)	5141.5	6671.7	5052.2
Rendimiento grano (Kg/ha)	2157.8	1901.3	2258.7
Rendimiento broza (Kg/ha)	2983.6	4769.8	2793.4
Peso de fitomasa (gr)	20.77	22.57	21.68
Peso de grano (gr)	9.21	8.84	9.40
Peso de broza (gr)	11.55	13.73	12.28
Índice de cosecha	0.42	0.28	0.44
Relación hoja-tallo	0.78	0.99	0.80
Relación parte aérea-raíz	26.53	33.67	30.21

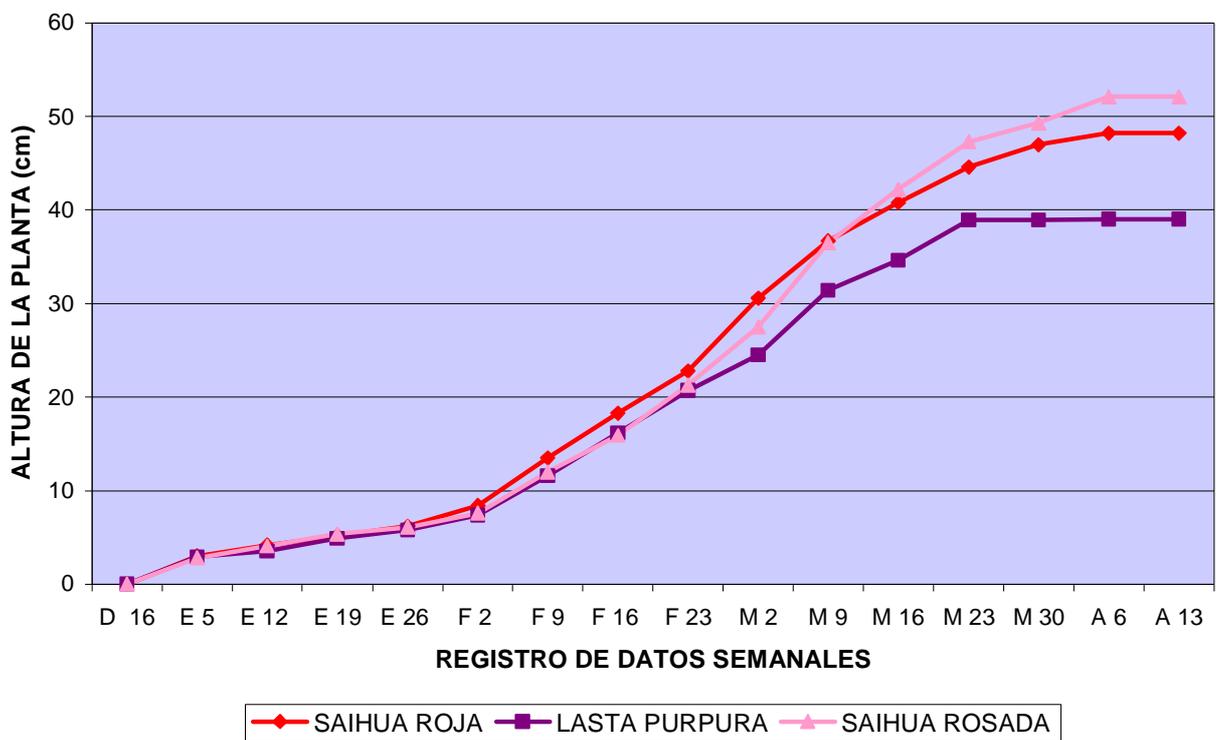
**ANEXO 6. Datos semanales promediados en diferentes meses durante ciclo vegetativo de los ecotipos de kañawa.**

<b>FECHAS SEMANALES</b>	<b>SAIHUA ROJA</b>	<b>LASTA PURPURA</b>	<b>SAIHUA ROSADA</b>
D 16	0	0	0
E 5	3	2,9	2,8
E 12	4,2	3,5	4,1
E 19	5,2	4,9	5,4
E 26	6,2	5,8	6,1
F 2	8,4	7,4	7,6
F 9	13,5	11,6	12
F 16	18,3	16,2	15,9
F 23	22,8	20,7	21,3
M 2	30,6	24,5	27,5
M 9	36,7	31,4	36,5
M 16	40,8	34,6	42,2
M 23	44,6	38,9	47,3
M 30	47	38,9	49,3
A 6	48,2	39	52,1
A 13	48,2	39	52,1

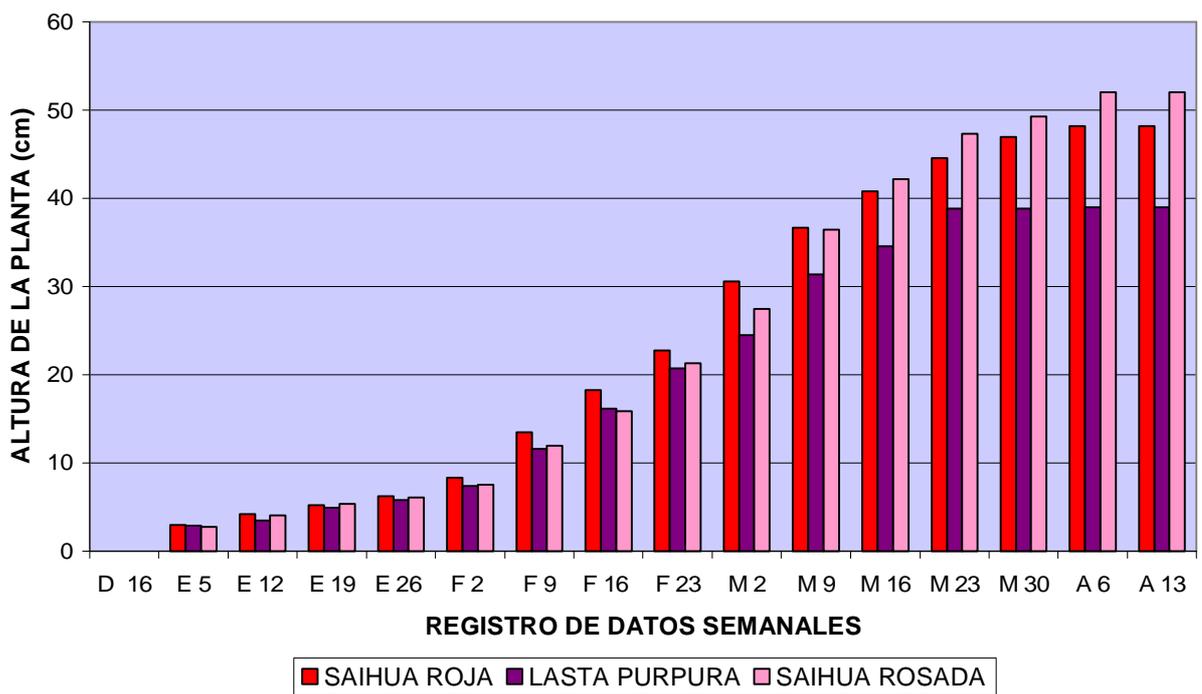
## ANEXO 7: Datos de las variables evaluadas

ALT	GRA	BRO	FIT	GPL	BPL	FPL	I.C.	H-T	PA-PR
39.3	1211	1388	2599	3.00	4.50	7.50	0.44	0.76	17.60
38.7	1829	2128	3957	3.14	4.96	8.10	0.45	0.83	12.50
56.9	2686	3180	5866	3.64	6.92	10.56	0.45	0.66	31.73
45.9	2502	3437	5939	4.50	9.00	13.50	0.42	0.72	24.40
32.1	1039	4086	5125	3.20	6.21	9.41	0.25	1.09	21.30
34.2	1436	4753	6489	3.50	6.21	9.71	0.26	0.94	22.10
39.4	1719	4140	6159	3.70	7.92	11.62	0.33	0.96	41.60
36.3	1580	5304	7184	3.62	7.89	11.51	0.27	0.90	15.70
43.1	1448	3054	4502	2.66	5.80	8.46	0.33	0.76	21.00
43.2	2067	2309	4376	2.88	4.71	7.05	0.50	0.81	38.00
49.9	2408	2171	4579	3.38	5.93	9.31	0.52	0.80	11.60
54.5	2138	2928	5066	2.64	7.67	10.31	0.48	0.72	25.00
45.9	1597	2847	4344	2.90	4.38	7.28	0.41	0.72	24.95
41.7	2029	1450	3379	3.22	5.49	8.71	0.42	0.92	25.38
61.1	2898	3218	6016	2.80	4.60	7.40	0.48	0.74	25.18
50.0	2029	2597	4526	3.06	5.08	8.14	0.49	0.83	22.60
36.7	1588	4966	7054	4.06	7.52	11.58	0.36	1.04	25.04
38.5	2651	4631	7582	4.12	8.22	12.34	0.46	1.03	48.60
38.8	2947	5266	8513	4.96	8.50	13.46	0.38	1.02	48.85
42.6	2315	5626	8241	4.90	8.10	12.0	0.37	0.95	33.25
37.6	1525	1658	3183	3.34	5.23	8.57	0.49	0.81	27.52
45.0	2232	3485	5717	4.08	7.29	11.37	0.43	0.75	48.33
55.3	2564	2677	5241	3.36	4.84	8.20	0.53	0.88	33.20
60.0	2520	2540	5060	3.76	5.85	9.61	0.55	0.80	22.50
46.8	1675	3400	4975	2.84	6.96	9.80	0.36	0.69	29.00
49.6	1625	4786	6311	3.70	12.41	16.11	0.19	0.70	28.71
51.0	2844	3469	6213	3.60	6.93	10.53	0.44	0.83	46.80
51.0	2543	3856	6299	3.02	6.40	9.42	0.43	0.69	31.80
40.3	1594	5271	7365	3.32	6.12	9.44	0.33	0.89	35.16
36.6	1964	4844	7108	3.66	7.03	10.69	0.34	1.00	39.40
32.2	2889	5789	8978	3.50	6.76	10.26	0.36	0.92	35.40
49.8	2027	4663	6990	3.80	7.11	10.91	0.34	0.95	39.47
55.5	1766	3394	5160	3.26	5.64	8.90	0.36	0.88	20.73
57.5	2362	3158	5520	2.70	5.20	7.90	0.46	0.85	31.71
60.3	2993	2791	5784	4.20	8.10	12.3	0.52	1.02	24.92
62.4	2479	3126	5605	3.48	6.96	10.44	0.50	0.93	24.93
43.6	1465	2442	3807	2.88	6.61	9.46	0.41	0.72	30.16
49.6	2080	3066	5046	2.92	4.82	7.74	0.42	0.65	24.40
50.4	2892	3593	6385	2.80	5.40	8.20	0.44	0.63	23.80
50.8	2621	2881	5402	2.80	5.44	8.24	0.48	1.39	25.60
38.3	1165	3957	5422	3.60	6.73	10.33	0.29	1.14	46.25
39.3	1857	4889	7046	3.85	7.72	11.57	0.34	0.88	30.93
50.2	2005	3886	6191	5.00	7.83	12.83	0.35	1.03	29.57
40.2	1645	4246	6191	3.82	6.86	10.68	0.33	1.15	26.25
51.5	2079	3034	5113	3.10	7.33	10.43	0.46	0.73	36.40
54.7	1637	2611	4248	3.22	6.39	9.61	0.45	0.70	38.04
49.0	3206	3129	6335	3.90	6.57	10.47	0.51	0.73	30.83
54.2	2716	2630	5346	3.68	7.01	10.69	0.58	0.66	48.80

**ANEXO 8: Curva de crecimiento de los ecotipos de kañawa.**



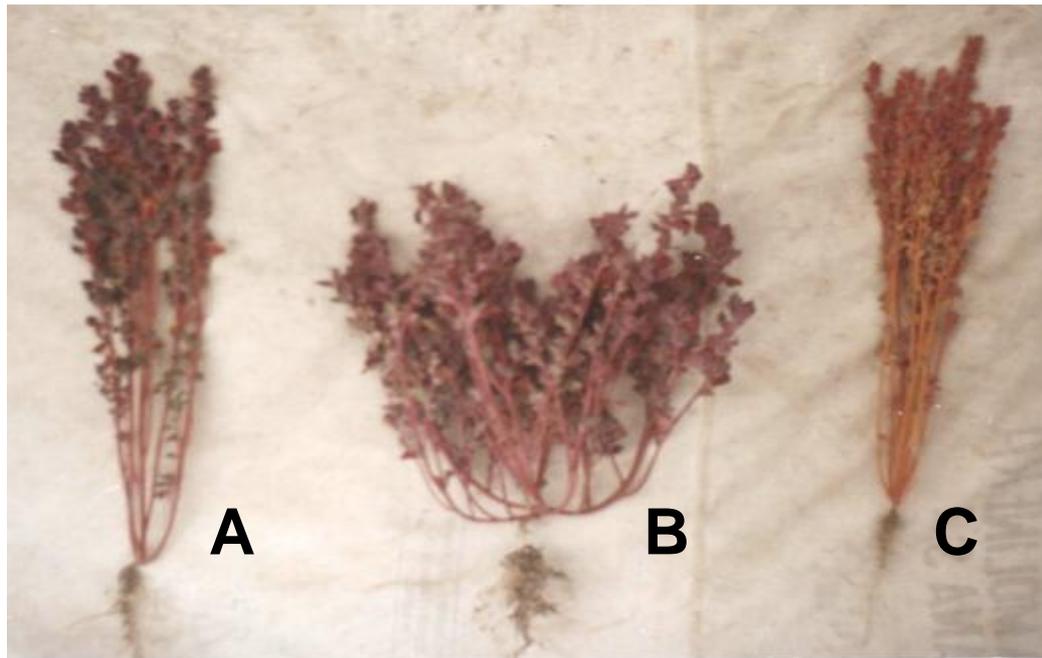
**ANEXO 9: Gráfica de las alturas de crecimiento semanalmente.**



## ANEXO 12: Fotos ilustrativas



**Fotografía 1.** Vista general de la comunidad de Ch'oxñapata.



**Fotografía 2.** Ecotipos de kañawa: A) Saihua Rosada, B) Lasta Púrpura y C) Saihua Roja.



**Fotografía 3.** Vista general del campo experimental en la comunidad de Ch'oxñaapata.



**Fotografía 4.** Ecotipo Saihua Rosada en plena etapa de cambio de coloración al fondo el ecotipo Lasta Púrpura presenta la coloración cambiada totalmente.



**Fotografía 5.** Ecotipo Saihua Rosada manifestando su característica morfológica.



**Fotografía 6.** Los ecotipos Saihua continúan con el follaje verde y al contrario el ecotipo Lasta manifiesta su cambio de coloración prematura.



**Fotografía 7.** Vista general del cambio de color que presentan los ecotipos.



**Fotografía 8.** La altura de la planta comparada con una regla metálica de 60 cm.



**Fotografía 9.** Presencia del cambio total de la coloración de los ecotipos de kañawa indicador para la cosecha.



**Fotografía 10.** Secado de muestras luego de la cosecha.

## INFORME DE ENSAYO DE SUELOS

Cliete: PROINPA  
Solicitante: Ramiro Choque  
Dirección del cliente: Alto Mcal. Santa Cruz, Calle 6 Ni  
La Paz-Bolivia  
Procedencia de la muestra: Altiplano Norte  
Provincia Los Andes  
Departamento La Paz  
Punto de muestreo: No proporcionado por el cliente  
Responsable del muestreo: Ramiro Choque  
Fecha de muestreo: 16 de diciembre de 2003  
Hora de muestreo: 10:00 h  
Fecha de recepción de la muestra: 13 de mayo de 2004  
Fecha de ejecución del ensayo: 13 de mayo al 1 de junio de 2004  
Caracterización de la muestra: Suelos: Muestra N<sup>o</sup> 1  
Tipo de muestra: Compuesta  
Envase: Bolsa nylon  
Código LCA: 32-1

### Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	Muestra 1 32-1
pH acuoso	ISRIC 4		1-14	5,4
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	5,0	670
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,30
Carbón Orgánico	WSPS-9,10	%	0,060	2,3
Materia Orgánica	WSPS-9,10	%	0,10	40
Fósforo disponible	ISRIC 14-2	mg/kg	1,5	92
Potasio intercambiable	WSPS-5.10	cmol <sub>c</sub> /kg	0,0053	1,4
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	49
Limo	DIN 18 123	%	1,0	33
Arcilla	DIN 18 123	%	1,0	18
Clase textural	DIN 18 123			Franco

Parámetros que se encuentran dentro del alcance de la acreditación Los

resultados se refieren solamente a los objetos ensayados.

El informe no debe reproducirse, sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su integridad.

La Paz, 1 de junio de 2004

  
Ing. Jaime Chincheros P.  
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



Ver anverso parámetros acreditados

Campus Universitario: Calle 27 Cota Cota, La Paz, Telfs. +591 - 2 - 772522 - 2792582 - 2792416  
Casilla Correo Central 10077, La Paz Bolivia, Fax: +591-2 2772522 - 2797511  
e mail: lca\_je@yahoo.com

## Laboratorio de Calidad Ambiental

Informe de Ensayo: S 032/05

Página 1 de 1

### INFORME DE ENSAYO DE ABONO

Cliete: PROINPA  
Solicitante: Ramiro Choque  
Dirección del cliente: Alto Mcal. Santa Cruz, Calle 6 Ni  
La Paz - Bolivia  
Procedencia de la muestra: Altiplano Norte  
Provincia Los Andes  
Departamento La Paz  
Punto de muestreo: No proporcionado por el cliente  
Responsable del muestreo: Ramiro Choque  
Fecha de muestreo: 16 de diciembre de 2003  
Hora de muestreo: 10:00 h  
Fecha de recepción de la muestra: 13 de mayo de 2004  
Fecha de ejecución del ensayo: 13 de mayo al 1 de junio de 2004  
Caracterización de la muestra: Suelos: Muestra N<sup>o</sup> 1  
Tipo de muestra: Compuesta  
Envase: Bolsa nylon  
Código LCA: 32 - 2

### Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	Muestra 1 32-2
pH acuoso	ISRIC 4		1-14	8,3
Nitrógeno	ISRIC 6	%	0,0014	1,35
Materia Orgánica	WSPS-9,10	%	0,10	38,5
Fósforo	ISRIC 14-2	%	1,5	0,46
Potasio	WSPS-5.10	%	0,0053	1,79

Parámetros que se encuentran dentro del alcance de la acreditación Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados.

El informe no debe reproducirse, sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su integridad.

La Paz, 1 de junio de 2004



  
Ing. Jaime Chincheros P.  
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental

Ver anverso parámetros acreditados