

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA MACA (*Lepidium meyenii Walp*)  
BAJO LOS EFECTOS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA  
LOCALIDAD DE JESÚS DE MACHACA- PROV. INGAVI**

**PRESENTADO POR:**

**BETZA MARTHA CALLE TUCO**

**LA PAZ – BOLIVIA  
2008**

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

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA MACA (*Lepidium meyenii* Walp)  
BAJO LOS EFECTOS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA  
LOCALIDAD DE JESÚS DE MACHACA- PROV. INGAVI**

Tesis de grado para optar el título de:

**INGENIERO EN AGRONOMIA**

Presentado por:

**BETZA MARTHA CALLE TUCO**

**TUTOR**

Ing. M.Sc. Alejandro Bonifacio F. ....

**ASESOR:**

Ing. M.Sc. Félix Mamani Reynoso .....

**TRIBUNALES:**

Ing. PHD . Vladimir Orsag C .....

Ing. Eliseo Quino Mamani .....

Ing. Moisés Quiroga .....

Vo. Bo. ....

Ing. M. Sc. Jorge Pascuali Cabrera

DECANO

**- 2008 -**



## ***DEDICATORIA***

El presente trabajo de investigación esta dedicado:

A Dios por protegerme y permitirme llegar a culminar este trabajo

A mis padres Guzman y Seferina, a mis hermanos Edgar, Rene, Carolina, Ruddy, Susy, y primos Victor, Ruben, Grover y Freddy.

A mi querido esposo Freddy Félix y mi Hijo Ibraim Abdel por todo su apoyo.

A toda la comunidad de Jesús de Machaca por su amistad y hospitalidad brindadas hacia mi persona

## **AGRADECIMIENTOS**

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos:

Al Ing. Alejandro Bonifacio Flores y al Ing. Félix Mamani Reynoso por el asesoramiento y colaboración recibida.

Al Ing. PHD Vladimir Orsag C, Ing. Eliseo Quino Mamani, y al Ing. Moisés Quiroga por las sugerencias y revisión de este trabajo.

A la Facultad de Agronomía por acogerme en sus aulas y a todos los docentes que contribuyeron en mi formación profesional.

A toda mi familia, por darme un apoyo moral e económico en todo momento.

Mil gracias.....

## RESUMEN

La maca es una planta herbácea bienal, cuya parte subterránea (raíz) es comestible y se aprecia mucho por su valor nutritivo especialmente en proteínas y minerales, es un producto andino considerado como la “Reina de los Cultivos Andinos”.cuyo nombre científico es (*Lepidium meyenii* walp.), es uno de los productos que se cultivan en los andes desde tiempos inmemoriales, en altitudes comprendidas entre 3500 a 5200 m.s.n.m.. estas zonas presentan condiciones agroclimáticas favorables para la producción del cultivo.

La maca es un producto ideal para combatir la falta de memoria, cansancio, desnutrición, estrés, falta energía física, potencia la actividad sexual y permite conservar muchos años de vida. Es un reconstituyente vitamínico por su alto contenido de calorías que facilita el desenvolvimiento del hombre de altura que los consume y cuenta con la mas alta concentración de proteínas, vitaminas y minerales (Ca, P y Fe) que lo convierte en un producto ideal para las necesidades del organismo humano.

El presente trabajo de investigación se realizó en la localidad de Jesús de Machaca- Provincia Ingavi del departamento de La Paz. El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de la maca a los efectos de los fertilizantes orgánicos líquidos elaborados a base de estiércol de llama, bovino y ovino, cuya formulación se baso en los trabajos con abonos realizados por CIPCA; (2002).

El análisis estadístico consistió en un Diseño de Bloques al Azar, con parcelas divididas, tres tratamientos de distintos niveles de abono líquido y cuatro repeticiones. Se eligió como parcela experimental un suelo virgen requisito indispensable para el normal desarrollo de este cultivo y así lograr una mayor precisión experimental en las evaluaciones agronómicas.

Los resultados obtenidos en la investigación muestran: que a mayor dosis de estiércol de 3.5 Lt/ UE, mayor es el incremento de altura de planta alcanzando con el estiércol de llama 10.1 cm. de altura y peso en los hipocótilos, es 1010.3 Kg./ha en todos los tratamientos sometidos a las dosis de estiércol presentan resultados altamente significativos, llegando a la conclusión que el estiércol de llama a partir 0,5 litros por

metro cuadrado aumenta la altura de planta y rindiendo hipocotilos grandes, Con la aplicación del te de estiércol de ovino se obtuvo una altura de planta de 7.3 cm. con el nivel 0.7 litros por metro cuadrado y con el bovino una altura de planta de 6.5 cm. con relación del testigo que alcanzo 5.1 cm. de altura y el peso alcanzo de hipocotilos de bovino( 1070.3 Kh/ha) y ovino(1601.3 kg/ha) con relación al testigo de 1030 kh/ha.

El análisis mediante la prueba de Duncan al 5% muestra; que existen diferencias entre todos los niveles de fertilización, en relación al testigo, la altura de planta , altura y diámetro de hipocotilos y peso de los hipocotilos son bajos.

De acuerdo a los resultados de Análisis de Varianza (ANVA), existen diferencias estadísticas entre bloques, de la misma manera entre los tipos de estiércol y niveles de fertilización son altamente significativos.

En la interacción tipo de estiércol y niveles presenta mayor significación estadística, lo que significa que ambos factores no son independientes en el incremento de follaje y peso de hipocotilos.

## NDICE GENERAL

	Pág.
INDICE GENERAL	i
INDICE DE CUADROS	ii
INDICE DE FIGURAS	III
INDICE DE MAPAS	IV
INDICE DE ANEXOS	V
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	4
3.1. Origen del cultivo de la Maca	4
3.2. Historia de la Maca	4
3.3. Principales países consumidores y precios de la maca	4
3.4. Importancia de la maca	5
3.5. Origen etimológico de la Maca	7
3.6. Sistemática e clasificación taxonómica de la maca	7
3.6.1. Sistemática	7
3.6.2. Descripción botánica del cultivo	8
3.6.2.1. Tallos	8
3.6.2.2 Hojas	8
3.6.2.3. Flores	8
3.6.2.5. Semillas	8
3.6.2.6. Raíz	9
3.7. Ciclo biológico de la maca	9
3.8. Condiciones agro climáticas para la maca	10

3.9. Manejo agronómico de la maca	11
3.9.1. Preparación del terreno	11
3.9.2. Limpieza del terreno	11
3.9.3. Rastreado y nivelado	11
3.9.4. Trazado de líneas	12
3.9.5. densidad de siembra	12
3.9.6. Época de siembra	12
3.9.7. Método de siembra	12
3.9.8. Tapado y compactado	13
3.10. Altura y porte de la planta	13
3.11. Clasificación y eco tipos de maca	13
3.12. Labores culturales	13
3.12.1. Deshierbe	13
3.12.2. Raleo	14
3.12.3. Riego	14
3.13. Plagas y enfermedades	14
3.13.1. Plagas	14
3.13.2. Enfermedades	15
3.14. Rendimiento	15
3.15. Agricultura ecológica	16
3.16. Los abonos orgánicos	16
3.16.1. Estiércol de bovino, ovino, llama y gallinaza	17
3.17. Abonos orgánicos líquidos	18
3.18. Tipos de abonos orgánicos	19
3.18.1. El Biol.	19
3.18.2. Te de estiércol	20
3.18.3. Purín	20
3.18.4. Bioabonos	21



3.19. Fertilización en el cultivo de maca	21
3.20. Costos de producción	22
3.23. Evaluación económico	22
MATERIALES Y METODOS	24
4.1. Localización	25
4.2. Características climáticas de la zona	25
4.2.1. Temperatura máxima y mínima	26
4.3. Suelo y vegetación	27
4.3.1. Suelo	27
4.3.2. Vegetación	27
4.4. MATERIALES Y METODOS	28
4.4.1. Materiales	28
4.4.2. Material vegetal	28
4.4.3. Materiales de campo	28
4.4.3.1. Herramientas y equipos	28
4.4.3.2. Material de gabinete	29
4.4.3.3. Insumos	29
4.5. Métodos	31
4.5.1. Elección del terreno	31
4.5.2. Preparación del suelo	31
4.5.3. Toma de muestras de suelo	31
4.5.4. Preparado de la almaciguera	32
4.5.5. Proceso del almacigado	32
4.5.6. Trasplante	33
4.5.7. Manejo agronómico	33
4.5.7.1. Deshierbes	33
4.5.7.2. Preparado y aplicación de te de estiércol	33

4.5,7.3. Cosecha	34
4.6. Diseño experimental	35
4.6.1. Modelo estadístico	35
4.6.2. Tratamientos	35
4.6.3. Dimensiones de Unidad experimental	36
4.6.4. Croquis de distribución de las unidades experimentales	38
4.7. Variables de medición	39
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
5.1. Altura de la planta	42
5.2. Rendimiento de los hipocotilos frescos	46
5.3. Rendimiento de hipocotilos frescos por metro cuadrado	50
5.4. Relación porcentual de tamaño	52
5.5. Altura o longitud de los hipocotilos	53
5.6. Diámetro de los hipocotilos	56
5.8. Costos parciales de producción	60
6. CONCLUSIONES	65
7. RECOMENDACIONES	67
8. BIBLIOGRAFÍA	68

## INDICE DE CUADROS

II

Pág.

CUADRO 1 Precios de la maca en algunos países consumidores	5
CUADRO 2. Composición de 100 gramos de maca	6
CUADRO 3.Composición de nutrientes en cuatro abonos líquidos	21
CUADRO 4. Cantidad de abonos líquidos aplicados	38
CUADRO 6. Características del área experimental	38
CUADRO 7. Altura de planta con diferentes niveles de te de estiércol	44
CUADRO 8. Análisis de varianza para la altura de planta a la cosecha	45
CUADRO 9. Análisis de varianza de efectos simples interacción estiércol y Niveles de fertilización	47
CUADRO 10. Peso fresco de la planta con diferentes niveles	48
CUADRO 11. Análisis de varianza para el peso de la planta	49
CUADRO 12. Análisis varianza de efectos simples, niveles de Fertilización	51
CUADRO 13. Peso de hipocotilos pequeños, medianos y grandes	53
CUADRO 14, Peso de hipocotilos pequeños, medianos y grandes / ha	54
CUADRO 15. Análisis de efectos simples en el peso de los hipocotilos	
CUADRO 16. Comparación de medias de la altura hipocotilos bajo niveles. Fertilización.	55
CUADRO 17. Altura de los hipocótilos pequeños medianos y grandes	56
CUADRO 18. Comparación de medias del diámetro de hipocotilos	58
CUADRO 20. Resumen de ANVA en diámetro de los hipocótilos	58
CUADRO 21. Duncan para diámetro de hipocótilos	61
CUADRO 22. Comparación de costos de producción en cultivo de maca	66
CUADRO 23. Estado económico de las pérdidas, ganancias y utilidades	68

<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>III</b>
FIGURA 1. Ciclo biológico de la maca	11
FIGURA 3. Análisis mediante la Prueba Duncan, Factor A; altura planta y tipos de estiércol	46
FIGURA 4. Análisis mediante la Prueba de Duncan, Factor b; altura planta y niveles de fertilización	46
FIGURA 5. Análisis de interacción entre el nivel de fertilización	47
FIGURA 6. Análisis mediante la Prueba de Duncan para el peso fresco de planta versus tipos de estiércol.	50
FIGURA 7. Análisis mediante la Prueba de Duncan para el peso fresco de planta a la cosecha versus niveles de fertilización	50
FIGURA 8. Análisis de interacción entre el peso fresco de la planta a la cosecha y los niveles de fertilización	50
FIGURA 9. Promedio de altura de los hipocótilos de maca en diferentes niveles de te de estiércol	56
FIGURA 10 análisis de interacción entre altura de hipocótilos grandes y los niveles de fertilización	57
FIGURA 11. Promedio de diámetro de hipocótilos de maca en tipos de te de Estiércol	59
FIGURA 12. Promedio de diámetro bajo diferentes niveles de te de estiércol	61
FIGURA 13. Estado económico de ganancias, pérdidas y utilidades	61
FIGURA 14. Relación B/C.	62

## **INDICE DE MAPAS**

**IV**

MAPA 1. Localización del área experimental- Prov. Ingavi

30

ANEXO 1. Figuras de interacción de peso de los hipocótilos

ANEXO 2. Calculo de dosis de te de estiércol

ANEXO 3. Informe de laboratorio de los te de estiércol

ANEXO 4. Informe de laboratorio de suelos

ANEXO 5. Comportamiento de las temperaturas ( días heladas)

ANEXO 6. Fotos de la tesis

ANEXO 7. Dimensiones de una unidad experimental

ANEXO 8. Salidas De SAS

<b>INDICE DE FOTOS</b>	<b>VI</b>
FOTO 1. Vista parcial del área experimental	25
FOTO 2. Riego de la parcela	27
FOTO 3. Almaciguera sin trasplante	32
FOTO 4. Cosecha a los ocho meses	34
FOTO 5. Clasificación de los hipocotilos de maca por categoría	

## 1. INTRODUCCIÓN

La escasez de alimentos como resultado del crecimiento acelerado de la población, es cada día más crítica en el mundo, especialmente en el Altiplano Boliviano; debido a las limitaciones climáticas para desarrollar una diversidad de cultivos en estas regiones. Sin embargo existen muchos cultivos alternativos con bondades nutricionales y medicinales desconocidas, las mismas que bajo un manejo y aprovechamiento adecuado, constituyeron el principal alimento de los pobladores Andinos

La raíz de la maca (*Lepidium meyenii* Walp.), es un alimento reconocido por su valor nutritivo y sus propiedades energizantes; es una alternativa alimenticia y económica, que puede incrementar los ingresos de los agricultores. Este cultivo se adapta a las condiciones agro ecológicas del Altiplano, por su resistencia al frío.

En la década de los 80, la ONU y FAO han declarado a la maca como especie en extinción, actualmente las regiones de Junín, Puno, Huancayo y Huancavelica del Perú se constituye como principal productor de maca; seguida por Bolivia, Chile, Colombia, En Bolivia se cultivan en el altiplano Norte y centro de La Paz, debido a que las zonas poseen todas las condiciones para su cultivo (UNAN – CINTDES, 2002)

Para los productores del altiplano la maca es mucho más que un alimento, los nutrientes como hierro y aminoácidos esenciales que contienen este cultivo la convierten en la única fuente de energía adicional necesaria para llevar a cabo las actividades productivas en sus parcelas y combatir la tensión, estrés y la fatiga (Ocsa 2005).

Los estudios de la maca consideran que esta raíz andina tiene beneficios en el ser humano , al aumentar la vitalidad y capacidad mental, además es una respuesta positiva al sistema inmunológico ante la agresión de ciertas enfermedades como cáncer, artritis, reumatismo y males respiratorios, tiene un alto contenido de proteínas y vitaminas que necesita el hombre.



El alto contenido de carbohidratos, proteínas, vitaminas (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, E), y minerales como el calcio, fósforo, hierro; este producto ocasiona una gran cualidad reguladora hormonal, mejorando la fertilidad y potenciando la actividad sexual. Por su alto contenido de hierro, fortalece a pacientes con cáncer; sus alcaloides actúan sobre el sistema nervioso central, produciendo energía en las personas que la consumen, es considerada como una planta caliente por los curanderos y herbolarios.

La finalidad del presente trabajo es aportar a la investigación con los efectos de la fertilización orgánica en maca utilizando te de estiércol de llama, bovino y ovino con niveles de 00, 1,5, 2,5 y 3,5 lt / U.E. Para esta investigación se toma en cuenta la fase vegetativa desde la emergencia de la semilla hasta la cosecha de los hipocòtilos comerciales,

Al describir la altura de planta se toma en cuenta la materia verde que a tipos de te estiércol y diferentes niveles de abono liquido, alcanzo una altura máxima de 10.1 cm con el te de estiércol de llama a 3.5 lt/ U.E. con relación al testigo que fue bajo. De la misma forma sucede en el peso fresco de la planta. En el peso altura y diámetro de los hipocotilos, pero los tratamientos con bovino y ovino con niveles de 1.5 y 2.5 son intermedios, Los rendimientos de 5047.0 y 3162.8 kg/ha de hipocotilo fresco, nos indica que las condiciones suelo clima del altiplano son favorables para su cultivo, además la relación beneficio costo es de 2.5 demuestra alta rentabilidad del cultivo por los precios activos en el mercado nacional.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

- Evaluar la productividad de maca bajo los efectos de abonos orgánicos (ovino, bovino, llama) en la localidad Jesús de Machaca, Provincia Ingavi del Departamento de La Paz.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el rendimiento de la producción del cultivo de la maca
- Comparar los efectos de fertilización orgánica en el cultivo de la maca
- Analizar los costos parciales de los tratamientos

### **3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Origen del cultivo de maca.**

Se ha encontrado evidencia antropológica del cultivo de la maca en el Perú desde el año de 1600 antes de cristo. Considerada por los incas como un regalo de los dioses, además de cultivarla como alimento la utilizaban en ceremonias religiosas para danzas y rituales. Los españoles al llegar a América, se sorprendieron cuando visitaron a Chinchaycocha ubicado a 4.150 msnm, oyeron hablar de las propiedades sorprendentes de esta raíz que los naturales llamaban maca, (Aliaga, 1998)

#### **3.2. Historia de la Maca**

Se ha demostrado que hace 10.000 años existieron grupos humanos con diferentes industrias de piedra, adaptados en varias regiones, en el complejo de Lauricocha los hombres habitaron las punas y cordilleras, ocupando cavernas y alimentándose de camélidos andinos. Las primeras aldeas de cultivadores y pastoreo surgieron hace 2000 años a.c. Se sabe que la Maca habría sido domesticada por comunidades preincaicas de los Pumush, que dominaron la meseta del Bombón (Chacón ; Pulgar, 1977).

#### **3.3. Principales países consumidores y precios de la maca**

La recuperación y promoción del cultivo de maca, es de suma importancia hoy en día para elevar el nivel nutricional del hombre, que en épocas pasadas la cultivaban en grandes extensiones para la dieta alimenticia del habitante andino (Gómez,2000).

Los principales productores de maca son: Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia y Chile; de esta producción total la mayor parte son exportados con valor agregado (Sullca, 2003). A nivel nacionales produce en los Departamentos de La Paz, Oruro, Potosí y Tarija; En La Paz cultivan las provincias de Camacho, Gualberto Villarroel, Loayza, Aroma y Ingavi (SAMA, 2003)

La comercialización y exportación de la maca ha despertado interés y potencial económico positivo esta. Los principales países consumidores son: EEUU, Japón,

España, Canadá, Francia, Alemania; en función de la demanda, sea en estado fresco o seco. Como se muestra en el **CUADRO 3.** (PROMAC, 2000).

#### **CUADRO 1. Precios de la Maca en algunos países consumidores**

Países	Cantidad(Kg)	Mes	Precio \$us/kg
EE.UU	38000	Abril	7.000
Japon	15000	Octubre	7.750
Italia	5800	Enero	7.40
Portugal	2900	Octubre	7.30
España	1200	febrero	7.800

Fuente: Alfaro y Llica(2001); SAMA (2003)

#### **3.4. Importancia y usos de la maca**

El cultivo de la maca se comercializa en distintas formas según su uso e industrialización y de acuerdo al consumidor(SAMA, 2003), según la comparación económica de maca con cultivos de papa donde la papa en épocas de cosecha varia de 8 a15 Bs/@en cambio arroba de maca fluctúa entre 75 a 100 Bs /@, por lo que se recomienda el cultivo de maca, para los productores es rentable el cultivo de maca en estado seco por el precio que varia de 1.0 a 1.5 \$us /Kg., considerando que el rendimiento mínimo puede ser de 3.000 Kg/Ha de hipocotilos secos (UNAM-CINTDES, 2002)

El principal Exportador es Perú en sus representaciones medicinales en forma de pastillas, cápsulas de hierro( Rea y tapia, 1997) la maca ofrece un potencial desarrollo agrícola, agroindustrial, económica en la zonas rurales andinas

Aguilar (1998), señala que la maca cuenta con ciertas propiedades actuando como: energizantes y revitalizantes además de ser un afrodisíaco, etc. Así mismo se recomienda en la desnutrición, convalecencia, perdida de memoria, cansancio y debilidad mental, fortalece el sistema inmunológico, prolonga la vida del ser humano.

La maca es considerada un poderoso reconstituyente físico, mental y sexual, fuente de Aminoácidos, Vitaminas B1, B2, B12, C, E, caroteno y otros minerales. Contiene vitaminas como la: tiamina, riboflavina y el ácido ascórbico. Los carbohidratos provienen

de la celulosa de la maca y de la lignina. Las proteínas y aminoácidos en la maca incluyen ácido aspártico, ácido glutámico, serina, histidina, glicina, treonina, cistina, alanina, arginina, tirosina, fenilalanina, valina, metionina, isoleucina, lisina, (Angulo, 1988; Cooper, 1989).

**CUADRO 2. Composición de 100 gramos de maca**

Energía	325 kcal.
Proteínas :	Desde 10.0 a 17.0 g
Grasa	0.80 a 0.90 g.
Fibra	4.95 a 5.45 g.
Carbohidratos	62.60 a 62.82 g.
Vitaminas	B1, B2, B12, C, D3, E, P
Minerales	Calcio, Fósforo, Zinc, Magnesio, Hierro, Potasio, Sodio, Cobre, Boro, Manganeso.
Otros	Aminoácidos esenciales, alcaloides, y otros elementos indispensables para la conservación de la salud.

Fuente: (Montaño, 2006)

El valor nutricional de las raíces cocidas de la maca contienen entre 13 y 16% de proteínas y son ricas en aminoácidos esenciales. Las raíces frescas contienen muy altas cantidades de hierro y yodo. Es de gran importancia por sus propiedades farmacéuticas (Montaño A.1986).

El valor nutricional del hipocótulo seco de la maca es alto, se acerca a los encontrados en los cereales y granos como: el maíz, arroz y trigo. La maca fresca tiene un 80% de agua, la maca seca tiene un 59% de carbohidratos, 10.2% proteínas, 8.5% fibra.

Espinoza (1986), señala que el nitrógeno origina un desarrollo vigoroso de la planta favoreciendo un buen macollo y rendimiento del grano en la semilla con más alto contenido de proteínas. El fósforo también es fundamental para el desarrollo de los tejidos vegetales, acelerando el crecimiento y favoreciendo un buen desarrollo radicular de la planta; el potasio interviene en la formación de carbohidratos, produce efectos favorables para una mayor resistencia a la sequía y helada, el fósforo y potasio no tienen efecto residual

Macacura (1999), Señala que la maca procesada se constituye en una excelente alternativa de exportación, frente a la opción de venderlos únicamente como materia prima. En la industria se utiliza para la producción de harina, almidón, para obtener extractos y otros; en el mercado nacional este producto se expende en tiendas naturalistas, boticas y farmacias en diversas presentaciones como pastillas, jugos, extractos, dulces y otros. Esta poderosa raíz puede emplearse directamente en la elaboración de budines, mazamorras, mermeladas y galletas.

### **3.5. Origen etimológico de la maca**

Soukup (1980), señala que etimológicamente la palabra *Lepidium*, proviene del griego “Lepidion” que quiere decir “pequeña escama” en alusión al fruto, nombre mencionado por Dioscorides. La palabra maca significa “de arriba” según la etimología Chibcha (Ma: de; Ca: arriba).

### **3.6. Sistemática y clasificación taxonómica de la Maca**

#### **3.6.1. Sistemática**

La maca es un producto andino considerado como la “Reina de los Cultivos Andinos”, pertenece a la familia de las crucíferas, son plantas anuales y bienales o perennes cubiertos de pelos simples, bifurcados, naviculares y estrelladas raramente glandulares (Soukup; Macbride, 1980). La clasificación taxonómica es la siguiente:

División: .....Magnoliophyta

Clase: .....Magnoliopsida

Sub clase:.....Arquiclameas

Orden:.....Rohedales

Familia : .....Crucíferaceae

Género: .....*Lepidium*

Especie: .....*meyenii*

Nombre científico:.....*Lepidium meyenii* Walp.

Nombres comunes:.....macamaca, maca, ginseng peruano, miano.

## **3.6.2. Descripción botánica del cultivo**

### **3.6.2.1. Tallos**

La maca presenta un tallo subterráneo, de tamaño reducido de 5 cm. de longitud, se presenta en forma de un disco mas o menos cónico, caulescente, es decir el tallo no es conspicuo(Castro; Hutchinson, 1990).

### **3.6.2.2. Hojas**

Las hojas son pinnatificadas o bipinnatificadas, las hojas apicales ligeramente partidas. Se presentan arrosetadas y esparcidas al ras del suelo, lo cual les permite soportar los duros golpes ocasionados por las heladas nocturnas y la insolación quemante del medio día (Palomino, 1991; Garay, 1998).

### **3.6.2,3. Flores**

Según Tello (1991) y Hutchinson (1990), las flores son axilares, hermafroditas, actinomorfas, de un color verde claro no vistoso, aproximadamente miden 3 cm. de largo por 2 mm de diámetro; con granos de polen mas o menos aovados de color amarillo,

### **3.6.2.4. Frutos**

Los frutos de la maca son silículas, las que se caracterizan por solo tener dos semillas por fruto y miden aproximadamente 2 mm; las silículas están separadas por un tabique el cual divide al fruto en dos partes iguales. Los hipocotilos conocidos como maca son producto de las acumulación de sustancias de reserva por parte de la planta, las cuales varían en cuanto al color y la forma, (Palomino, 1995).

### **3.6.2.5. Semillas**

Es de tamaño pequeño, similar a la de algunas hortalizas como la zanahoria, nabo, rabanito, apio y otros, su coloración es de color rojizo, de forma mas o menos ovoideo elíptica, de cutícula fácilmente permeable al agua, el embrión se encuentra presente en uno de los extremo de la semilla y tiene un porcentaje de germinación 80 % (Salazar, 1981).

### **3.6.2.6. Raíz**

La raíz es tuberosa se parece al rabanito y su color es amarillo, o morado, o también puede ser amarillo con varias bandas moradas, el tamaño de esta parte carnosa es variable pudiendo alcanzar su diámetro de 5 a 6 cm, de diámetro y una longitudinal de 4 a 7 cm. de largo; esta raíz recibe el nombre de hipocótilo (León, 1964).

### **3.7. Ciclo biológico de la maca**

Según Aliaga (1998); bajo condiciones de la Sierra Alta(Puna) se comporta como una especie bienal, su ciclo completo de vida lo cumple en más de un año. Durante este tiempo, que va de semilla a semilla se tiene un lapso de 2 meses, donde los hipocótilos son conservados bajo el suelo, para después de pasada la temporada de heladas sean transplantados para cumplir su ciclo reproductivo.

#### **a. Primer año: Fase vegetativa o producción de hipocótilos(macas)**

La fase vegetativa de la maca dura entre 8 a 9 meses aproximadamente, es donde se producen las macas comerciales, las que después de secarlas al sol se comercializan en el mercado o también pueden ser transformadas por los propios agricultores en diferentes derivados, (Aliaga, 1998).

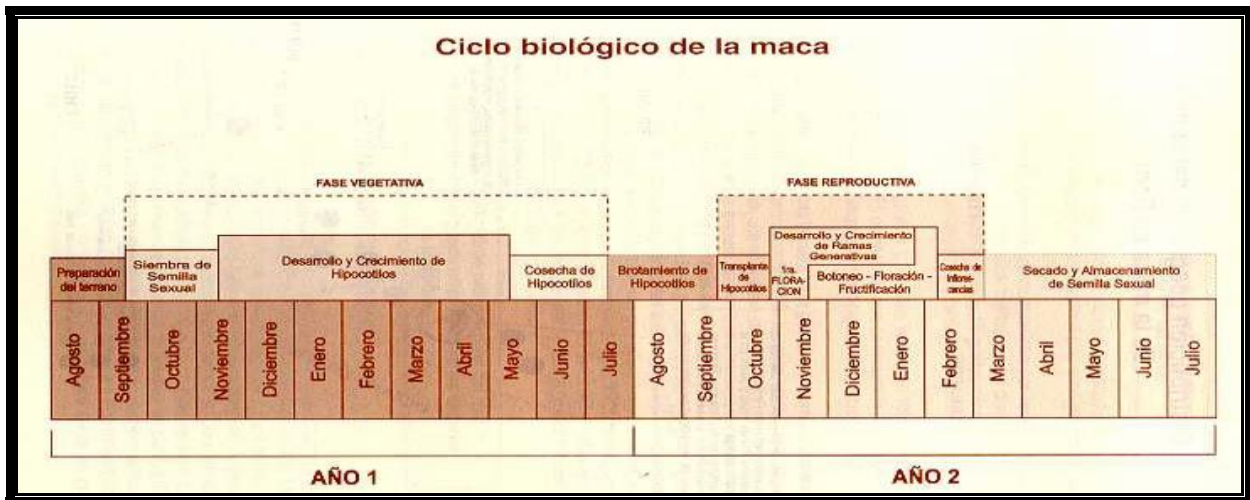
El mismo autor dice que la fase vegetativa o producción de hipocótilos se inicia cuando terminan las heladas (entre septiembre a noviembre) y comienzan las primeras lluvias, puesto que la maca es un cultivo que se maneja bajo secano. Esta etapa se caracteriza principalmente por la expansión y crecimiento del hipocótilo (maca) y la raíz.

#### **b. Segundo año: Fase reproductiva o producción de semillas**

Palomino (1998), indica que en esta etapa, que dura entre 4.5 y 6 meses, es donde se produce la semilla botánica que va a servir para las campañas agrícolas siguientes. Se inicia en la misma época que la fase vegetativa, con la diferencia de que aquí ya no es siembra de semilla sexual, sino que se transplantan hipocótilos brotados. La explicación de estas dos fases se muestra en la siguiente **Figura 1**.



**FIGURA 1. Ciclo biológico del cultivo de la Maca**



Fuente: Aliaga, (1998)

### 3.8. Condiciones agroclimáticas para la maca

Garay (1999), El cultivo de la maca requiere las siguientes condiciones

- Altitud: de 3.825 a 4.500 m.s.n.m.
- Temperaturas: requiere una
  - Media: 7 °C,
  - Máxima: 15 °C,
  - Mínima: - 9 °C
- Precipitación, de 500 a 900 mm/año y un promedio de 625 mm en el tiempo de su crecimiento vegetativo
- Topografía, requiere de inclinación moderadas de 1 al 20 %,
- Clima, semiárido y frío característico de nuestro altiplano, mejor un ambiente frío húmedo
- Requiere suelos profundos y sueltos de buen drenaje, ricos en materia orgánica y medianamente húmedos.
- Clase de textura, el cultivo requiere suelos: franco, franco – arcilloso, franco – limoso
- pH, neutro de 6.7 a 7.3, pudiendo soportar un pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino

- La duración del ciclo vegetativo de la maca es de 6 a 8 meses generalmente desde octubre hasta mayo .el cultivo de la maca necesita de suelos poroma para su desarrollo

### **3.9. Manejo agronómico de la maca**

#### **3.9.1. Preparación del terreno**

La preparación del terreno debe efectuarse inmediatamente después del cultivo anterior en los meses de abril y mayo pasado la época de lluvias, en caso de terrenos descansados o poroma aprovechar la humedad existente en el suelo para facilitar la aradura, dejando el terreno volteado, permitiendo la incorporación de malezas, rastrojos y otros residuos orgánicos(Alfaro y Llica 2001).

Si las plántulas al germinar encuentran suelo compacto y terrones grandes y secos, se debilitan y mueren antes de emerger, ya que durante los primeros días de germinación se alimenta de las reservas que tiene la semilla(Sullca2003).

#### **3.9.2. Limpieza del terreno**

El terreno debe ser un lugar sin piedras, terrones y malezas que dificulten el desarrollo del cultivo y que constituyen focos de infección de plagas y enfermedades (Tito y Chavez,2002).

#### **3.9.3. Rastreado y nivelado**

La roturación y rastreado consiste en mullir bien los terrones empleando rastra de disco o en forma manual con herramientas tradicionales, durante los meses de septiembre a octubre, a fin de favorecer la emergencia y crecimiento uniforme del cultivo; el nivelado se realiza con la finalidad de favorecer una buena distribución de la humedad y semilla (Alfaro y Llica, 2001) El nivelado del terreno coadyuva a la germinación, emergencia uniforme y un mejor establecimiento del cultivo(INADE,1999).

#### **3.9.4. Trazado de líneas**

Consiste en trazar franjas de 1 a 1.5 m de ancho que tiene por finalidad de facilitar una buena distribución de semilla durante la siembra (Alfaro y Llica, 2001). Se recomienda trazar líneas de referencia en megas o camellones para una adecuada distribución de las semillas (Sullca 2003).

#### **3.9.5. Densidad de siembra**

Para la densidad de siembra se toma en cuenta la calidad de semilla; para tal fin se recomienda utilizar de 2.5 a 3 Kg./ha de semilla con poder germinativo mayor a 85 % y pureza no menor a 90 % (Tito y Chávez, 2002)).

La cantidad de semilla por hectárea es de 15 Kg./ha con todas las impurezas y 3.5 a 4 Kg/ha de semilla pura (Tito y Giurfa, 2000). La densidad de plántines es aproximadamente 20 a 25 plantas por metro cuadrado (SAMA, 2003).

#### **3.9.6. Época de siembra**

La maca se siembra los meses de octubre a noviembre, pudiendo adelantarse o retrasarse de acuerdo a las condiciones agronómicas de la zonas y presencia de precipitaciones pluviales (Alfaro y Llica 2001).

#### **3.9.7. Método de siembra**

La distribución de la semillas de maca se realiza al voleo, derramando homogéneamente, de preferencia por las mañanas cuando no hay vientos, es necesario mezclar la semilla con arena o tierra seca y cernida, en una proporción de 1;5 es decir una parte de semilla y cinco partes de tierra, para asegurar una siembra uniforme(Alfaro y Llica,2001).

Cuando el área a sembrar es grande la siembra es a voleo pero cuando se realiza trabajos de investigación la siembra debe ser en líneas con distanciadas de 10 a 15 cm. Entre plantas y 15 a 30 cm. entre surcos para evitar la competencia por nutrientes y agua entre plantas, también facilita el manejo para toma de datos (INADE 1999).

### **3.9.8. Tapado y compactado**

El tapado y compactado tiene finalidad de poner en contacto la semilla con el suelo y agua, para favorecer una germinación rápida y uniforme, esta actividad se logra haciendo pasar varias veces con rebaño de ovejas sobre el área sembrada, también se puede utilizar ramas de arbustos, rastrillos y otros (Sullca, 2003).

### **3.10. Altura o porte de la planta**

Durante la fase vegetativa la roseta se constituye solamente de hojas y tiene un promedio de 30 centímetros de diámetro, y durante la fase reproductiva está formada por hojas e inflorescencias compuestas que pueden alcanzar un promedio de 60 centímetros. Incluso algunos ejemplares pueden llegar a medir más de 80 centímetros de diámetro (Huguet,1999)

### **3.11. Clasificación y eco tipos de Maca**

Actualmente no se habla de variedades sino de ecotipos, esto define de acuerdo a su coloración; amarilla, blanca, morada, crema, gris, plomo , los de color amarillo, crema y morado son los mas apreciados en el mercado, siendo el plomo el menos aceptado, debido a su dificultad en el proceso de cocción (Andina Real, Exporter, 2002).

La clasificación de los hipocótilos para su comercialización se realiza de acuerdo al diámetro, midiendo en zona suberificada de la raíz, se clasifican en las siguientes categorías ( UNAN – CIDES. 2002).

- a) **Grandes**, hipocótilos frescos mayores a 5 cm. de diámetro
- b) **medianos**, hipocótilos frescos de 3 a 4.9 cm. de diámetro
- c) **Pequeños**, hipocótilos frescos menores a 2.9 cm. de diámetro

### **3.12. Labores culturales**

#### **3.12.1. Deshierbe**

el desmalezado se recomienda realizar manualmente y depende de la incidencia de malezas; así evitar la competencia de nutrientes, luz, agua y espacio durante todo el

periodo del cultivo(Alfaro y Llica,2001). Una vez emergidas las plantas se deben eliminar cuidadosamente las malezas, esta generalmente se realiza hasta dos o mas veces (Tito y Chavez, 2002).

### **3.12.2. Raleo**

Esta labor se realiza cuando hay mayor densidad de plantines, para permitir un mejor desarrollote las raíces, debiendo efectuarse conjuntamente con el deshierbe o un mes después del deshierbe ( Tito y Chavez,2002). El raleo de realizarse a los 3 meses en lugares donde hay mayor numero de plantas que no permiten el buen crecimiento de las mismas (Sandoval y Giurfa, 2000).

### **3.12.3. Riego**

En la actualidad en las zonas donde se cultiva la maca, no se acostumbra regar, ya que el desarrollo de su ciclo vegetativo, coincide generalmente con la época de lluvias (Sullca 2003)En aquellas zonas con infraestructura de riego, se debe regar a fin de mantener el cultivo con humedad suficiente; el numero de riego. Así como el volumen de agua a emplearse por cada riego, depende de una serie de factores tales como: estructura del suelo, textura del mismo, cantidad de materia orgánica y las condiciones del medio ambiente (Gomez,2000).

## **3.13. Plagas y enfermedades**

Según (Ocsa, 2005), las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo de la maca son:

### **3.13.1. Plagas**

#### **a. Gorgojo de los andes (*Prennotrypes sp.*)**

El daño a la planta es causado por gusanos de color blanco que ataca a la raíz introduciéndose y formando galerías, los adultos consumen el follaje y reducen la capacidad fotosintética de las plantas.

## **b. Mosca de la raíz**

El daño es ocasionado en estado larval, lo que hacen por efecto de su alimentación a través de sus mandíbulas con las que mastican el tejido preferentemente el de la raíz, muy pocas veces a la altura de la corona.

Se recomienda las siguientes prácticas agronómicas y culturales.

- Buena preparación del terreno, inmediatamente después del finalizado el periodo de la lluvia
- Realizar deshierbes frecuentes dentro y en los márgenes del campo de cultivo, para eliminar las malezas que se comportan como hospederas alternantes
- Evitar el monocultivo
- Realizar cosechas oportunas

### **3.13.2. Enfermedades**

La principal enfermedad que afecta al cultivo de la maca es:

#### **3. Tizón veloso.**

La enfermedad es causada por el hongo (*Peramospora parasitica*), afecta principalmente al follaje, causando la muerte de la planta, sí el ataque ocurre en los primeros estadios del desarrollo de la planta. El síntoma inicial en plantas jóvenes que provienen de semilla sexual es un amarillamiento de las hojas mas extremas, las que luego se secan prematuramente pero permanecen adheridos a la planta por largo tiempo, en la cara existe la presencia de pelusillas blancas grisáceas.(Sullca 2003).

Se recomienda la siembra en suelos descansados, así como la rotación de cultivos y la utilización de semilla certificada.

### **3.14. Rendimiento**

En un sistema de producción técnicas adecuadas se puede obtener 4 – 5 Kg/ m<sup>2</sup> en peso fresco, en seco hasta 2 Kg /m<sup>2</sup> es decir hasta 15 tn /ha de raíces frescas

(Tapia,1997).El rendimiento promedio a nivel de agricultores es de 5 tn/ha de hipocotilos fresco, aproximadamente 1,5 tn/ha de hipocótilo seco (Ñaupari,1999)

El rendimiento mínimo es 8000 Kg/ha de raíz fresco manejado a nivel de agricultores y 2500 Kg/ha de raíz seco; con humedad aproximadamente de 14%, la relación del secado es de 3.2:1, es decir para obtener un Kilo de hipocótilos secos se requiere 3.2 kilos de maca fresca (Sullca,2003).

### **3.15. Agricultura ecológica**

La agricultura ecológica se define como la ciencia y el arte empleado en la producción de alimentos sanos y altamente nutritivos, mediante un manejo sostenible de los recursos naturales. El proceso productivo se beneficia de los ciclos ecológicos, prescinde de pesticidas y fertilizantes sintetizados. Responde a normas de producción y de calidad, que se diferencia de la agricultura tradicional y convencional. La agricultura ecológica debe ser ambientalmente sana, socialmente justa, económicamente viable y culturalmente aceptable (AOPEB, 2007)

Los principios que sustenta la agricultura ecológica son:

- Respetar la capacidad de carga de los ecosistemas naturales (productividad primaria), en función de las características locales.
- Recuperar, mantener y conservar los recursos naturales y el nivel de productividad en forma sostenible de los agro ecosistemas, reduciendo al mínimo la forma de contaminación.
- Incentivar la producción local de especies nativas muy bien adaptadas al entorno natural, social y cultural  
(AOPEB, 2007).

### **3.16. Los abonos orgánicos**

Bellaport (1996) y Lampkin (1998), sostienen que se conoce como abonos orgánicos a todos aquellos residuos de origen animal y vegetal utilizados para aumentar la fertilidad del suelo.

Guerrero (1993), señala que son sustancias que están contruidos por desechos de origen animal o vegetal o mixto que se añade al suelo, con el objeto de mejorar sus características físicas biológicas y químicas. Esta clase de abonos aporta al suelo materiales nutritivos, y influye favorablemente en la estructura del suelo, modifican la población de microorganismos en general, de otra manera se asegura la formación de agregados que permitan una mayor rentabilidad de agua intercambio de gases y nutrientes a nivel de las raíces de las plantas.

Vigliola (1993), sostiene que la fuente mas importante en las huertas es el estiércol que por su aporte de materia orgánica posee un acción física pues favorece a la agregación, una acción biológica por el aporte de microorganismos que elaboran sustancias cementantes aglutinantes, también una acción química, la descomposición de materia orgánica libera ácidos que solubilizan nutrientes de compuestos orgánicos insolubles, como el fosfato tricálcico.

### **3.16.1 Estiércoles de bovino. Ovino. llama y gallinaza**

El estiércol contiene nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y probablemente todos los oligoelementos, por lo tanto el valor del estiércol es tan importante en los suelos arenosos, el mantenimiento de materia orgánica y nitrógeno es un factor vital como fertilizante nitrogenada en menor grado (Buckman et.al, 1997).

#### **a) Estiércol de bovino**

Tiene una importante presencia de compuestos de lenta degradabilidad, su descomposición es lenta pero contribuye altamente a la mejora de la estructura del suelo, su efecto nutritivo puede equilibrar en el primer año de su aportación hasta el 30% del N total presente y el efecto residual tiene importancia relevante después de varios años del cese de los aportes, en función del tipo de suelo, del clima, de las labores, de otros abonados y de los cultivos que se siembre ( Augstburger,1989)

#### **b) Estiércol de ovino**

Sus propiedades oscilan entre las del bovino y la gallinaza; es el estiércol de riquezas mas elevadas en N y K<sub>2</sub>O del de todos los demás elementos, el efecto sobre la



estructura del suelo es mediano, la persistencia es de tres años, mineralizándose aproximadamente el 50 % el primer año, 30% el segundo año e el 15% el tercer año. El estiércol líquido de ovino contiene 8% de sustancia orgánica, 1.6 % de Nitrógeno y 0,1 % de anhídrido fosforico y 2.3 % de potasio K<sub>2</sub>O (Suquilandia 1995).

### **c) Estiércol de llama**

El estiércol fresco de llama contienen nitrógeno total de 1.53 %, anhídrido fosforico 0.89 %, oxido de potasio 1.30% el estiércol de llama tiene descomposición rápida contribuye a la mejora de la estructura del suelos, su efecto nutritivo puede equivaler en el primer año de su aportación hasta 50%(internet).

### **d) Gallinaza**

En este caso la casi totalidad del N esta presenten forma disponible ya en el primer año de suministro, resultando por ello un abono de eficacia inmediata, el efecto residual pude ser considerado débil y el estructura prácticamente insignificante, es un material muy difícil de utilizar correctamente porque no esta estabilizado, es de difícil distribución, sujeto a fuertes perdidas por volatilización y con problemas de olores desagradables.( Restrepo J. ,2001)

## **3.17. Abonos orgánicos líquidos**

Gomero (1999), definen a abonos orgánicos líquidos aquellas sustancias que son obtenidos en base a la fermentación de residuos orgánicos, y generalmente se aplican foliarmente, se recomienda su uso especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica

Los abonos líquidos deben ser utilizados especialmente cuando la plantas presentan síntomas de deficiencia de nutrientes, que es notoria cuando las hojas se empiezan a poner de un color amarillento (SEMTA, 1993)

El uso de este tipo de abonos es relativamente nuevo y considera que ayudan a que el manejo de la agricultura sea sostenible, esto por los materiales con los que están hechos, materiales de descomposición de los estiércoles y de materia verde, pueden

ser aplicados al suelo en concentraciones mayores, en el cuello de las plantas para favorecer el desarrollo radicular ( Sanchez, 2004)

**Cuadro 3. Composición de nutrientes en cuatro abonos líquidos**

<b>Ab.Org. liquido</b>	<b>N Total %</b>	<b>Potasio %</b>	<b>Fósforo %</b>	<b>Mat. Org. %</b>	<b>pH</b>
<b>Bovino</b>	0.04	0.26	0.010	0.21	8.88
<b>Ovino</b>	0.06	0.38	0.010	0.25	6.87
<b>Porcino</b>	2.15	0.068	0.052	-	8.01
<b>Ext.Ovino. liquido</b>	0.03	0.03	0.007	0.14	6.73

**Fuente: IBTEM (2000)**

### **3.18. Tipos de abonos líquidos**

Guerrero(1993), clasifica los abonos líquidos en los siguientes

- Los denominados Bioles, obtenidos por fermentación anaeróbica en biodigestores.
- Purines, procedentes del efluente de los establos.
- Te de estiércol, de elaboración parecida al biol.
- Purines con especies vegetales, el mismo tiene una definición distinta al obtenido en establos.

#### **3.18.1. El Biol**

Medina (1992), Señala que el biol es considerado como un fitoestimulante complejo que al ser aplicado a las semillas o al follaje de los cultivos, permite aumentar la cantidad de las raíces e incrementar la capacidad de fotosíntesis de las plantas, mejorando sustancialmente la producción y calidad de las cosechas.

Soubes (1994), La digestión es anaeróbica, es un proceso complejo desde el punto de vista microbiológico, los bioles son de rápida absorción para la plantas, se puede

aplicar a la raíz, hojas; existen muchas formas de prepararlos, el Biol. debe ser bien transformado, que contenga entre sus elementos los productos requeridos para el desarrollo de las plantas, los tres elementos principales que son: Nitrógeno, Fósforo y Potasio

### **3.18.2. Té de estiércol**

Suquilanda (1995), define al té de estiércol como: “una preparación que convierte el estiércol sólido en un abono líquido”, en el proceso de hacer el té, el estiércol suelta sus nutrientes al agua y así se hacen disponibles para las plantas. y se procede en condiciones anaeróbicas.

El procedimiento para preparar el té de estiércol es bastante sencillo, para esto se llena un costal hasta la mitad con cualquier tipo de estiércol se amarra el costal con una cuerda dejando una de sus puntas de 1.5 m. de largo, seguidamente se sumerge el costal con estiércol en un tanque con capacidad de 200 litros de agua, se tapa la boca con un pedazo de plástico y se deja convertir el estiércol en abono líquido por dos a tres semanas, se saca el estiércol y de esta manera el té de estiércol esta lista.

Para aplicar este abono, debe diluirse una parte de te estiércol, con 4 a 6 partes de agua fresca y limpia; luego aplicarse con auxilio de una regadera se aplica en banda los cultivos o alrededor de las plantas, también puede aplicarse este abono a través de riego por goteo, al mismo tiempo puede mejorarse aplicando vísceras de pescado o plantas con efecto de biocida como Cardo santo(Argemonemexicana), ortiga(Urtica ureas), también puede enriquecida con leguminosas en brote como alfalfa (Medicago sativa) incorporados en el saco con el estiércol en una preparación de 10 a 2 (Condori,2006)

### **3.18.3. Purin**

Se obtiene a través del proceso de fermentación del orín con el fin de tener un fertilizante concentrado rico en N y P , la composición es variable teniendo diversas concentraciones y esto dependerá de la calidad del estiércol con la que se prepare, el análisis de esta preparación muestra la siguiente riqueza nutritiva, Nitrógeno 0.25

a00.30 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0.03 a 0.06 %) y K<sub>2</sub>O (0.4 a 0.5 %), es una preparación de acción rápida, cuya eficiencia es de 60 70 %.(Condori,2006)

#### **3.18.4. bio-abonos**

Restrepo (2001), menciona que el bioabono es un concentrado de nutrientes y existe exclusivamente en el estiércol, de donde se la obtiene mediante procesos anaeróbicos Este proceso es similar al estomago del ovino y se compone de las siguientes partes: Biol. Biosol y gas .a ello se conoce fertilizante.

Contiene nutrientes tales como nitrógeno, fósforo y otros elementos como los fitoreguladores: auxina, glicerina, citoquininas, etileno e inhibidores que a bajas concentraciones regulan el crecimiento y desarrollo de las plantas Otras sustancias como la tiamina (vitamina B<sub>1</sub>), pirodoxina (vitamina B<sub>6</sub>), ácidos nicoticos (vitamina B<sub>3</sub>) y vitaminas; poseen bacterias nitrificantes permiten la rápida degradación de los elementos del suelo para favorecer su pronta absorción por las plantas (Gomero, 1999)

#### **3.19. Fertilización en el cultivo de maca**

El cultivo de maca, como cualquier crucífera precisa de ciertos niveles de fertilización debido a que absorbe una gran cantidad de nutrientes del suelo (Chakarunas Trading S.R.L. 2002), por tanto se recomienda abonar con estiércol de ovino y bovino de 5 a 10 tn/ha con NPK de 60-60-60 que responden muy bien al rendimiento al cultivo de maca( Tapia,1997)

En el cultivo de la maca se tiene la tendencia a obtener un producto ecológico sin la aplicación de fertilizantes químicos; se incorpora al terreno bastante materia orgánica, especialmente estiércol de corral, estiércoles de ganado, vacuno, camélido, ovino y otros; es recomendable la utilización de suelos vírgenes. León (1984) y Garay, (1999)

Tello (1991), afirma que con la aplicación de fertilizantes a los cultivos de maca, puede duplicarse e incluso triplicar sus rendimientos, siempre y cuando sean aplicados en dosis correctas los nutrientes que aportan el fertilizante, va permitir que el cultivo se desarrolle con mayor rapidez, sea mas verde, mas alto y rinda mas.

### 3.20. Costos de producción

Perrin et-al (1970), define el costo de producción como el desembolso o gasto de dinero que se hace en la adquisición de los insumos o recursos empleados, para producir bienes y servicio, sin embargo el termino costo es mas amplio ya que significa el valor de todos los recursos que participan en el proceso productivo de un bien en cantidades y en un periodo de tiempo determinado.

El mismo autor menciona que los costos mas comunes que enfrenta una unidad de producción agrícola son: la compra de semillas, fertilizantes, pesticidas, maquinaria, equipos y pago de mano de obra. Las labores culturales que se requieren son:

- Preparación del terreno
- Siembra
- Fertilización
- Control fitosanitario
- Deshierbe, aporque y raleo y riego
- Cosecha

### 3.23. Evaluación económica

Según Paredes, (1999), las formulas para la evaluación económica son:

**a. Ingreso bruto (IB)** también denominado ingreso total (IT), y resulta de multiplicar la producción total (qt) por el precio del producto unitario, (pq).

$$\text{IB} = \text{IT} = \text{qt} * \text{pq}$$

**b. Ingreso neto (IN)**, son las utilidades o ganancias que resultan de la diferencia existente entre el ingreso bruto (IB) y costos total (CT) de la producción.

$$\text{IN} = \text{IB} - \text{CT}$$

**c. Relación beneficio costo (RBC)**, se define como el indicador o ganancia bruta por unidad monetaria invertida, se estima dividiendo el ingreso bruto (IB) y el costo total (CT). Si la relación es mayor que la unidad existe beneficio; si es igual a uno los

beneficios son iguales a los costos de producción y actividad no es rentable, valores menores que uno, indican perdida y la actividad no es productiva, (Paredes, 1999).

$$\mathbf{RBC = IB / CT}$$

# **MATERIALES Y METODOS**

## 4. MATERIALES Y METODOS

### 4.1. Localización

El trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Yauriri San Francisco, comunidad Jesús de Machaca - provincia Ingavi que esta situado al sur oeste del departamento de La Paz, a 116 Km. de la ciudad de La Paz, a una altitud de 3800 a 4200 msnm es comunicada por dos carreteras uno por el lado de Viacha y otro por el camino de desaguadero. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas 68° 40' longitud oeste y 16° 55' latitud sur (CIEC 1991; CIPCA 1989).y atlas estadísticos de municipios (1999)



**FOTO 1.** Vista parcial del área experimental

### 4.2. Características climáticas de la zona.

En el transcurso de la evaluación del cultivo se registraron datos de las temperaturas y precipitación para conocer y analizar su influencia en el cultivo, las precipitaciones 18.9mm. (diciembre 2005) y 357.8mm (enero 2006) a garantizado la emergencia del cultivo, las precipitaciones en los meses marzo, abril fueron menores como promedio 9.1mm. Mayo, junio y julio fueron periodos secos pudiéndose influir en el rendimiento de hipocótilos Rebisso (1999) menciona que es vital la precipitación que recibe el



cultivo en periodo de emergencia hasta el establecimiento del cultivo con ello se garantiza la humedad del suelo para optimizar los niveles de producción

### **5.1.1. Temperaturas máximas y mínimas**

Las temperaturas máximas durante los meses de mayo, junio y julio registraron una ligera variación con medias de 12, 11 y 10 °C respectivamente. Debido a la época invernal hubo la presencia de heladas para los meses de mayo, junio y julio donde la temperatura mínima para el mes de mayo alcanzó a -2°C, bajo cero. Pero en el mes de junio las heladas aumentaron y las temperaturas bajaron hasta los - 7 °C bajo cero; ante este descenso de temperaturas el cultivo de la maca no presento daños. Estos promedios de temperatura son mayores con relación a los obtenidos por Quispe (2004) en la investigación realizada en el cultivo de maca en el altiplano norte.

**(Gómez 2000 y Chakurunas 2002)**, indican a su vez que el cultivo de maca se desarrolla en climas fríos, a temperatura media de 7 a 15 °C máximo y – 9 °C mínimo en la fase vegetativo. y se pudo verificar su resistencia a las heladas. Para el mes de julio las heladas fueron mas fuertes, y la temperatura bajo a -8 °C bajo cero, donde el grosor de los hielos fueron mas gruesas pero a pesar de ello el cultivo no presento ningún daño alguno, ya que el cultivo soporta hasta -15 °C bajo cero, corroborando las afirmaciones de (Ocsa, 2005 y Tapia 1997), **(anexo 5 y FIGURAS 13)**

El cultivo de la maca requiere de 500 a 900 mm/año (Gómez, 2000 y tapia, 1997) pero el área donde se realizo el trabajo de investigación tiene menor precipitación para nivelar el requerimiento de agua se utilizo riego por inundación según la necesidad del cultivo en las épocas secas comprendidas entre mayo a julio



**Foto 2.- Riego de la parcela**

### **4.3. Suelos y vegetación**

#### **4.3.1. Suelos**

La región del altiplano se caracteriza por tener suelos agrícolas entre 20 a 30 cm. de profundidad, que se caracterizan por ser suelos con indicios de erosión eólica en diferentes grados son suelos medianamente profundos, y medianamente húmedos y una pendiente 15%, la textura del suelos es franco arcilloso, y franco limosos son por partes, tiene un pH neutro ( 6.9)con textura media con poca grava, tiene una materia orgánica muy baja( 3.7).

#### **4.3.2. Vegetación**

La vegetación de esta región esta representada por diversas especies como las Solanaceas:Papa luki(*Solanum jusephzuki*), papa ajahuri(*Solanum ajanhuri*), papa pureja(*Solanum cardenassi*).Gramíneas: Cebada(*Hordium vulgare*), avena forrajera(*Hordium vulgare* sp) chenopodiaceae: quinua( *Chinopodium quínoa*), Kañahua(*Chinopodium andicola*), Stipas: paja brava(*stipa ichu*), Chilliwa(*stipa* sp), malváceas: malva silvestre(*malva silvestres*), Urticáceas ortiga macho y hembra), Pastos: pasto(*poa anoa*), pasto llorón( *Eragrostia curvula*), pasto ovillo( *Dactylis glomerata*), Vicias: Haba( *Vicia faba*), muña(*Satureja parvifolia*), Zapatillos( *calceolaria* sp), reloj reloj, munimuni( *Eidens andicola*), Anukara(*Lipidium bi pennatifidium*), alfalfa(*medicago sativa*)

#### **4.4. Materiales y métodos**

##### **4.4.1. Materiales**

##### **4.4.2. Material vegetal**

Para el presente trabajo de investigación el material vegetal utilizado fueron 3 Kg/ha de semillas de maca para la almaciguera y 18 Kg de materia verde de alfalfa .para la preparación del té de estiércol

##### **4.4.3. Material de campo**

Para el siguiente trabajo de investigación se utilizaron lo siguientes materiales:

- 3 turriles de 200 litros de capacidad
- Cinta métrica
- Kallapos para el cercado de la parcela
- 3 rollos de alambre tejido
- 1 kilo de clavos
- Regla graduada
- Baldes
- Pitas
- Cuaderno de apuntes
- Carteles

##### **4.4.3.1. Herramientas y equipos**

- Tractor
- Regadera
- Picotas
- Palas
- Chontillas
- Rastrillos
- Repicadores
- Cámara fotográfica

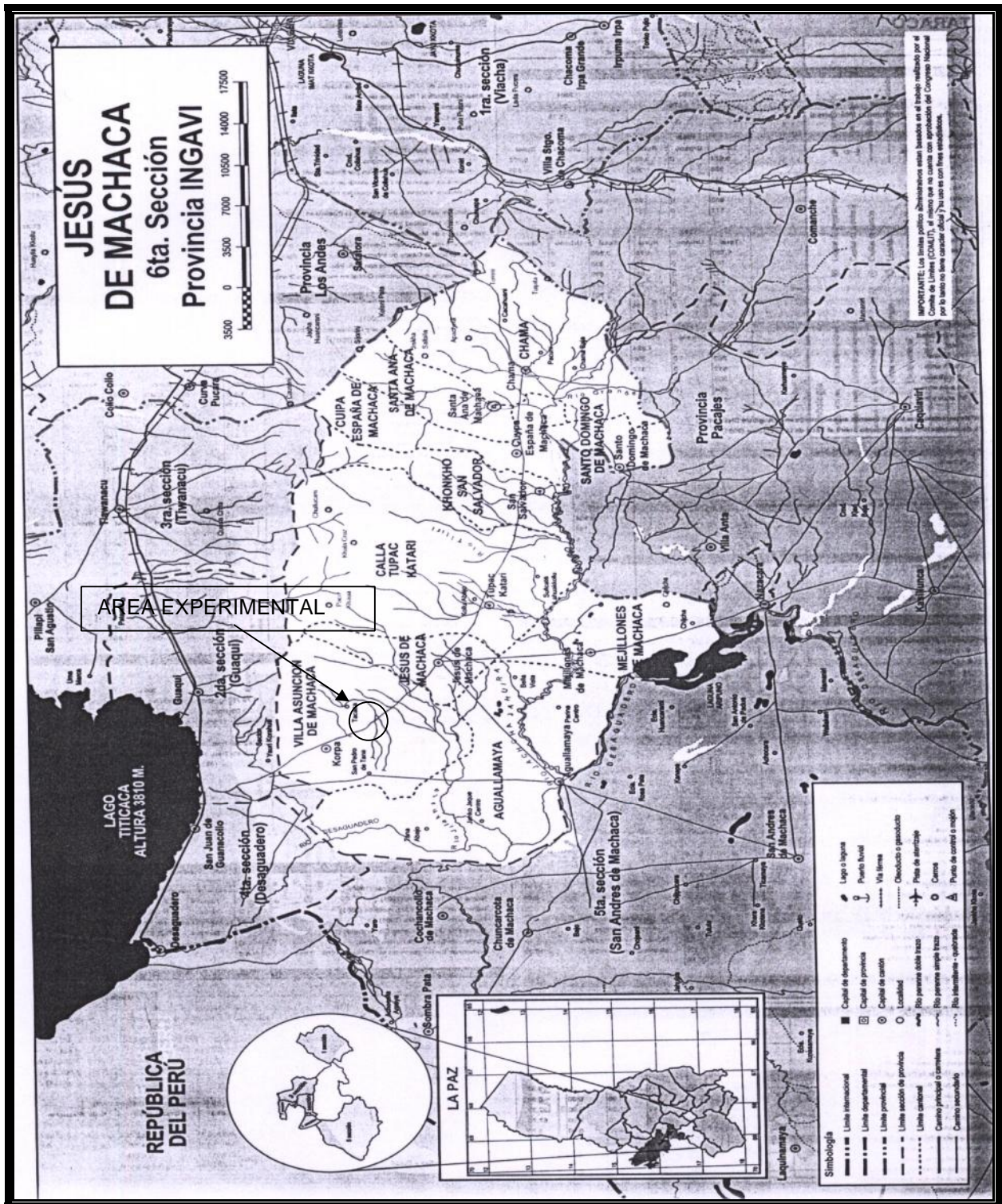
#### **4.4.3.2. Material de gabinete**

- Equipo de computación
- Libreta de registro
- Rollos de películas
- Diskets
- Mapas de localización

#### **4.4.3.3. Insumos**

- Estiércol de ( llama, bovino, ovino y gallinácea) 15 Kg de cada una de los estiércoles)
- Alfalfa picada 18 Kg para la preparación de te de estiércol

# MAPA 1. LOCALIZACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL, PROVINCIA INGAVI



## **4.5. Métodos**

### **4.5.1. Elección del terreno**

El trabajo de investigación de la maca se realizó en suelo virgen o poroma debido a que estos suelos son ricos en nutrientes, dicho terreno fue utilizado como patio de casa; (Aliaga, Ocsa, 2006) señalan que el cultivo de la maca requiere suelos descansados por varios años o poroma pues estos han acumulado gran cantidad de nutrientes y materia orgánica.

### **4.5.2. Preparación del suelo**

La preparación del suelo se realizó en los meses de abril a mayo aprovechando la humedad existente en el suelo después de la temporada de lluvias, dejando el terreno removido hasta los meses de octubre a noviembre a una profundidad de 50 cm, con el propósito de obtener un suelo bastante suelto, para tal efecto se utilizó tractor agrícola, en los meses de septiembre a noviembre se procedió a desterronar o mullir la parcela; 20 días antes de la siembra se hizo una segunda labor de desterronado y nivelado del terreno mediante el uso de herramientas manuales (picotas, rastrillos, azadón y combo), esto con el objetivo de favorecer que el suelo se asiente un poco e impedir que al momento de colocar las plántulas bajo tierra no se hunda, para que faciliten las labores de trasplante y asegurar el prendimiento de las plántulas y la limpieza de malezas.

### **4.5.3. Toma de muestras del suelo**

Una vez preparado la parcela se procede a tomar muestras del suelo de diferentes lugares, en este caso se delimitaron los bloques con tablas de altura de 0.20 m. Para luego avanzar a lo largo de las parcelas, siguiendo el camino en zig-zag evitando tomar muestras en una franja de 0.30 m del borde de las parcelas, se tomaron 10 muestras individuales por bloque, sumando 30 muestras en total de la parcela experimental, para luego formar una muestra homogénea y representativa, posteriormente se procedió con el análisis químico del suelo en el laboratorio de calidad ambiental del Instituto de Ecología y Facultad de Ciencias Puras y Naturales (**Ver anexo3**)

#### **4.5.4. Preparado de la almaciguera**

La preparación de la almaciguera se realizó en un área de 2 m<sup>2</sup>, previo a la siembra se procedió a la desinfección del suelo mediante el tratamiento de diferencia térmica brusca con agua hirviendo y fría en un volumen aproximado de 25 litros/m<sup>2</sup>, con el propósito de eliminar microorganismos patógenos que puedan ser causantes de plagas y enfermedades, el sustrato se hizo con la misma tierra cernida con la ayuda de un tamiz.

#### **4.5.5. Proceso de almacigado**

El almacigado se realizó colocando las semillas de maca al voleo, en dos almacigueras de 1 m<sup>2</sup> cada una, luego se cubrió las semillas con poca tierra cernida con ayuda de un cernidor luego, posteriormente la almaciguera fue protegida con paja, finalmente un riego de agua abundante. Previamente al almacigado la semilla se mezcló con tierra fina para aumentar el volumen en una proporción de 1:5 (una parte de semilla y cinco parte de tierra). La semilla que se utilizó fue 3 Kg/ha. La emergencia de las plántulas fue entre los 20 días, en forma uniforme, cuando tuvo un altura adecuada. se procedió al trasplante de las plántulas a la parcela.



**FOTO 3.- Almaciguera sin trasplante**

#### **4.5.6. Trasplante**

El trasplante se realizó a los 45 días del almacigado cuando las plantas tenían una altura de 3 cm. con seis hojas, antes de iniciar el trasplante se realizó un riego para humedecer el suelo a capacidad de campo, con la finalidad que las plántulas tengan pan de tierra para ser trasplantadas en las pozas previamente preparados a una distancia entre plántulas de 30cm. y 50cm. entre surco. En la unidad experimental se trasplantaron 45 plántulas, teniendo cuidado que la raíz principal no se doble propósito de favorecer al enraizamiento rápido y el buen desarrollo de las plántulas.

#### **4.5.7. Manejo agronómico**

##### **4.5.7.1. Deshierbes**

Durante todo el periodo vegetativo de la planta se realizaron 3 deshierbes, hubo incidencia de malas hierbas como: gramíneas, anukaras, malvas silvestres, eliminándolas de forma manual para evitar la competencia al cultivo por nutrientes, luz, espacio y agua.

##### **4.5.7.2. Preparado y aplicación de té estiércol**

En la preparación del abono orgánico líquido de estiércol se utilizaron los siguientes insumos y materiales:

- 15 Kg. de estiércol de ovino
- 15 Kg de estiércol de llama
- 15 Kg de estiércol de bovino
- 15 Kg de gallinaza
- 6 Kg de alfalfa picada
- 170 litros de agua.

La preparación consistió en homogenizar el estiércol en un mantel de manera separada, una vez mezclado bien se lleno en un costal grande para sumergirlo en un



turril de 200 litros, con 170 litros de agua, luego se tapo herméticamente, el preparado de la mezcla se hizo para cada uno de los tipos de estiércol. Por un periodo de tres semanas, posteriormente se saco el costal y el te de estiércol estaba listo luego se procedió con el análisis del té de estiércol de llama, bovino y ovino en el laboratorio de calidad ambiental del Instituto de Ecología y Facultad de Ciencias Puras y Naturales. **Ver (anexo 3).**

Luego se aplicaron a las Unidades Experimentales con ayuda de una regadera, de acuerdo a las dosis calculada (1.5, 2.5 y 3.5 lt/U.E.) cada unidad experimental es formada por 6.25 metros cuadrados donde se aplicaron dosis de 0.25, 0.40 y 0.60 lt/m<sup>2</sup>. La aplicación del te de estiércol se efectuó cuando las plántulas alcanzaron los 3 meses, cada 15 días hasta terminar la cantidad calculada para el cultivo. (Cuadro 4 y anexo 2

#### **4.5.73. Cosecha**

Esta labor se realizo, una vez completado su ciclo vegetativo a los 8 meses, la recolección del producto fue por metro cuadrado de cada tratamiento más las plantas de objeto de estudio, la cosecha de las plantas se realizo a mano cuando las planta de la parcela se tornaron amarillentas.



**Foto 4.- Cosecha a los ocho meses**

## 4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

### 4.6.1. Modelo estadístico

Para el presente ensayo el diseño experimental que se utilizó fue el de Parcelas Divididas en Diseño de Bloques completos al azar propuesta por Caballero (1975) donde se evalúan el efecto de los fertilizantes orgánicos

$$X_{ijk} = u + \tilde{\alpha}_k + \mu_i + \hat{a} + j + (\tilde{\alpha}\mu)_{ij} + \hat{b}$$

Donde:

$X_{ijk}$  = Una observación cualquiera

$u$  = Media general

$\tilde{\alpha}_k$  = Efectos del k-ésimo bloque

$\mu_i$  = Efecto del i-ésimo nivel de Factor A

$\hat{a}$  = Error de parcela principal

$j$  = Efecto de i-ésimo nivel del Factor B

$(\tilde{\alpha}\mu)_{ij}$  = Interacción del i-ésimo nivel de A con el j-ésimo nivel de B

$\hat{b}$  = Error de la sub-parcela, (error experimental)

Los datos obtenidos fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANVA) y la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, al 5 % de probabilidad

### 4.6.2. Tratamientos

Los tratamientos que se aplicaron se describen a continuación:

**Factor A:** Tipos de te de estiércol ( A1 (llama), A2 (ovino) y A3 (bovino))

**Factor B:** Niveles de abono liquido.( dosis aplicados 1.5, 2.5 y 3.5 lt/UE)

**Cuadro 4. Cantidad de abono líquido aplicado**

Te de estiércol	Dosis de aplicación lt/ U.E.				Fechas aplicadas
	testigo	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	
<b>Llama</b>	0.0	1.5	2.5	3.5	15- 3-06
	0.0	1.5	2.5	3.5	30-3-06
	0.0	1.5	2.5	3.5	15-4-06
	0.0	1.5	2.5	3.5	30-4-06
<b>Ovino</b>	0.0	1.5	2.5	3.5	15- 3-06
	0.0	1.5	2.5	3.5	30-3-06
	0.0	1.5	2.5	3.5	15-4-06
	0.0	1.5	2.5	3.5	30-4-06
<b>Bovino</b>	0.0	1.5	2.5	3.5	15- 3-06
	0.0	1.5	2.5	3.5	30-3-06
	0.0	1.5	2.5	3.5	15-4-06
	0.0	1.5	2.5	3.5	30-4-06

**Fuente: Elaboración propia en base a los datos propuestos 2006-2007**

#### **4.6.3. Dimensiones de Unidad Experimental**

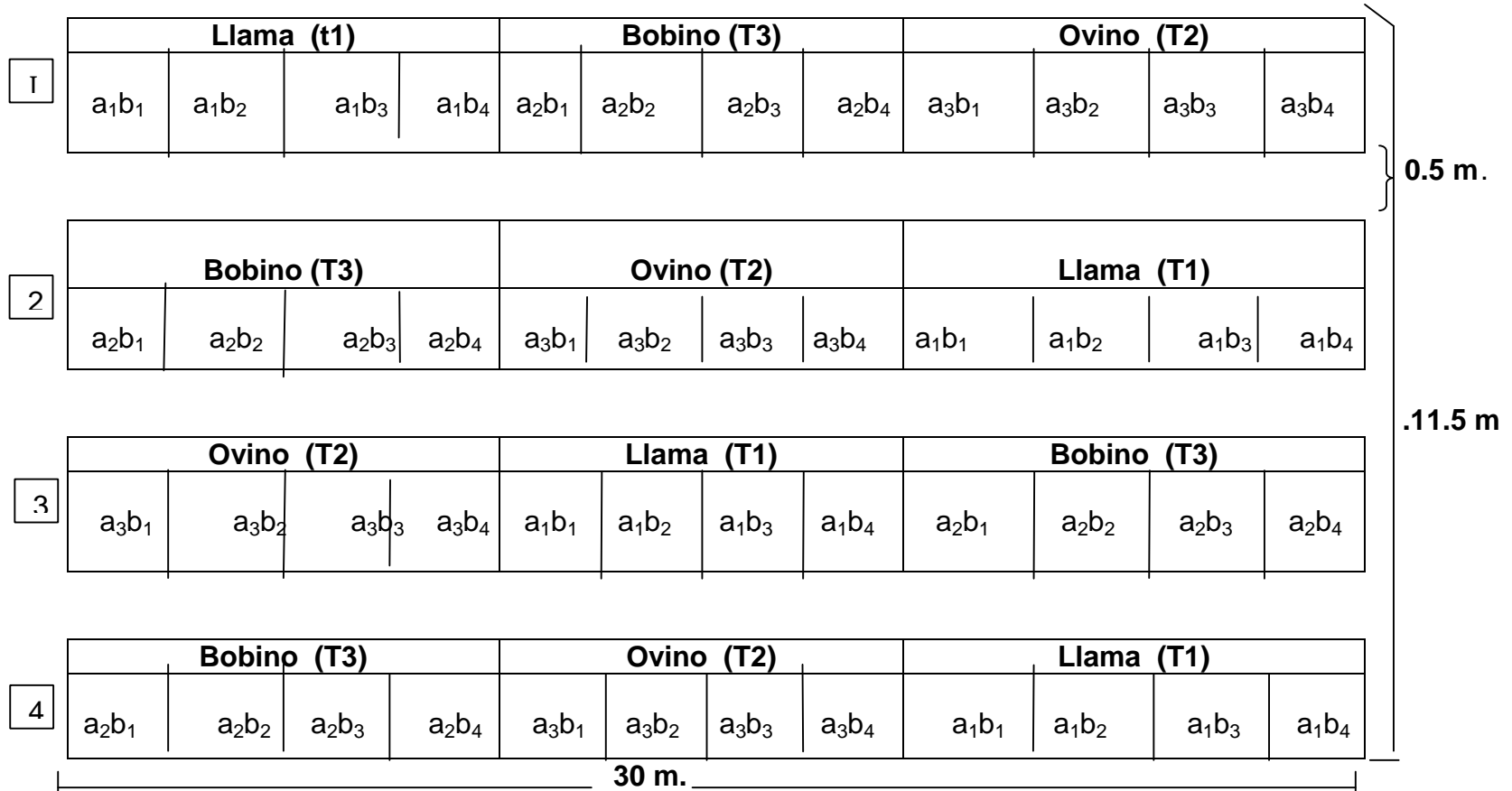
La unidad experimental tuvo un área total de 345 m<sup>2</sup>, con una distancia entre plantas de 30 cm. teniendo un total de 45 plantas por unidad experimental, Ver (**FIGURA 2 ANEXO 7**)

**CUADRO 6. Características del área experimental**

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Número de tratamientos	3
Número de bloque	4
Número de surcos	5
Largo del surco	2.5 m
Ancho del surco	0.5 m
Pasillos	0.5 m

Área útil para evaluación de la UE:	2.25 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo	345 m <sup>2</sup>
Área de unidad experimental	6.25 m <sup>2</sup>
Fecha de siembra	19 noviembre 2005
Clase de terreno	Franco arcilloso
Color de semilla	Amarillo

#### 4.6.4. Croquis de distribución de las unidades experimentales



#### **4.7. Variables de medición**

En el transcurso del experimento se tomaron registros de

##### **1.- Altura de la planta**

Para medir la altura de la planta, se utilizó una regla graduada en centímetros, desde el cuello de la planta (superficie del suelo), hasta las ramas más desarrolladas, tomando en cuenta todas las plantas tomadas como muestra de estudio las cuales llevan un marbete innumerada.

##### **2.- Peso fresco de la planta por metro cuadrado**

Para obtener el peso fresco de planta por metro cuadrado se hizo en el momento de la cosecha por unidad experimental, tomando en cuenta la materia verde y hipocótilos, se tomó el peso en una balanza analítica, previo a un lavado y secado de la planta.

##### **3.- Peso de hipocótilo por metro cuadrado**

El peso fresco de los hipocótilos se realizó después del pesado de peso fresco de planta una vez cortada la parte de los hipocótilos desde el cuello de la planta, clasificándolos por tamaño, con una balanza analítica, lo cual indica el rendimiento del cultivo

##### **4.- Clasificación por tamaño**

Esta variable se realizó tomando en cuenta los tamaños: pequeños, medianos y grandes. Posteriormente se sacó el porcentaje de los tamaños

##### **5.- Diámetro y altura o longitud de los hipocótilos**

Para el diámetro de los hipocótilos, la medición se realizó con vernier en la altura de la zona suberificada del hipocótilo después de la cosecha, según el tamaño se clasificaron en pequeños, medianos y grandes, para tomar el peso de las mismas.

La altura de los hipocótilos, la medición se hizo con regla graduada, desde el cuello vegetativo hasta la zona de crecimiento de los hipocótilos.

**6.-** Para tomar los datos de heladas se tomo en cuenta las mínimas y máximas de temperaturas durante la gestión de 2005 a 2006 donde hubo bajas de temperatura, dichos datos se obtuvieron de la estación meteorológica de Jesús de machaca.

# **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presenta el resultado de las variables a fin de conocer el efecto de te de estiércol de (llama, ovino y bovino) en la producción de la maca.

### 5.2. Altura de la planta

En el cuadro 7 se muestran los registros promedios de altura de planta en el cultivo todos los abonos incorporados expresan un efecto positivo sobre la altura de planta a comparación del testigo. El estiércol de llama es la que muestra mayor efecto sobre la altura en comparación a los otros abonos. Así el nivel 3 ( $a_1b_4$ ) alcanza la mayor altura llegando a 12 cm. que seguido por al nivel 3 ( $a_3b_4$ ), con una altura de 7.9 cm. y por ultimo el nivel 3 ( $a_2b_4$ ) llevo a medir 7.8 cm. con respecto al testigo ( 5.1 cm.).

**Cuadro 7. Altura de planta con diferentes niveles de te de estiércol de llama, ovino y bovino**

Te de estiércol	Niveles de fertilización	altura
<b>Llama</b>	$a_1b_1$ 0.0	5.088
	$a_1b_2$ 1.5	8.330.
	$a_1b_3$ 2.5	10.33
	$a_1b_4$ 3.5	12.00
<b>Ovino</b>	$a_3b_1$ 0.0	5.088
	$a_3b_2$ 1.5	6.500
	$a_3b_3$ 2.5	7.480
	$a_3b_4$ 3.5	7.980
<b>Bovino</b>	$a_2b_1$ 0.0	5.088
	$a_2b_2$ 1.5	5.830
	$a_2b_3$ 2.5	6.480
	$a_2b_4$ 3.5	7.850

Fuente :Elaboración propia

Este mismo efecto positivo se evidencia a nivel de los diferentes niveles de aplicación de abono orgánico líquido, por lo que se puede concluir que a mayor nivel de aplicación un abono mayor es la altura de plantas

Al respecto **Rodríguez (1991)** Indica que una adecuada concentración de nutrientes en el medio en el cual crece la planta muestra pronto los efectos de dichos elementos, dando como resultado el aumento en producción de biomasa y la altura, además

Mattos(2001) señala que a mayor concentración de nitrógeno mayor es la altura de planta y mayor el follaje.

Estos hallazgos se corroboran con los análisis estadísticos que se presentan en los cuadros 8 y 9 y figura 3, 4 y 5 donde se encuentra diferencias altamente significativas en los tres abonos a los 4 niveles y la interacción (abono x nivel )Ver **CUADRO 8**

**CUADRO 8. Análisis de varianza para altura de planta a la cosecha**

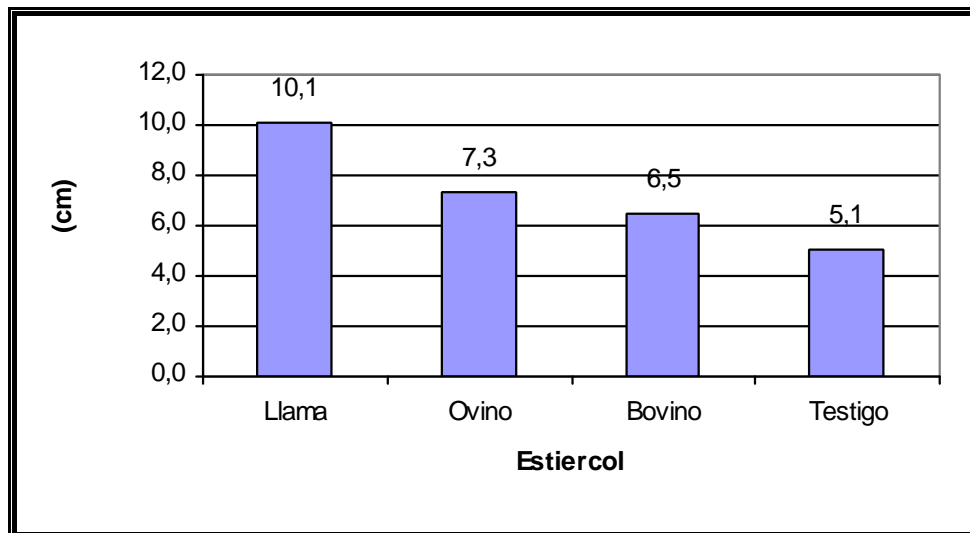
alt_cos FV	Altura de planta a la cosecha					
	GL	SC	CM	F	P > F	Sign.
Bloque	3	0.01	0.00	0.27	0.8436	ns
Estiércol	3	162.68	54.23	3802.83	<.0001	**
Error a	9	0.13	0.01			
Nivel	2	27.11	13.56	1208.36	<.0001	**
Estiércol*Nivel	4	7.46	1.86	166.20	<.0001	**
Error	26	0.29	0.01			
Total	47	197.68				
CV= 14.6%		Media = 7.2				

Estos resultados indican que a mayor disponibilidad de nutrientes de los abonos preparados en comparación al testigo, los mayores efectos esa relacionado con la tasa de concentración de nitrógeno el te de estiércol (anexo 3) donde el te de estiércol de llama tienen 894 mg N /lt en comparación al bovino y ovino que tienen 556 y 547 mg N /lt, lo que sugiere que a mayor contenido de N existe mayor altura.

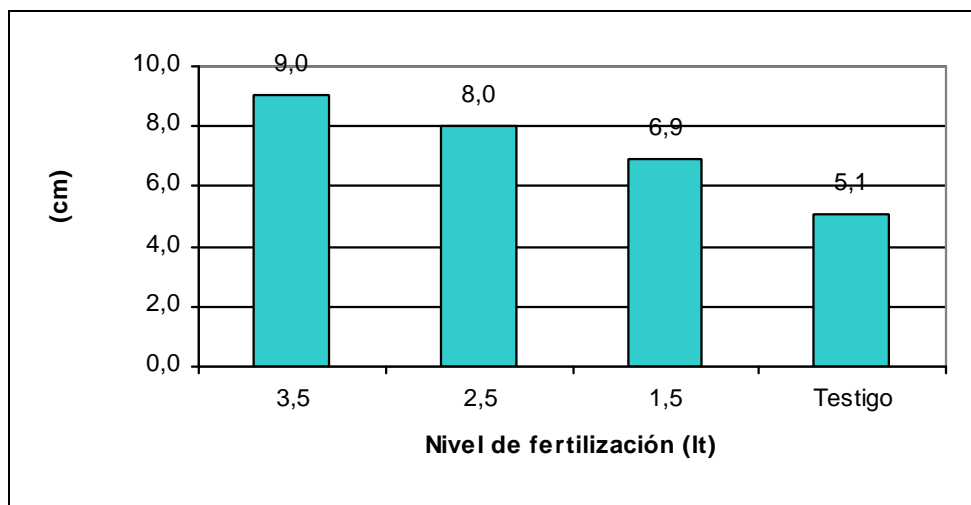
La prueba de Duncan al 5%, para el análisis de altura de planta a la cosecha Versus tipo de estiércol da como resultado que existen diferencias estadísticas entre los tipos de estiércol con respecto al testigo. **FIGURA 3.** Para el análisis del efecto entre el nivel de fertilización en la altura de la planta a la cosecha, muestran que existen diferencias estadísticas entre todas las dosis de abonamiento, siendo de forma general las dosis de abonamiento, mas efectivas que el nivel testigo en cuanto a la altura de planta a la cosecha. **(FIGURA 4).**

El CV 14.6% indica que los resultados del experimento son confiables por ser estar por debajo de 30% y se considera aceptable (Calzada, 1982). De acuerdo a los resultados

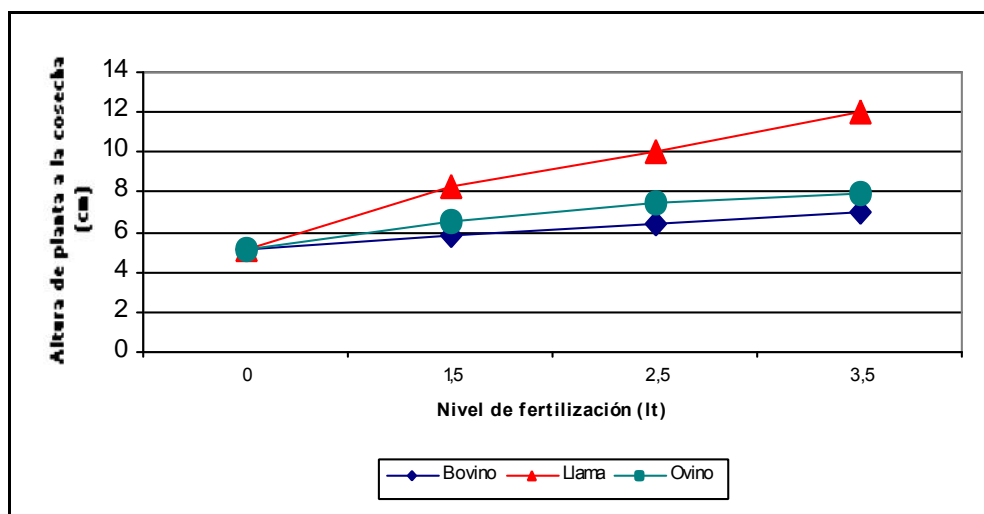
del análisis de varianza, no se evidencian diferencias estadísticas entre bloques existen diferencias altamente significativas entre los tipos de estiércol y entre niveles fertilización.



**FIGURA 3.** Prueba Duncan para el Factor A: Altura de planta versus tipos de estiércol



**FIGURA 4.** Prueba Duncan para el Factor B: Altura de planta vrs los niveles de fertilización



**FIGURA 5. Análisis de la interacción entre el nivel de fertilización y altura de la planta a la cosecha**

En la figura 5 hay que notar que el estiércol de llama produce mayor incremento en la altura de planta. Debido a la mayor concentración de nitrógeno, lo que indica que mayor contenido de N mayor la altura, lo que no ocurre en la misma medida con los estiércoles de bovino y ovino

En todas las dosis el comportamiento de tipos de estiércol es altamente significativo como lo muestra el análisis de varianza de efectos simples del **CUADRO 9**

**CUADRO 9. Análisis de varianza de efectos simples en la interacción estiércol y niveles de fertilización, altura de planta a la cosecha.**

ANOVA EFECTOS SIMPLES						
Tipo Estiércol en 1.5	2	13.382	6.691	596.4	0.000	**
Tipo Estiércol en 2.5	2	26.807	13.403	1194.8	0.000	**
Tipo Estiércol en 3.5	2	55.412	27.706	2469.8	0.000	**
Error	26	0.292	0.011			

En conclusión el te de estiércol proveniente de abono animal tiene efectos directos sobre la altura de planta.

El estiércol de llama es el que muestra con mayores resultados en esta variable por contener mayor concentración de nitrógeno.

A mayor aplicación de te de estiércol hay mayor efecto sobre el desarrollo del cultivo.

### 5.3. Rendimiento de los hipocótilos frescos

La determinación del peso fresco de las plantas de maca se realizó a los ocho meses después de realizada la siembra.

En el cuadro 10 se muestra el peso fresco de la planta obtenidos por cada tratamiento y sub.tratamiento, donde el nivel 3(a<sub>1</sub>b<sub>4</sub>) alcanza un peso de 3000.00 kg/ha, en tanto que el N3 de (a<sub>2</sub>b<sub>4</sub>) registra un peso de 1880.00 kg/ha y por ultimo el N<sub>3</sub> (a<sub>3</sub>b<sub>4</sub>) logra tan solo 1870.00 kg/ha con respecto al testigo (1030 kg/ha), lo cual demuestra una vez mas el efecto del estiércol sobre el cultivo de maca.

Al respecto **Rodríguez (1999)** menciona que una concentración optima de nutriente, sumado a las características del sustrato y las condiciones ambientales, favorecen un buen crecimiento de las plantas. Quispe (2004) obtuvo resultados muy similares en peso fresco como los reportados en el estudio

**Cuadro 10. Peso fresco de planta con diferentes niveles de te de estiércol de llama, ovino y bovino**

Te de estiércol	Niveles de fertilización lt/UE	Peso. Kg/ha
<b>Llama</b>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> 0.0	1030.17
	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> 1.5	2228.50
	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> 2.5	2308.75
	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub> 3.5	3000.00
<b>Ovino</b>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> 0.0	1030.17
	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> 1.5	1160.00
	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> 2.5	1773.75
	a <sub>3</sub> b <sub>4</sub> 3.5	1870.00
<b>Bovino</b>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> 0.0	1030.17
	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> 1.5	1502.50
	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> 2.5	1575.00
	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> 3.5	1880.00

Fuente: Elaboración propia

En el tratamiento el N<sub>3</sub> (a<sub>1</sub>b<sub>4</sub>) obtuvo mayor peso fresco de planta que los otros niveles de te de estiércol, debido a la acción de diferentes factores como temperatura del ambiente, suelo, precipitación, humedad condiciones de suelo.

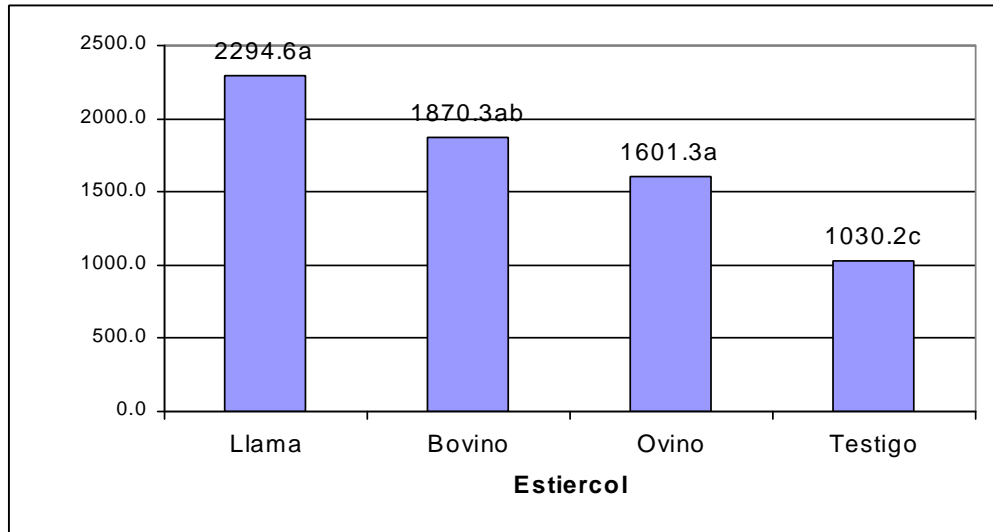
Costa (1996), indica que la temperatura fluctúa entre 12,5 °C (máximo) a – 10 °C (mínimo), con suelo franco arcilloso, en la parte baja franco limoso, precipitación anual de 535 msnm y altitud de 3841msnm, los resultados de otros estudios se puede atribuir a que las condiciones de las zonas son óptimos para el cultivo de maca.

Estos hallazgos son corroborados a nivel estadístico como se muestra en el siguiente **cuadro 11 y 12 y figuras 6 y 7** donde se encuentra diferencias altamente significativas en los tres abonos a los cuatro niveles y la interacción de abono x estiércol, y no entre bloques

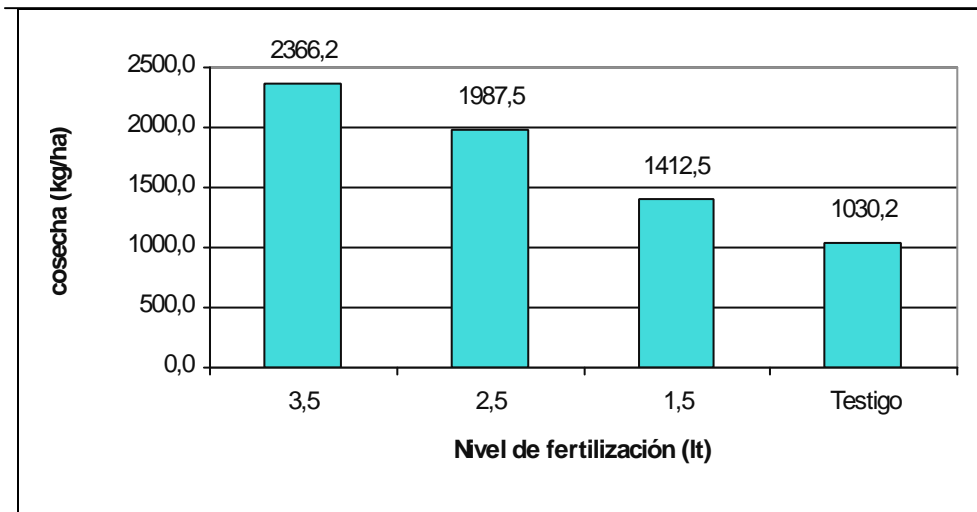
**CUADRO 11. Análisis de Varianza para el peso fresco de la planta**

FV	GL	SC	CM	F	P > F	Sign.
Bloque	3	2632620.83	877540.28	2.40	0.1351	ns
Estiércol	3	10091612.17	3363870.72	9.21	0.0042	**
Error a	9	3288789.33	365421.04			**
Nivel	2	5533974.22	2766987.11	40.17	<.0001	**
Estiercol*Nivel	4	769930.11	192482.53	2.79	0.047	*
Error	26	1790881.00	68880.04			
Total	47	24107807.67				
CV = 15.44%		Media = 1699.08				

La prueba Duncan al 5% en el peso fresco de la planta a la cosecha por tipo de estiércol y niveles de fertilización; se evidencian diferencias estadísticas entre todos los tipos de estiércol; siendo que con el estiércol de llama se obtiene el mayor peso fresco a la cosecha 2294.5 kg/ha en comparación al testigo logró un promedio de 1030.2 kg/ha. El efecto de nivel de fertilización, en cuanto a las dosis de estiércol el nivel mas alto (a<sub>1</sub>b<sub>4</sub>) muestra el promedio (2366.2 kg/ha), (**FIGURA 6 y7**)

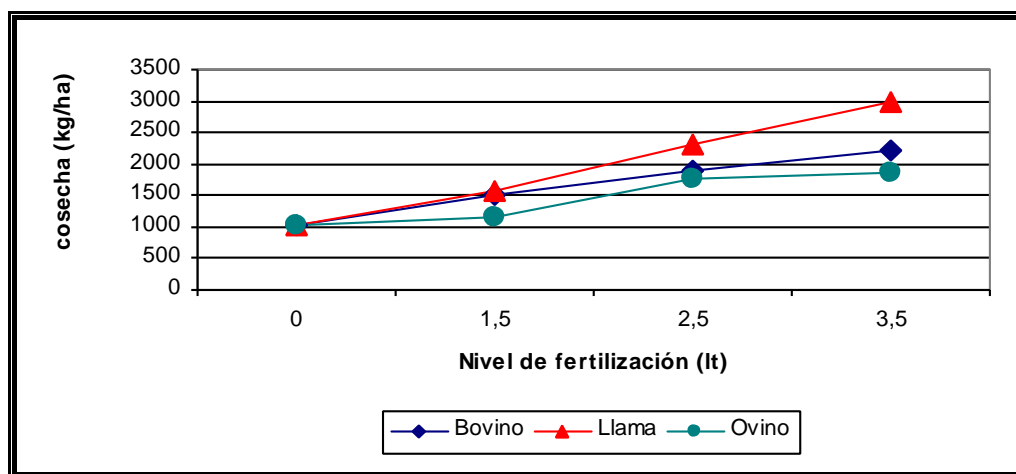


**FIGURA 6.** Prueba de duncan para el peso fresco de planta versus los tipos de estiércol.



**FIGURA 7.** Análisis mediante la prueba duncan para el peso fresco de la planta versus los niveles de fertilización

El análisis de regresión muestra una tendencia lineal, donde se puede evidenciar que el peso fresco de la planta se incrementa al aumentar los niveles de aplicación



**FIGURA 8. Análisis de la interacción entre el peso fresco de la planta a la cosecha y los niveles de fertilización.**

En la figura 8 hay que notar que el estiércol de llama produce mayor incremento en el peso fresco de la planta a la cosecha, donde se puede evidenciar que los resultados indican que a mayor disponibilidad de nutrientes de abonos preparados a comparación del testigo, tienen mayores efectos sobre el rendimiento de los hipocotilos donde el te de estiércol de llama tiene mayor concentración de nutrientes que el bovino y ovino.

**CUADRO 12. Análisis de varianza de efectos simples para niveles de fertilización**

FV	GL	SC	CM	F	P > F	Sig.
Tipo Estiércol en 1.5	2	393050.000	196525.000	2.9	0.076	ns
Tipo Estiércol en 2.5	2	641787.500	320893.750	4.7	0.019	*
Tipo Estiércol en 3.5	2	2667512.667	1333756.333	19.4	0.000	**
Error	26	1790881.000	68880.038			

En conclusión el te de estiércol de abonos líquidos de origen animal tiene efectos directos sobre el rendimiento de hipocotilos fresco .

El te de estiércol de llama es el que muestra mayores resultados en esta variable ,por contener mayor concentración de nutrientes y rápida absorción

A mayor aplicación de te de estiércol existe mayor efecto sobre el rendimiento de hipocotilos y desarrollo del cultivo.



### 5.3. Rendimiento de hipocótilos frescos por metro cuadrado

Para determinar el peso de los hipocótilos por metro cuadrado, se procedió al pesado de los hipocótilos pequeños, medianos y grandes, se comparó el peso de los hipocótilos tomándose en cuenta los niveles de te de estiércol donde el N<sub>3</sub> (a<sub>1</sub>b<sub>4</sub>) resulto ser mayor (1010.3 Kg/ha) el N<sub>3</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>4</sub>) llega a pesar 884.0 kg/ha a diferencia de N<sub>3</sub>(a<sub>3</sub>b<sub>4</sub>) es 6438.3, los otros niveles son inferiores a ello. por otro lado el estiércol de bovino y ovino tiene casi el mismo resultado, **Augstburger (1989) y (Jacobó y urxkill,1973)**.dicen que los estiércol de bovino y ovino son compuestos de lenta degradabilidad, su descomposición es lenta pero contribuye altamente a la mejora de la estructura del suelo, su efecto nutritivo puede equilibrar en el primer año de su aportación hasta el 30% del N total presente y el efecto residual tiene importancia relevante en función del tipo de suelo, del clima, de las labores, de otros abonados y de los cultivos que se siembre .

A mayor peso de hipocótilos obtenidos con el te de estiércol de llama de nivel tres, nos muestra que el cultivo de la maca absorbe con facilidad esta fuente nutritiva puesto que los nutrientes del te de estiércol de llama son de rápida absorción. Donde Quispe (2004) obtuvo con el estiércol de ovino 452.40 gr./ trat como mejor tratamiento y 295.60 gr./ trat como menor.

Al respecto **Tito y Chávez (2002)** indican los mayores rendimientos se obtuvieron cuando el suelo presenta mayor a 15% de materia orgánica; en cambio para el experimento el porcentaje de materia orgánica fue menor (3.7 %) por ende el peso de los hipocotilos son menores tanto en peso y tamaño. **Alfaro y Llica (2001)** recomienda cultivar en suelos de textura franca arcilloso y franco .limoso de ph neutro para tener una buena producción.

Estos son corroborados con los análisis estadísticos que se presentan **Cuadro 13, 14 y 15** donde se encuentran diferencias altamente significativas en los cuatro niveles y los tres abonos y la interacción de estiércol x nivel.

**CUADRO 13. Peso hipocótilos pequeños, medianos y grandes**

<b>FV</b>	<b>Peso hipocotilos pequeños (kg/ha)</b>	<b>Peso hipocotilos medianos (kg/ha)</b>	<b>Peso hipocotilos grandes (kg/ha)</b>
Bloque	Ns	ns	Ns
Estiércol	*	*	**
Nivel	**	**	**
Estiercol*Nivel	**	**	*
CV (%)	14.56	14.24	15.15

Estos resultados indican que ha mayor disponibilidad de nutrientes de los abonos preparados a comparación del testigo, mayor son los rendimientos a nivel del peso de los hipocotilos. Por lo que se puede concluir que mayor nivel de té de estiércol mayor es el rendimiento de hipocótilos,

En cuanto al efecto del bloque, los resultados para el experimento no son significativos. Siendo altamente significativos el efecto del estiércol en los hipocotilos grandes. Este mismo efecto positivo se evidencia a nivel de los diferentes niveles de aplicación de abono líquidos para los tres tamaños. La interacción (estiércol x nivel), para hipocótilos pequeños y medianos es altamente significativos, y siendo significativo para hipocótilos grandes. Realizando una estimación del peso de hipocótilos por hectárea, se muestra en el **Cuadro 13**, en función a los resultados obtenidos en el experimento.

En el análisis de interacción de los hipocótilos pequeños, medianos y grandes muestra una tendencia mas lineal, en los niveles de fertilización hay incremento de peso, pero el te de estiércol de llama tiene mayor rendimiento que el bovino y ovino a comparación del testigo, **ver anexo1 y Cuadro 14**.el peso hipocótilos pequeños, medianos y grandes por hectárea

En el caso de peso de hipocótilos grandes se evidencia claramente los efectos significativos entre los tipos de estiércol y niveles aplicados de abono liquido

**CUADRO 14. Peso hipocótilos pequeños, medianos y grandes por ha.**

			<b>Peso hipocotilos pequeños (kg/ha)</b>	<b>Peso hipocotilos medianos(kg/ha)</b>	<b>Peso hipocotilos Grandes(kg/ha)</b>
Estiércol	Nivel	n	Media	Media	Media
Testigo	Testigo	12	1579.7	2523.3	3367.0
Bovino	1.5	4	1967.0	2662.3	4166.8
Bovino	2.5	4	2185.5	3620.3	4897.5
Bovino	3.5	4	3017.5	4235.8	5840.0
Llama	1.5	4	2974.3	3926.0	4434.8
Llama	2.5	4	3013.3	4906.8	5496.3
Llama	3.5	4	3042.8	5047.0	6010.3
Ovino	1.5	4	1945.0	3609.5	4845.3
Ovino	2.5	4	2307.8	4546.0	5907.3
Ovino	3.5	4	3039.3	4669.8	5438.0

**CUADRO 15. Análisis de efectos simples en el peso de los hipocotilos grandes**

<b>ANOVA EFECTOS SIMPLES</b>						
FV	GL	SC	CM	F	P > F	Sig.
Tipo Estiércol en 1.5	2	7100.667	3550.333	0.4	0.644	ns
Tipo Estiércol en 2.5	2	51402.167	25701.083	3.2	0.055	ns
Tipo Estiércol en 3.5	2	278523.500	139261.750	17.6	0.000	**
Error	26	206141.333	7928.513			

En conclusión el te de estiércol proveniente de abonos animales tiene efectos directos sobre el rendimiento de los hipocótilos frescos

El te de estiércol de llama es el que muestra mayores resultados en el peso de los hipocotilos por contener mayor concentración de nutrientes.

A mayor aplicación de te de estiércol hay mayor efecto sobre el desarrollo de los hipocótilos por la facilidad y rápida asimilación que posee el cultivo.

#### **5.4. Relación porcentual de tamaño**

Los resultados obtenidos para esta variable de medición señalan que: los pesos de los hipocótilos grandes alcanzan al 20%, los medianos 64% y un 16% para los hipocótilos

pequeños. Llegándose a la conclusión de que los hipocótilos medianos predominan, existe un mayor rendimiento; debido a que en todos los tratamientos tienen mayor cantidad hipocótilos medianos, aunque no del mismo peso, todo ello se pudo observar que al pesar los hipocótilos por separado, a mayor tamaño de hipocótilos los beneficios son mayores ya que el peso aumenta.

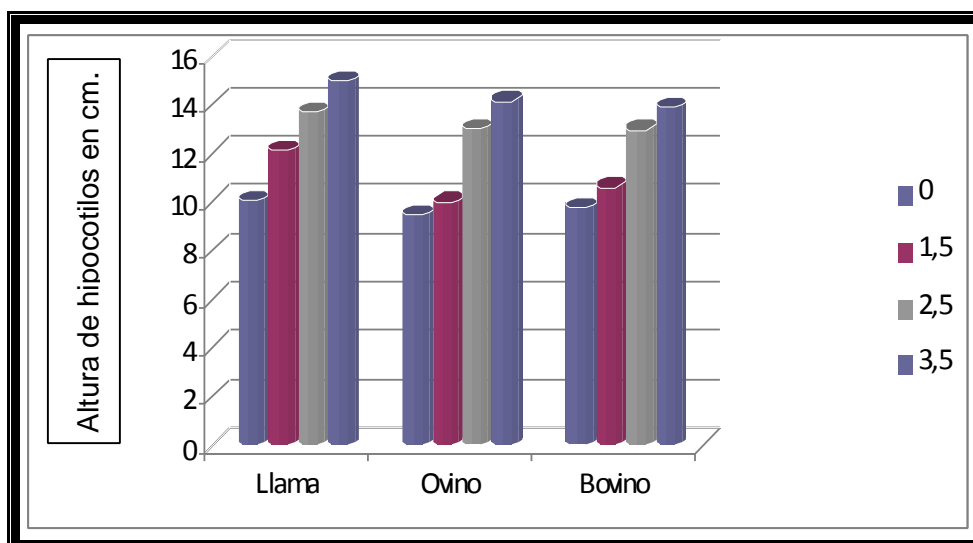
#### 5.4. Altura o longitud de los hipocótilos

En el **cuadro 16** se observa el tratamiento con te de estiércol de Llama al nivel 3.5 lt/UE o 60 lt/ha ( $a_3b_4$ ) presenta hipocótilos con mayor altura (15 cm.) en comparación al te de estiércol de Ovino, bajo el nivel 1.5 lt/UE ( $a_3b_2$ ) alcanza (10.01 cm.) donde la altura de los hipocotilos es mayor con niveles elevados de te de estiércol, a presencia de niveles bajos la altura o longitud de los hipocotilos se parece al testigo. Porque el aporte del abono no incrementa significativamente la altura de los hipocotilos.

**Cuadro 16. Comparación de medias de la altura de hipocótilos bajo los niveles de fertilización**

Te de estiércol	Niveles de fertilización lt/UE	Altura cm.
<b>Llama</b>	$a_1b_1$ 0.0	10.08
	$a_1b_2$ 1.5	12.15
	$a_1b_3$ 2.5	13.70
	$a_1b_4$ 3.5	15.00
<b>Ovino</b>	$a_3b_1$ 0.0	9.50
	$a_3b_2$ 1.5	10.01
	$a_3b_3$ 2.5	13.00
	$a_3b_4$ 3.5	14.17
<b>Bovino</b>	$a_2b_1$ 0.0	9.80
	$a_2b_2$ 1.5	10.62
	$a_2b_3$ 2.5	12.98
	$a_2b_4$ 3.5	13.90

Fuente: Elaboración propia



**Figura 9. Promedio de altura de los hipocótilos de maca en diferentes niveles de te de estiércol**

Para la altura de hipocótilos pequeños, medianos y grandes CV alcanza a 2.9 %, 7.73 % y 9.35%, respectivamente; nos indican que los resultados del experimento para esta variable son confiables por ser menores al 30% por tanto se considera aceptable (Calzada, 1982). **CUADRO 17**

**CUADRO 17. Altura de los hipocótilos pequeños, medianos y grandes**

FV	Altura hipocotilos pequeños (cm.)	Altura hipocotilos medianos (cm.)	Altura hipocotilos grandes (cm.)
Bloque	Ns	Ns	Ns
Estiércol	**	**	**
Nivel	**	**	**
Estiercol*Nivel	**	**	**
CV (%)	2.9	7.73	9.35

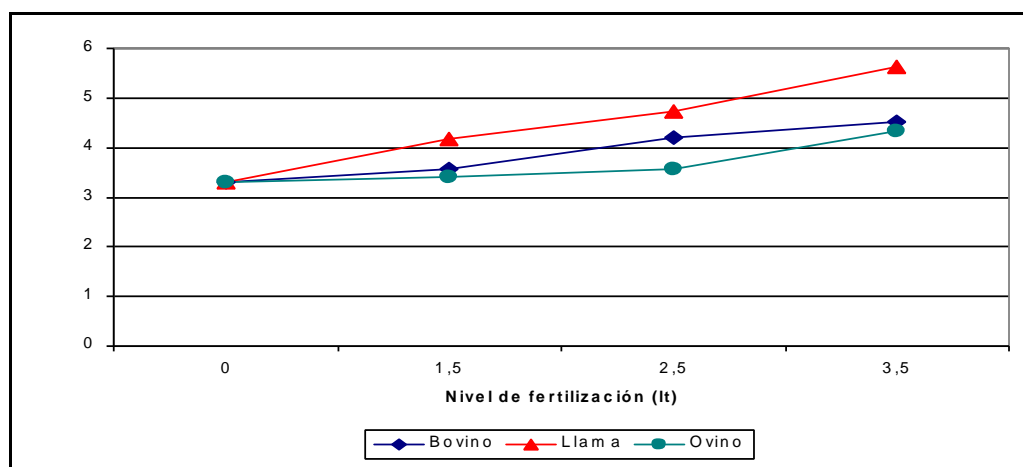
**Sullca (2003)** dice que el diámetro y el tamaño de los hipocótilos esta relacionado con factores edafoclimaticos, tipo de suelo, manejo tipo de fertilización y calidad de semilla al sembrarse. **Rebisso(1999)**, al evaluar en cinco fechas el crecimiento radicular, encontró que no existen diferencias estadísticas significativas, entre bloques, niveles y ecotipos para ninguna de las fechas

Estos hallazgos se corroboran con los análisis estadísticos que se presentan en los cuadros 16 y 17 y figuras 9 y 10 donde se encuentran diferencias altamente significativas en los tres abonos y los cuatro niveles y la interacción (estiércol x nivel)

La prueba de Duncan al 5% de altura de hipocótilos versus tipo de te de estiércol resulta que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tipos de estiércol con respecto al testigo, y el análisis de efecto entre nivel de fertilización muestran que existen diferencias estadísticas significativas entre todos niveles de fertilización excepto en altura de hipocótilos grandes que no existe diferencia estadísticas porque los hipocótilos grandes son pocas.

El análisis de interacción muestra una tendencia mas separada para el estiércol de llama, a mayor nivel de te de estiércol aumenta la altura de lo hipocótilos, en tanto el estiércol de bovino y ovino también es marcado. Lo cual ocurre en los tres tamaños de hipocótilos como por ejemplo se puede observar en la altura de hipocótilos grandes

**Figura 10**



**FIGURA 10. Análisis de interacción entre la altura de hipocótilos grandes y los niveles de fertilización.**

En conclusión el te de estiércol proveniente de abonos animales tienen efectos directos sobre la altura o longitud de los hipocotilos

El te de estiércol de llama es el que muestra mayores resultados sobre el desarrollo en la altura de los hipocotilos.

A mayor aplicación de te de estiércol hay mayor efecto sobre la altura de los hipocotilos por la facilidad y rapidez que posee el cultivo en la absorción

### 5.3. Diámetro de los hipocótilos.

El diámetro de hipocotilos es una variable altamente relacionada con los niveles de fertilización, puesto que a un nivel de 3.5 lt/UE el diámetro se duplica en todos los tratamientos, en el **cuadro 19** se observa que el te de estiércol de llama de nivel 3.5 lt/UE o 60 lt/ha( $a_3b_4$ ) presenta un mayor diámetro de hipocótilos (5.31cm.) en comparación al te de estiércol de Ovino, con bajo nivel 1.5 lt/UE ( $a_3b_2$ ), que registra (2.90cm.) de diámetro, la diferencia de diámetro para el desarrollo de los diferentes tipos de te de estiércol(llama, bovino y ovino) y niveles son casi similares al incorporarse el te al cultivo. La clasificación de los hipocótilos para su comercialización se realiza de acuerdo al diámetro, midiendo en zona suberificada de la raíz, se clasifican en las siguientes categorías: grandes, medianos y pequeños (UNAN – CIDES. 2002) y Quispe (2004)

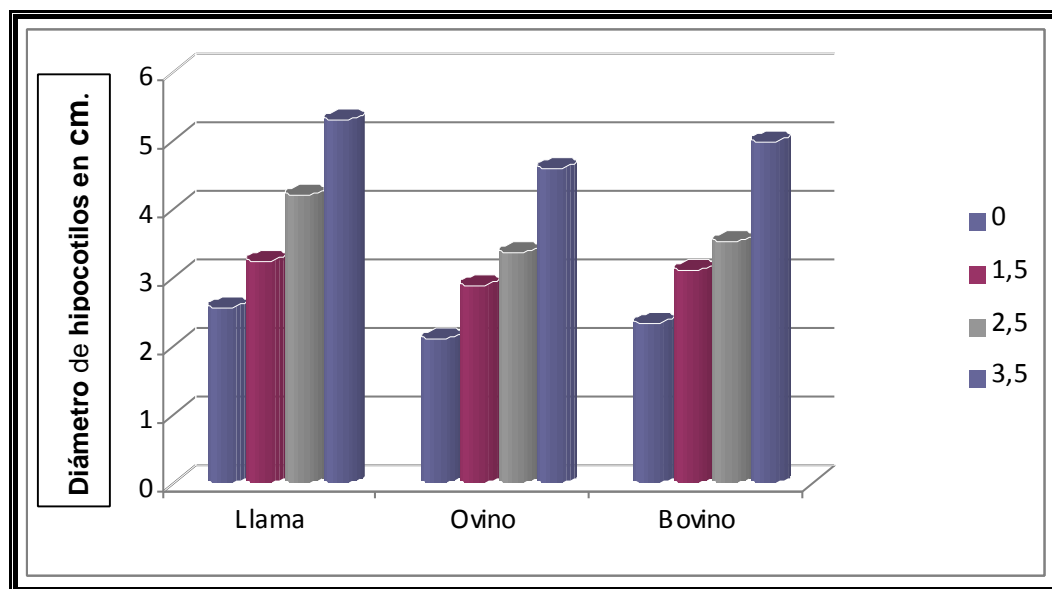
**Cuadro 19. Comparación de medias del diámetro de hipocótilos tres niveles de fertilización**

Te de estiércol	Niveles de fertilización lt/UE	Diámetro cm.
<b>Llama</b>	0.0	2.57
	1.5	3.25
	2.5	4.21
	3.5	5.31
<b>Ovino</b>	0.0	2.10
	1.5	2.90
	2.5	3,37
	3.5	4.60
<b>Bovino</b>	0.0	2.35
	1.5	3.10
	2.5	3.53
	3.5	5.00

Fuente: Elaboración propia

La incorporación de abono orgánico adecuado da mayores rendimientos teniendo hipocótilos de mayor tamaño como indica Llica (2002), al aplicar mayor nivel de te de estiércol de llama que contiene mayor concentración de nutrientes, hace que los hipocótilos sean de mayor tamaño a comparación del testigo porque la concentración del nutriente es menor.

De acuerdo a las experiencias **Llica(2002)**, recomienda para altiplano que incorporar 7 a 10 tn/ha de estiércol de ovino y camélidos bien decompuestos en parcelas con mas de cinco años sin ser cultivadas, así obtener mayores rendimientos teniendo hipocótilos de mayor tamaño, la cual es determinada por el diámetro y longitud de hipocótilos de maca.

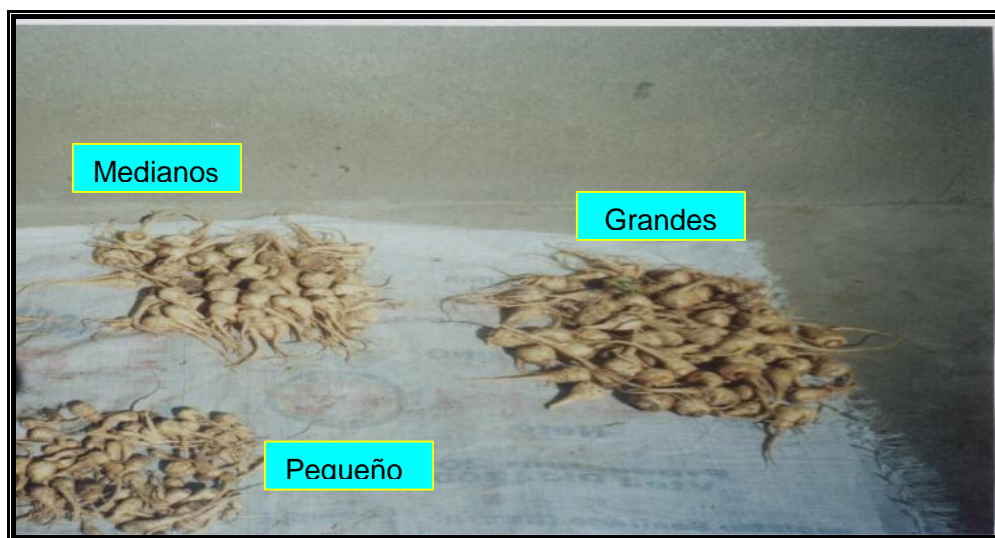


**Figura 11. Promedio de diámetro de hipocótilos de maca en tipos de te de estiércol**

Los resultados de los diámetros de hipocótilos pequeños, medianos y grandes se muestran en el **CUADRO 20**. Donde se puede observar que el coeficiente de variación para los tres tamaños son: 7.85%, 5.1%, y 6.88% respectivamente. Esto no indica que los resultados del experimento para esta variable son confiables.



**Fotografía 5. Clasificación de hipocótilos de maca, por categoría según su diámetro en cm. (Calle 2007)**



Para determinar estos hallazgos se corroboran con los análisis estadísticos que se presentan en los cuadros 19,20 y 21 y las figuras 11 y 12, donde se encuentra diferencias altamente significativas en los tres abonos a los cuatro niveles y la interacción de (abono x estiércol).

Estos resultados indican que ha mayor disponibilidad de nutrientes de los abonos preparados en comparación al testigo los mayores efectos están relacionados con las tasas de concentración de N de te de estiércol (anexo 3) donde el te de estiércol de llama tienen 894 mg N/lit en comparación de bovino y ovino que son menores, lo que sugiere que a mayor contenido de nutrientes mayor es el diámetro de los hipocotilos

**CUADRO 20. Resumen ANVA en diámetro de los hipocotilos pequeños, medianos y grandes**

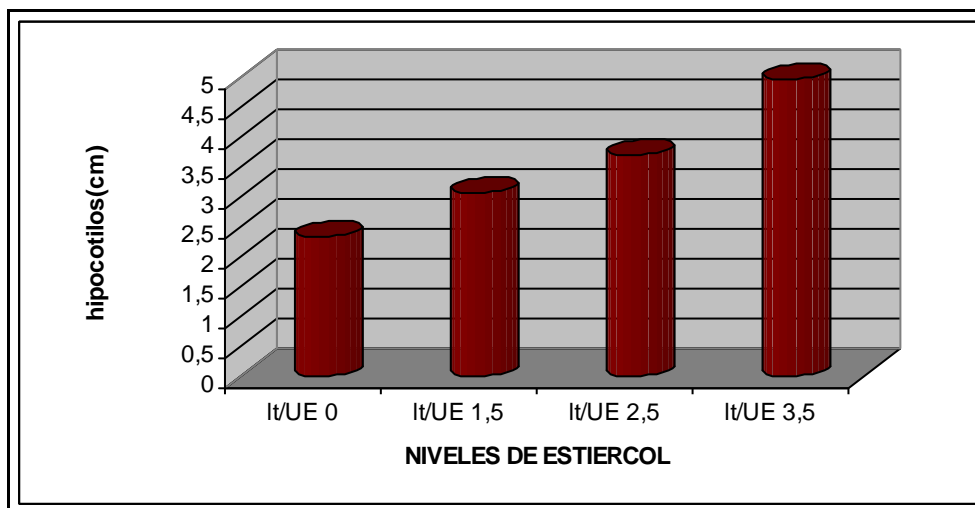
FV	Diámetro hipocotilos pequeños (cm.)	Diámetro hipocotilos medianos (cm.)	Diámetro hipocotilos grandes (cm.)
Bloque	ns	ns	Ns
Estiércol	**	*	**
Nivel	*	**	Ns
Estiercol*Nivel	ns	*	*

CV (%)	7.85	5.1	6.88
--------	------	-----	------

La prueba de Duncan para diámetros de hipocótilos (cuadro 21 ) muestra que los niveles de estiércol ( 2.5 y 3.5 lt/UE) estadísticamente son mayores llegando a medir (3.70 y 4.98 cm).de diámetro en comparación del testigo.

**Cuadro 21. Duncan para diámetro de hipocótilos en diferentes niveles de te de estiércol.**

Niveles lt/UE	Promedio cm./trat.	Duncan
0.0 (b1)	2.34	a
1.5 (b2)	3.08	a
2.5 (b3)	3.70	b
3.5 (b4)	4.98	b



**Figura 12. Promedio de diámetro bajo diferentes niveles de te de estiércol**

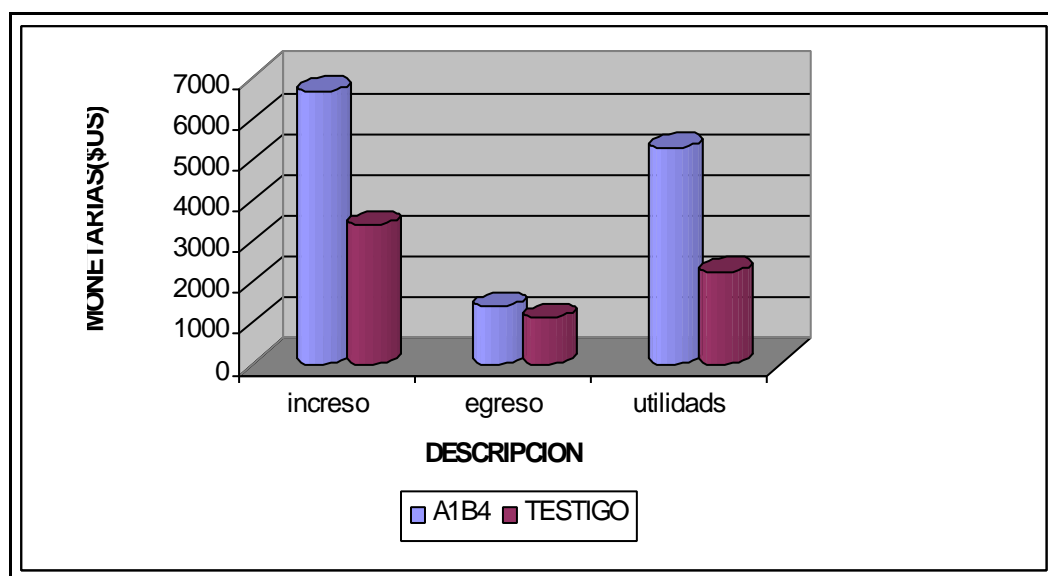
El análisis de interacción muestra una tendencia mas separada para el estiércol de llama, a mayor nivel de te de estiércol aumenta el diámetro, de acuerdo a las experiencias Llica (2001), recomienda para altiplano incorporar 7 a 10 Tn/ha de estiércol de ovinos y camélidos

En conclusión el te de estiércol proveniente de abonos animales tienen efectos directos sobre el diámetro de los hipocotilos

El te de estiércol de llama es el que muestra mayores resultados sobre esta variable por contener mayores concentraciones de nutrientes en el desarrollo del diámetro de los hipocotilos. A mayor aplicación de te de estiércol hay mayor efecto sobre el diámetro de los hipocotilos.

### 5.6 costos parciales de producción

La evaluación económica se realizó en tratamientos con menor y mayor rendimiento por hectárea (cuadro) donde el tratamiento con el te de estiércol de llama ( $a_1b_4$ ) con efecto de  $0.3\text{lt/m}^2$  su costo es superior 7.3% comparado con el testigo. Ver figura 13, que fue mayor inversión en mano de obra y el uso de estiércol para el experimento



**Figura 13. Estado económico de ganancias, pérdidas y utilidades (\$us/ha/año) en tratamientos con mayor y menor rendimiento.**

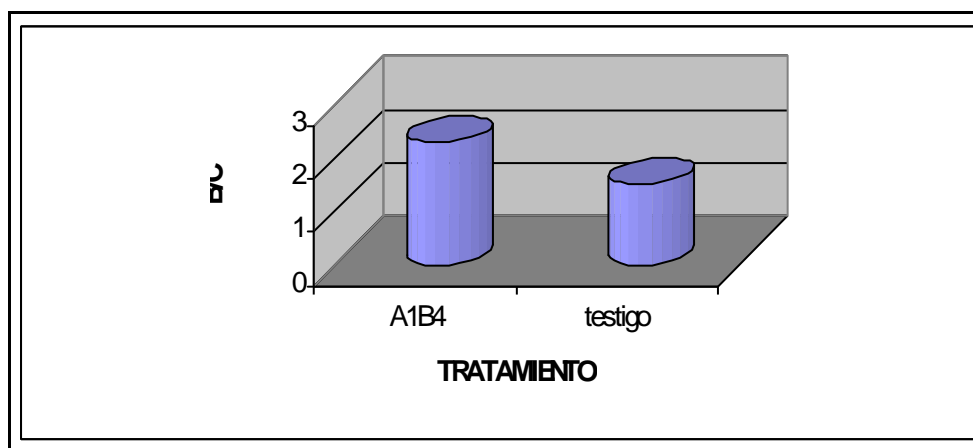
De acuerdo al **cuadro 23** se concluye que el te de estiércol de llama con el efecto de  $3.5\text{lt/UE}$  tiene un índice mayor con relación beneficio costo (2,59 esta demuestra alta rentabilidad del cultivo (índice que mide el retorno por cada unidad monetaria). en cambio el tratamiento  $0.0\text{lt/UE}$  o testigo muestra un índice menor (1.5), el resto de los tratamientos son intermedios respectivamente. (Figura 15).

**Cuadro 23. Estado económico de pérdidas, ganancias y utilidades (\$us/ha/año) en tratamientos de a1b4 con mayor y menor rendimiento(testigo).**

Descripción	Tratamiento (a1b4)	Tratamiento 0.0 (testigo)
Ingresos	6672.2	3376.2
Egresos	1390.2	1133.0
Utilidades	5282.2	2243.3
Relación B/C	2.3	1.5

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al criterio de relación beneficio costo (B/C) el tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>4</sub> es altamente rentable, esta significa que por cada unidad de inversión en activos fijos y variables se espera un beneficio de 2.5 unidades adicionales, lo mismo ocurre para el tratamiento 0.0 o testigo que tuvo un manejo a nivel del agricultor con índice de 1.5 (Figura 14)



**Figura 14. Relación beneficio costo para cultivo de maca en tratamientos con mayor y menor rendimiento.**

En el **cuadro 22.** se observa los ingresos por tratamientos, venta de hipocótilos frescos donde el tratamiento aplicado con te de estiércol de llama ( $a_1b_4$ ) con nivel de estiércol de 60 lt /ha logra alcanzar 6672.2 \$us/ha, por tanto es superior a 46,47 comparado con el testigo con nivel 00 lt/ha que registra 3376.3 \$us/ha, esta diferencia se debe a la calidad mayor en tamaño mediano. El tratamiento  $a_1b_4$  (5047 Kg/ha) y testigo con 2270.9 kg/ha, porque el precio del mercado nacional que fluctúa en 0.9 \$us/kg en maca fresca tamaño mediano y 0.7 \$us/kg en tamaño pequeño.

**Cuadro 22. Comparación costos de producción en cultivo de Maca (\$us/ha/año), tratamiento de a<sub>1</sub>b<sub>4</sub> y testigo**

Descripción	Unidad	tratamientos a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>				Tratamientos testigo	
		cantidad	costo Unitario	costo parcial	cantidad	Costo unitario	Costo parcial
a). Preparación del terreno				182.5			182
Alquiler del terreno	Hectárea	1	100	100	1	100	100
Tractor	Jornal	2	24	48	2	24	48
Fertilización	Jornal	3	4.5	13	3	4.5	23.5
Nivelado	jornal	2	8.0	16	2	8.0	16
trazado de líneas	jornal	1	4.5	4.5	1	4.5	4.5
b).Insumos				806,5			750
semilla	Kilogramo	3	250	750	3	250	750
Estiércol	Toneladas	7.5	7.5	56.5	0.0	0.0	0
							10
c) Herramientas				50			
Picotas	unidad	4	5.0	20	4	5	20
Palas	unidad	4	5.0	20	4	5	20
Manguera	Unidad	50	0.2	10	50	0.2	10
d). Siembra				45			45
Voleo de semilla	Jornal	4	4.5	18	4	4.5	18
Tapado, compactado de semilla	jornal	2	4.6	9.0	2	4.5	9
Riego	Jornal	4	4.5	18	4	4.5	18

**Continuación del cuadro 22**

e) Labores culturales				106			197.7
raleo	Jornal	4	4.5	18	4	4.5	18
riego	jornal	10	4.5	45	10	4.5	45
Canales de drenaje	jornal	4	4.5	18	4	4.5	18
Control de plagas	Estimado			25	0	0	25
Total de costo de producción (a+b+d+d+e)				1190			1133

**Fuente: Elaboración propia**

**Cuadro 23. Ingreso por la venta de maca fresca por tratamiento (mediano y pequeño), tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>4</sub> y testigo**

Descripción de hipocótilos	Unidad	Costo unitario		tratamiento a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>		testigo
		\$us	cantidad kg/ha	Ingreso parcial	Cantidad de kg/ha	Ingreso parcial
Medianos	Kg	0.9	5047	4542.3	2523.3	2270.7
Pequeños	Kg	0.7	3162.8	2423.9	1579.7	1105.8
<b>Total</b>				6965.3		3376.5

## 6, Conclusiones

Al evaluar los tipos de té de estiércol ( llama, ovino y bovino) bajo el efecto de niveles de te de estiércol( 0.0, 1.5. 2.5 y3.5 Lt/UE) en la localidad de Jesús de machaca, ( Provincia Ingavi) se tienen las siguientes conclusiones:

1.-

- En conclusión el té de estiércol proveniente de abono animal tiene efectos directos sobre la altura de planta.
- El estiércol de llama es el que muestrea con mayores resultados en esta variable por contener mayor concentración de nitrógeno.
- A mayor aplicación de té de estiércol hay mayor efecto sobre el desarrollo del cultivo.

2.-

- El té de estiércol de abonos líquidos de origen animal tiene efectos directos sobre el peso fresco de la planta a la cosecha.
- El té de estiércol de llama es el que muestra mayores resultados en esta variable por contener mayor concentración de nutrientes.
- A mayor aplicación de té de estiércol existe mayor efecto sobre el desarrollo del cultivo de la maca.

3.-

- El té de estiércol proveniente de abonos animales tiene efectos directos sobre el rendimiento de los hipocótilos frescos.

El té de estiércol de llama es el que muestra mayores resultados en el peso de los hipocotilos por contener mayor concentración de nutrientes y rápida absorción

4.-

- El té de estiércol proveniente de abonos animales tienen efectos directos sobre la altura o longitud de los hipocotilos
- El té de estiércol de llama es el que muestra mayores resultados sobre esta variable por contener mayores concentraciones de nutrientes para la altura de los hipocotilos.
- A mayor aplicación de té de estiércol hay mayor efecto sobre la altura de los hipocotilos. Por la facilidad y rapidez que posee el cultivo en la absorción



5.-

- El te de estiércol proveniente de abonos animales tienen efectos directos sobre el diámetro de los hipocotilos
- El te de estiércol de llama es el que muestra mayores resultados sobre esta variable por contener mayores concentraciones de nutrientes en el desarrollo del diámetro de los hipocotilos. A mayor aplicación de te de estiércol hay mayor efecto sobre el diámetro de los hipocotilos.

6.-

- El te de estiércol de llama bajo el efecto de 3.5 lt/UE ( $a_1b_4$ ), el ingreso por venta de hipocótilos, alcanzo a 6672.2 \$us/ha/año. Por lo tanto es superior en 47.46% comparado con el testigo; el índice de B/C es 2.5 lo que demuestra alta rentabilidad del cultivo. En cambio para el tratamiento sin aplicación de los niveles de te de estiércol es 1.5 unidades monetarias adicionales sigue siendo rentable, se acepta la hipótesis con tratamientos  $aa_1b_4$  teniendo manejo técnico adecuado para la comunidad.

## 7. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se plantean las siguientes recomendaciones:

1.- En el presente trabajo de tesis se utilizo tres tipos de te de estiércol (llama, ovino y bovino) de los cuales se tuvo un buen rendimiento el de llama para lo cual se recomienda a continuar con al trabajo de investigación de modo que se pueda aprovechar el te de estiércol de llama con otras dosis para ver los rendimientos óptimos.

2.- Por la topografía de la zona se recomienda investigar época se siembra. Densidad y sistemas de siembra en el cultivo

3.- Introducir nuevos ensayos con eco tipos de y riegos en las comunidades de la localidad de Jesús de machaca.

4. Establecer cultivos de maca con fines economitos, previa elaboración de un plan de producción y comercialización, por lo menos para dos años, hasta la obtención de semilla así alcanzar rendimientos mayores tanto en hipocótilos como en semillas

5.- Realizar investigaciones con diferentes niveles de te estiércol de llama, haciendo la rotación o asociación de diferentes cultivos, para verificar los niveles de fertilidad de los suelos con relación a plantaciones puras.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

AOPEB (1999), Asociación de Organizaciones Productores Ecológicos de Bolivia. Normas Básicas para la Agricultura Ecológica en Bolivia. 5ta. Edición, La Paz – Bolivia pp, 1 – 70.

ANDINA REAL EXPORTER, (2002), análisis de maca ( en líneas). Lima- Perú  
Disponible. <http://www.analisis.de.maca/analisis.htm>

ATLAS ESTADÍSTICAS DE LOS MUNICIPIOS DE BOLIVIA (1998), un mundo de potencialidades. COSUDE

ALIAGA, C. R (1999), Avances sobre investigación en la maca (*Lepidium Meyenii Walpers*). Informe centro internacional de la papa (CIP) Proyecto de Biodiversidad de raíces y tuberosas Andinas Marzo. Lima-Perú. P3.

ALFARO, G Y LLICA, A(2001), seminario sobre producción y transformación del cultivo de Maca, agosto. La paz- Bolivia

Bravo, E (1995), Efecto de la incorporación del estiércol en los suelos con problemas de carbonatos en Agroecosistemas de Waru Waru . Tesis de INg. Agr. Universidad Nacional del altiplano-Puno. Facultad de Ciencias Agrarias Puno- Peru. P.85

CASTRO DE L. (1990), .Un cultivo andino en extinción: el caso de la maca. Perú Indígena, Vol.12, No28 Lima-Perú. P. 85-94.

CIPCA, (2002), Abonos, insecticidas y funguicidas orgánicos .Serie mejoramiento de la agricultura en el altiplano. La Paz- Bolivia. P. 25-26.

CONDORI f, (2006), Apuntes de fertilidad de suelos y nutrición vegetal, Universidad Mayor de san Andrés, p 7-8

FAO, (2003) Biodigestores, generadores y Bioabonos. Centro de investigaciones en Sistemas sostenibles de Producción agropecuaria CIPAV p.45

CHACON, G. (1979, 1989), La importancia de maca, La Maca (*Lepidium peruvianum Chacon*) y su hábitat. Revista Peruana de biología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú, p201-207.

CHAKURUNAS TRADING S:R:L: ( 200) Morfología de la maca (en líneas), Lima – Perú. Disponible <http://www.wilkesweb.net/chks-cultura.hym>.

FERNANDEZ M. (1997), adaptabilidad del cultivo de la maca ( *lepidium meyenii walp*) en los agro ecosistemas de waru waru y pampa en el altiplano de Puno, Impreso Alberto Tapia Puno- Perú. P 29 y 30

GOMEZ, P. (200) Manual del cultivo de maca. Producción comercialización y exportación de la Maca ( *lepidium meyenii walp*). Arequipa. Ministerio de agricultura, Dirección regional agraria Arequipeña- Perú p.4 y 9

HUTCHINSON,J (1990), The Families of Flowering Plants. Edit. Oxford, Editorial Inglaterra.  
INADE (199) Investigación sobre Maca en el altiplano de Puno. Editorial Aquarium impresores. Puno- peru

GARAY, C.(1991,1999), Primer Curso Nacional de Maca .Organizadores: Eco. Universidad Daniel A. PRONAA, Asociación de productores de maca. Cultivo de maca. Instituto Nacional de investigación Agraria Agroindustrial. Serie divulgativa. Folleto No 0.214, p.16-92. Lima-Perú.

GOMERO, L.(1999), Manejo ecológico de suelo ,Primera edición. Editorial Slefeng S:R:L. Lima- Perú. pp. 182-196

GUERRERO; G: A: (1993), El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Editorial Mundi Pesa. Pp. 10, 25,48.

INE. (2001). Instituto Nacional de Estadísticas. La paz – Bolivia.

LAMPKIN, N. (1998), Agricultura ecológica, Una agricultura con futuro. Ediciones Mundi prensa. Madrid – España pp 5-7, 109 – 117, 233.

LEON, J. (1964), Plantas alimenticias andinas. Instituto interamericano de ciencias agrícolas. Zona Andina. Lima- Perú. P. 43-46.

MAYTA, A. (1973), Estudio de la maca y su valor nutritivo, Tesis Facultad de Educación, Universidad Nacional del Centro de Perú, Huancayo. Perú

MAGDOFF F. ( 1997), Calidad y Manejo del Suelo. Módulo II. Ed. CIED. Lima – Perú. Pp. 59 – 79.

MEDINA, (1992), Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico de suelos, Editorial Mauro. Lima- Perú. P 90.

OCSA, W. (2005) Seminario taller en cultivo de Maca y su comercialización. La Paz - Bolivia

PALOMINO, E. (1995). Producción de la maca (*Lepidium meyenii Walpers*). es un sistema andino marginal. En aportes para el manejo ecológico de cultivos. Lima-Perú. P.144-148.

REBISSO, R. (1999), Comportamiento del cultivo de Maca ( *lepidium meyenii walp9* en agro ecosistema Waru waru ene. Altiplano de Puno. Impreso Alberto tapia Puno-Perú. P 78 a79.

RICALDI J.(1981), Raíces andinas en cultivos marginados ,otra perspectiva de 1492. colección de FAO .Producción y protección Vegetal. No 26 Roma-Italia .p. 163-167.

RIBERA. (2002), Agricultura orgánica, biofertilizantes preparación de fermentados primera edición. Febrero 2002, Santiago de Cali- Colombia. P. 17-20.

RESTREPO. J. R. (2001), Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. IICA, San José – Costa Rica, pp. 1 –46.

SAMA, (2003) 1er Curso practico en cultivo de maca y su comercializacion. La Paz- Bolivia

SANCHES, C (2004), Biohuertos. El cultivo en casa, Lima- Perú Ediciones Ripalme. P 15-20

SALAZAR V. (1981), La altiplanicie de Junín en la historia” Ed.. Mundo nuevo. Lima.

SENAMHI, (2001), Informe anual de datos climatológicos

SOUKUP, J (1980). “ Biota”, Vol. B. No 49 Lima-Perú, Diciembre 1980

SOUBES, R. (1994), Micromutrientes, consultado 25 de agosto 2007, disponible per. [http://www.Fertberia.Com/servicios\\_online/cursos/micronutrientes/m7/s3.html/siide=3](http://www.Fertberia.Com/servicios_online/cursos/micronutrientes/m7/s3.html/siide=3)

SUQUILANDA. M. (1995), Fertilización orgánica. Ed. Fandagro, Quito- Ecuador. Pp 63-68.

SULLCA, R. ( 2003). Proyecto producción ecológica de maca. La Paz - Bolivia. P 45

SOTOMAYOR, J. (1992), Estudio de formato a la producción y apoyo a la producción de quinua” CORDEPAZ (Corporación de Desarrollo de La Paz), La paz – Bolivia. V.1. p 152.

TAPIA, M. (1997) Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. 2da Edición FAO. Santiago – Chile. P 113 1 118

TELLO, A. J. (1991). La maca (Lepidium Meyenii Walpers) Cultivo alimenticio potencial para las zonas alto andinas. Congreso Internacional sobre cultivos Andinos . La Paz- Bolivia. P. 9,11.

TITO, S. Y CHÁVEZ, H (2002) Manual de la producción de la Maca (*Lepidium peruenum* chacon). Jardín Botánico Purana Churiquimbaya Sorata- Bolivia, p 35.

UNAN – CINTDES (2002) Maca para exportación y semilla de maca para Mercado interno La Paz – Bolivia.

PULGAR (1973), Las 8 regiones naturales del Perú”, Edit. Universo. 2da edición, Lima – Perú.

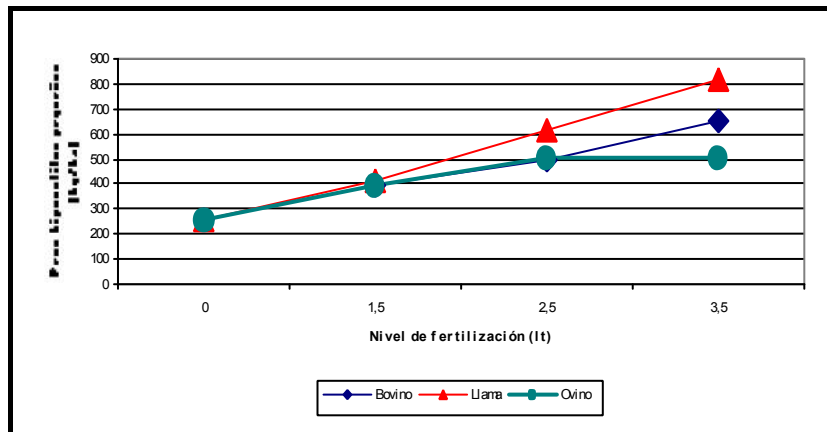
PERRIN R. (1978), Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos CYMMYT, folleto de información No 7, México DF.

VIGLIOLA, (1992), Manual de Horticultura, Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina. Pp. 81 – 89

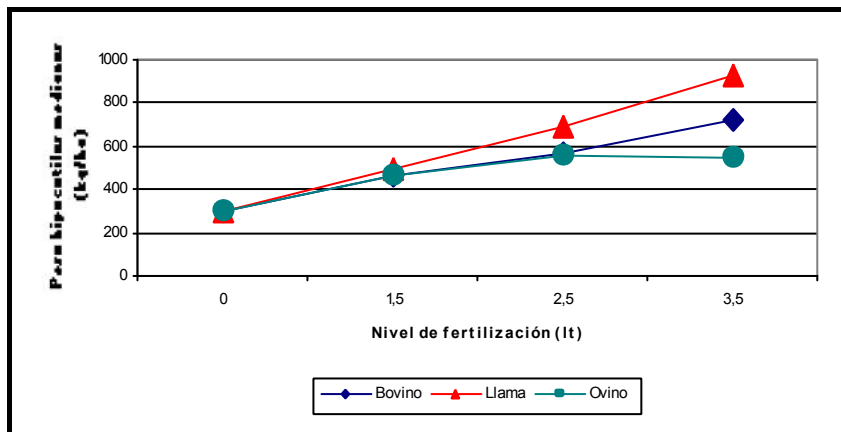
# ANEXOS



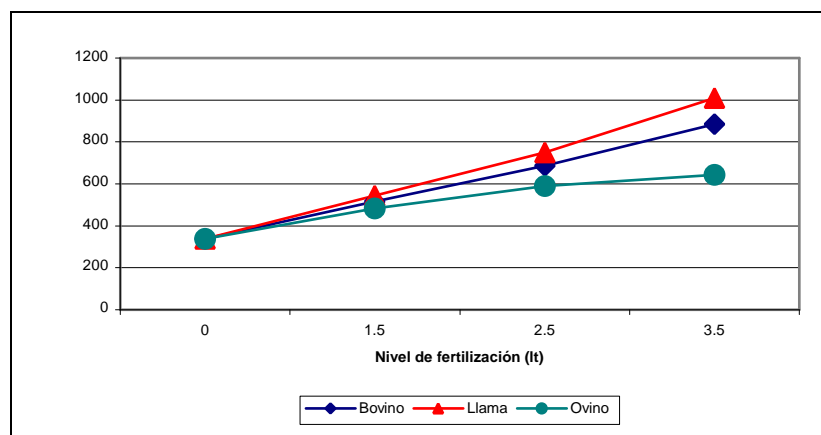
## ANEXO 1. Figuras de análisis de interacción de peso de hipocótilos



**FIGURA 14.** Análisis de interacción entre el peso hipocótilos pequeños y los niveles de fertilización



**FIGURA 15.** Análisis de interacción entre el peso de hipocótilos medianos y el nivel de fertilización.



**FIGURA 16.** Análisis de interacción entre el peso de hipocótilos grandes y el nivel de fertilización

## **ANEXO 2. CALCULO DE DOSIS DE TE DE ESTIÉRCOL**

### **DATOS.**

Requerimiento del cultivo	=	80 Kg de N /Ha
Ciclo vegetativo del cultivo	=	8 meses
Datos de laboratorio		
Disponibilidad de Nitrógeno	=	0.22 %
Densidad aparente	=	1.4 gr/ Cm <sup>3</sup>
Profundidad del suelo	=	0.30 m <sup>2</sup>
Extensión del cultivo	=	320 m <sup>2</sup>
Nitrógeno aprovechable para suelo del altiplano	=	40 %
Contenido de N en el te de estiércol	=	1 Kg de N
Densidad	=	1.1 gr / Cm <sup>3</sup>

Calculo de la disponibilidad de nitrógeno Neto de suelo /ha

Calculo de la masa de suelo

$$\begin{aligned} Ms &= \text{dap} * \text{Prof} * \text{Area} \\ Ms &= 1.4 \text{ g /Cm}^3 * 0.30 * 10000 \text{ m}^2 \\ Ms &= 4200.000 \text{ Kg de suelo / ha} \end{aligned}$$

Cantidad de N total / ha

$$\begin{array}{r} 0.22 \text{ Kg de N total} \\ 4200.000 \text{ Kg de suelo} \text{ -----} = 9240 \text{ Kg de N total /ha} \\ 100 \text{ Kg de suelo} \end{array}$$

Cantidad de N mineralizable /año

$$\begin{array}{r} 2 \text{ Kg de N Mineralizable} \\ 9240 \text{ Kg N total/ha} \text{ -----} = 184.8 \text{ Kg de mineralizable/ha/año} \\ 100 \text{ Kg N total / ha} \end{array}$$

Cantidad de N mineralizable por el periodo de cultivo

$$\begin{array}{r} 184.8 \text{ Kg de N Min./ ha} \\ 8 \text{ meses} \text{ -----} = 123.3 \text{ Kg. de N min/ha/8 meses} \\ 12 \text{ meses.} \end{array}$$

Cantidad de nitrógeno Aprovechable (40 %)

$$\begin{array}{r} 40 \text{ Kg. N aprovechable /ha} \\ 123 \text{ Kg.de N min/ha} \text{ -----} = 49.2 \text{ Kg. de N aprov./ Ha/ 8 meses} \\ 100 \text{ Kg. de N min. /ha} \end{array}$$

Calculo de aporte de te de estiércol

**Requerimiento Neto de N por el cultivo** = 80 Kg. N / ha  
**Disponibilidad de N en el suelo** = 48.2 Kg. N /ha

Aporte de te de estiércol = 80 Kg. N/ha - 48.2 Kg N /ha = 30.8 Kg N /ha

Calculo de N del te de estiércol.

100 Kg de te 1000g de te 1 Cm<sup>3</sup> de te 1 Lt de te

30.8 Kg. N/ha-----\*-----\*-----\*----- = 2800 Lt te /ha

1 Kg. de N i Kg. de te 1.1 g de te 1000 Cm<sup>3</sup>de te

2800 Lt. De te 1 ha (1000 g) 320 m<sup>2</sup>

-----\*-----\*----- = 89.6 Lt / Parcela

ha 10000 m<sup>2</sup> 1 parcela

i parcela

89.6 Lt / parcela ----- = 7 lt sub. parcelas

12 sub. parcelas

# ANEXO 3. INFORME DE LABORATORIO DE LOS TE DE ESTIERCOL (LLAMA, BOVINO Y OVINO)

Universidad Mayor de San Andrés  
Facultad de Ciencias Puras y Naturales  
Instituto de Ecología  
**Laboratorio de Calidad Ambiental**



Página 1 de 1

Informe de Ensayo: A 027/06

## INFORME DE ENSAYO DE AGUAS 27/06

Cliente:	<b>Betza Calle Tuco</b>
Solicitante:	Betza Calle Tuco
Dirección del cliente:	Pampahasi Bajo, Calle 11 N° 71
Procedencia de la muestra:	Localidad Jesús de Machaca Prov. Ingavi Depto. La Paz
Punto de muestreo:	Yauriri San Francisco
Responsable del muestreo:	Betza Calle Tuco
Fecha de muestreo:	28 de marzo de 2006
Hora de muestreo:	15:00
Fecha recepción de la muestra:	7 de abril de 2006
Fecha de ejecución del ensayo:	7 al 28 de abril de 2006
Caracterización de la muestra:	Té de estiercol de ovino, camélido (llama) y bovino
Tipo de muestra:	Simple
Envase:	Vidrio
Código LCA:	27-1; 27-2; 27-3

### Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	Te de	Te de	Te de
				estiercol ovino 27-1	estiercol camélido (llama) 27-2	estiercol bovino 27-3
Fósforo total	EPA 365.2	mg/l	0,070	167	353,0	358
Nitrógeno total	EPA 351.1	mg/l	0,30	542	894	556
Potasio	EPA 258.1	mg/l	0,21	2200	1277	648

#### 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, mayo 10 de 2006

Ing. Jaime Chincheros Paniagua  
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



cc. Archivo  
JCh/lev

# ANEXO 4. INFORME DE ENSAYO DE SUELOS

Universidad Mayor de San Andrés  
Facultad de Ciencias Puras y Naturales  
Instituto de Ecología  
**Laboratorio de Calidad Ambiental**



Informe de Ensayo: S 009/06

Página 1 de 1

## INFORME DE ENSAYO DE SUELOS 9/06

Cliente:	Betza Calle Tuco
Solicitante:	Betza Calle Tuco
Dirección del cliente:	Pampahasi Bajo
Procedencia de la muestra:	Jesús de Machaca Prov. Ingavi Depto. La Paz
Punto de muestreo:	No especificado por el cliente
Responsable del muestreo:	Betza Calle Tuco
Fecha de muestreo:	28 de marzo de 2006
Hora de muestreo:	12:30
Fecha de recepción de la muestra:	7 de abril de 2006
Fecha de ejecución del ensayo:	7 al 28 de abril de 2006
Caracterización de la muestra:	Capa superficial
Tipo de muestra:	Compuesta
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	9-1

### Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	Suelo 1 9-1
pH acuoso	EPA 150.1		1 - 14	6,9
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	5,0	407
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,22
Carbón orgánico	WSP S-9.10	%	0,060	2,2
Materia orgánica	WSP S-9.10	%	0,10	3,7

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 LCA, salvo que la reproducción sea en su integridad.

La Paz, Mayo 03 de 2006

  
Ing. Jaime Chincheros Paniagua  
RESPONSABLE  
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL



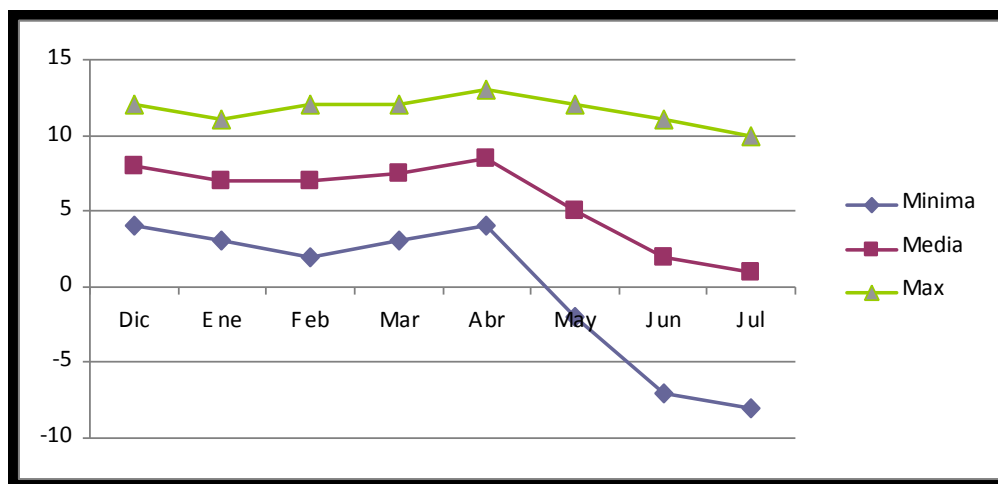
CC: Archivo  
JCh/lev

**ANEXO 5. Comportamiento de temperatura (diciembre 2005- Julio 2006) en la comunidad de Jesús de Machaca a 3800msnm**

**Temperaturas**

Meses	Precipitación mm	Mínima	Media	Máxima
Diciembre	18.9	4	8	12
Enero	357.8	3	7	11
Febrero	187.3	2	7	12
Marzo	183.7	3	7.5	12
Abril	18.3	4	8.5	13
Mayo	0	- 2	5	12
Junio	0	- 7	2	11
julio	0	- 8	1	10

**Fuente: Centro meteorológico de Jesús de Machaca**



**Figura 13 Promedio de temperaturas, donde presento heladas**

Presentaron fuerte heladas en mayo, junio y julio a temperaturas bajo cero

## ANEXO 6. Fotos de la tesis



FOTO 1. Bloque del ensayo experimental



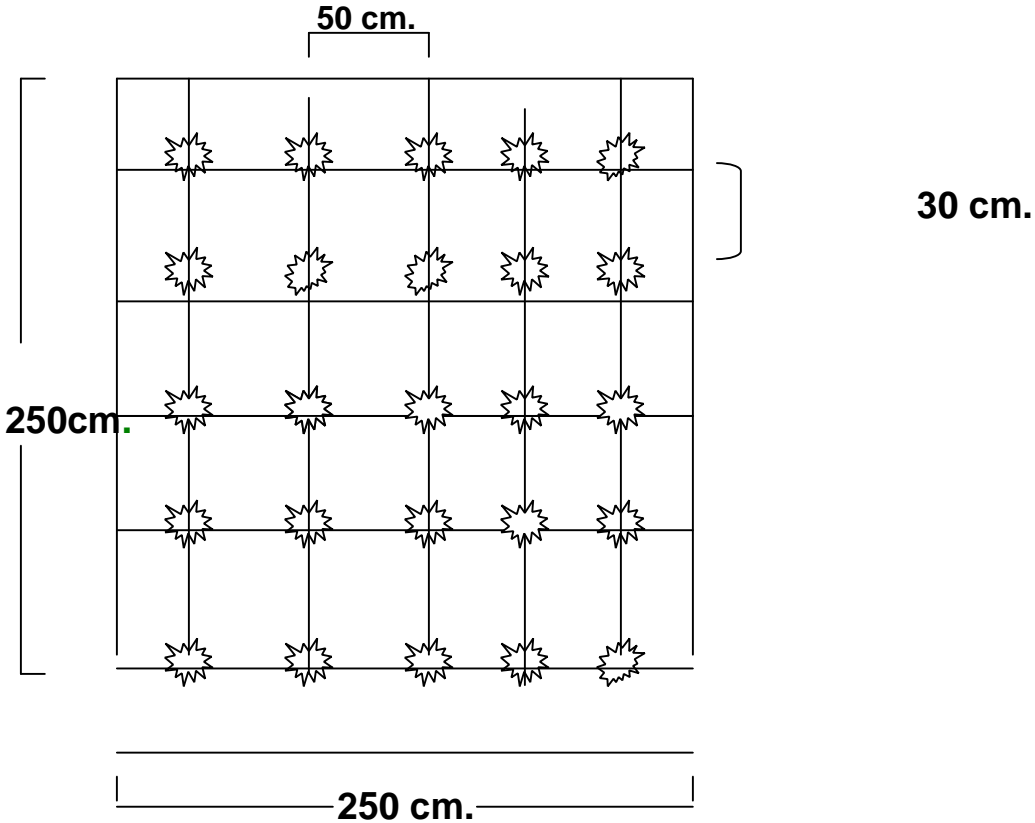
FOTO 2. Hipocótilos de maca con dosis de 3.5 litros por UE



Foto 3. Hipocótilos de maca para la medición de diámetro y altura

**Anexo 7.**

**Dimensiones de una unidad experimental**





## Anexo 8. Salidas de SAS

### Dependent Variable: alt\_desh

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	16.29979167	0.77618056	104.38	<.0001
		R-Square	Coeff Var	Root MSE	alt_desh Mean
		0.988278	2.407865	0.086232	3.581250
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.14895833	0.04965278	7.22	0.0091
Estiercol	3	10.08229167	3.36076389	488.84	<.0001
Bloque*Estiercol	9	0.06187500	0.00687500	0.92	0.5203
Nivel	2	3.22722222	1.61361111	217.00	<.0001
Estiercol*Nivel	4	2.77944444	0.69486111	93.45	<.0001
Error	26	0.19333333	0.00743590		
Total	47	16.49312500			

### Dependent Variable: alt\_cos

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	197.3850000	9.3992857	837.88	<.0001
		R-Square	Coeff Var	Root MSE	alt_cos Mean
		0.998525	1.462575	0.105915	7.241667
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.0116667	0.0038889	0.27	0.8436
Estiercol	3	162.6766667	54.2255556	3802.83	<.0001
Bloque*Estiercol	9	0.1283333	0.0142593	1.27	0.2984
Nivel	2	27.1105556	13.5552778	1208.36	<.0001
Estiercol*Nivel	4	7.4577778	1.8644444	166.20	<.0001
Error	26	0.2916667	0.0112179		
Total	47	197.6766667			

### Dependent Variable: pfresco

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	22316926.67	1062710.79	15.43	<.0001
		R-Square	Coeff Var	Root MSE	pfresco Mean
		0.925714	15.44657	262.4501	1699.083
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	2632620.83	877540.28	2.40	0.1351
Estiercol	3	10091612.17	3363870.72	9.21	0.0042
Bloque*Estiercol	9	3288789.33	365421.04	5.31	0.0004
Nivel	2	5533974.22	2766987.11	40.17	<.0001
Estiercol*Nivel	4	769930.11	192482.53	2.79	0.0470
Error	26	1790881.00	68880.04		
Total	47	24107807.67			

### Dependent Variable: pfres\_h

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	16341642.76	778173.46	4.24	0.0003
		R-Square	Coeff Var	Root MSE	pfres_h Mean
		0.774061	28.65881	428.3202	1494.550
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	950014.993	316671.664	0.59	0.6392
Estiercol	3	7176427.527	2392142.509	4.43	0.0358
Bloque*Estiercol	9	4863970.613	540441.179	2.95	0.0150
Nivel	2	3107174.042	1553587.021	8.47	0.0015

Estiercol*Nivel	4	244055.584	61013.896	0.33	0.8535
Error	26	4769914.08	183458.23		
Total	47	21111556.84			

### Dependent Variable: p\_hip\_p

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	1968916.313	93757.920	20.53	<.0001

R-Square 0.943125    Coeff Var 14.56082    Root MSE 67.57735    p\_hip\_p Mean 464.1042

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	185698.7292	61899.5764	1.18	0.3698
Estiercol	3	825809.5625	275269.8542	5.26	0.0227
Bloque*Estiercol	9	471091.5208	52343.5023	11.46	<.0001
Nivel	2	391987.1667	195993.5833	42.92	<.0001
Estiercol*Nivel	4	94329.3333	23582.3333	5.16	0.0034
Error	26	118734.167	4566.699		
Total	47	2087650.479			

### Dependent Variable: p\_hip\_m

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	2193316.813	104443.658	18.48	<.0001

R-Square 0.937221    Coeff Var 14.24766    Root MSE 75.17126    p\_hip\_m Mean 527.6042

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	187124.729	62374.910	1.25	0.3476
Estiercol	3	1019486.063	339828.688	6.82	0.0108
Bloque*Estiercol	9	448408.021	49823.113	8.82	<.0001
Nivel	2	405342.389	202671.194	35.87	<.0001
Estiercol*Nivel	4	132955.611	33238.903	5.88	0.0016
Error	26	146918.667	5650.718		
Total	47	2340235.479			

Dependent variable: al\_h\_p

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	3.16740000	0.15082857	31.01	<.0001
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	al_h_p Mean	
	0.961605	2.910005	0.069743	2.396667	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.04895000	0.01631667	1.45	0.2918
Estiercol	3	2.23271667	0.74423889	66.19	<.0001
Bloque*Estiercol	9	0.10120000	0.01124444	2.31	0.0460
Nivel	2	0.70383889	0.35191944	72.35	<.0001
Estiercol*Nivel	4	0.08069444	0.02017361	4.15	0.0099
Error	26	0.12646667	0.00486410		
Total	47	3.29386667			

Dependent Variable: al\_h\_m

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	14.33369792	0.68255704	7.69	<.0001
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	al_h_m Mean	
	0.861360	9.354504	0.297882	3.184375	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.63932292	0.21310764	1.43	0.2967
Estiercol	3	6.37682292	2.12560764	14.28	0.0009
Bloque*Estiercol	9	1.33963542	0.14884838	1.68	0.1455
Nivel	2	3.61763889	1.80881944	20.38	<.0001
Estiercol*Nivel	4	2.36027778	0.59006944	6.65	0.0008
Error	26	2.30708333	0.08873397		
Total	47	16.64078125			

Dependent Variable: al\_h\_g

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	24.35145833	1.15959325	12.08	<.0001
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	al_h_g Mean	
	0.907008	7.734915	0.309880	4.006250	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.39562500	0.13187500	1.19	0.3671
Estiercol	3	14.87562500	4.95854167	44.77	<.0001
Bloque*Estiercol	9	0.99687500	0.11076389	1.15	0.3635
Nivel	2	7.45722222	3.72861111	38.83	<.0001
Estiercol*Nivel	4	0.62611111	0.15652778	1.63	0.1967
Error	26	2.49666667	0.09602564		
Total	47	26.84812500			

Dependent variable: an\_h\_p

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	6.66119792	0.31719990	8.46	<.0001
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	an_h_p Mean	
	0.872366	7.852280	0.193608	2.465625	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.15765625	0.05255208	1.89	0.2010
Estiercol	3	5.83682292	1.94560764	70.14	<.0001
Bloque*Estiercol	9	0.24963542	0.02773727	0.74	0.6696
Nivel	2	0.31541667	0.15770833	4.21	0.0261
Estiercol*Nivel	4	0.10166667	0.02541667	0.68	0.6133
Error	26	0.97458333	0.03748397		
Total	47	7.63578125			

Dependent Variable: an\_h\_m

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	1.36833333	0.06515873	2.26	0.0247
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	an_h_m Mean	
	0.646457	4.514042	0.169653	3.758333	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.10166667	0.03388889	1.35	0.3199
Estiercol	3	0.16166667	0.05388889	2.14	0.1653
Bloque*Estiercol	9	0.22666667	0.02518519	0.88	0.5589
Nivel	2	0.52055556	0.26027778	9.04	0.0010
Estiercol*Nivel	4	0.35777778	0.08944444	3.11	0.0324
Error	26	0.74833333	0.02878205		
Total	47	2.11666667			

Dependent Variable: an\_h\_g

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	7.65479167	0.36451389	3.13	0.0032
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	an_h_g Mean	
	0.716867	6.880233	0.341002	4.956250	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.30229167	0.10076389	0.69	0.5786
Estiercol	3	4.18229167	1.39409722	9.60	0.0036
Bloque*Estiercol	9	1.30687500	0.14520833	1.25	0.3100
Nivel	2	0.48166667	0.24083333	2.07	0.1463
Estiercol*Nivel	4	1.38166667	0.34541667	2.97	0.0381
Error	26	3.02333333	0.11628205		
Total	47	10.67812500			

Dependent Variable: p\_hip\_g

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	2636213.645	125533.983	15.22	<.0001
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	p_hip_g Mean	
	0.927475	15.15899	90.80558	599.0213	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	145602.918	48534.306	0.94	0.4608
Estiercol	3	1266265.764	422088.588	8.18	0.0061
Bloque*Estiercol	9	464566.297	51618.477	6.26	0.0001
Nivel	2	656878.389	328439.194	39.83	<.0001
Estiercol*Nivel	4	102900.278	25725.069	3.12	0.0327
Error	25	206141.333	8245.653		
Total	46	2842354.979			

# TYPE 3

## Dependent Variable: alt\_desh

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	16.29979167	0.77618056	104.38	<.0001

R-Square	Coeff Var	Root MSE	alt_desh Mean
0.988278	2.407865	0.086232	3.581250

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.14895833	0.04965278	7.22	0.0091
Estiercol	2	3.87388889	1.93694444	281.74	<.0001
Bloque*Estiercol	9	0.06187500	0.00687500	0.92	0.5203
Nivel	2	3.22722222	1.61361111	217.00	<.0001
Estiercol*Nivel	4	2.77944444	0.69486111	93.45	<.0001
Error	26	0.19333333	0.00743590		
Total	47	16.49312500			

### Duncan's Multiple Range Test for alt\_desh

Duncan Grouping	Mean	N	Estiercol
A	4.24167	12	Llama
B	3.65000	12	Ovino
C	3.47500	12	Bovino
D	2.95833	12	0

### Duncan's Multiple Range Test for alt\_desh

Duncan Grouping	Mean	N	Nivel
A	4.18333	12	3.5
B	3.72500	12	2.5
C	3.45833	12	1.5
D	2.95833	12	0

### The SAS System The GLM Procedure

Level of Estiercol	N	Mean	Std Dev
0	12	2.95833333	0.11645002
Bovino	12	3.47500000	0.12154311
Llama	12	4.24166667	0.72294641
Ovino	12	3.65000000	0.17837652

Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	12	2.95833333	0.11645002
1.5	12	3.45833333	0.13113722
2.5	12	3.72500000	0.25980762
3.5	12	4.18333333	0.73711148

Level of Estiercol	Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	0	12	2.95833333	0.11645002
Bovino	1.5	4	3.35000000	0.10000000
Bovino	2.5	4	3.47500000	0.05000000
Bovino	3.5	4	3.60000000	0.00000000
Llama	1.5	4	3.52500000	0.05000000
Llama	2.5	4	4.02500000	0.05000000
Llama	3.5	4	5.17500000	0.05000000
Ovino	1.5	4	3.50000000	0.16329932
Ovino	2.5	4	3.67500000	0.18929694
Ovino	3.5	4	3.77500000	0.05000000

Dependent variable: alt\_cos

Source Model	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
	21	197.3850000	9.3992857	837.88	<.0001
		R-Square	Coeff Var	Root MSE	alt_cos Mean
		0.998525	1.462575	0.105915	7.241667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.01166667	0.00388889	0.27	0.8436
Estiercol	2	88.14222222	44.07111111	3090.70	<.0001
Bloque*Estiercol	9	0.12833333	0.01425926	1.27	0.2984
Nivel	2	27.11055556	13.55277778	1208.36	<.0001
Estiercol*Nivel	4	7.45777778	1.86444444	166.20	<.0001
Error	26	0.2916667	0.0112179		
Total	47	197.6766667			

Duncan's Multiple Range Test for alt\_cos

Duncan Grouping	Mean	N	Estiercol
A	10.11667	12	Llama
B	7.31667	12	Ovino
C	6.45000	12	Bovino
D	5.08333	12	0

Duncan's Multiple Range Test for alt\_cos

Duncan Grouping	Mean	N	Nivel
A	9.00833	12	3.5
B	7.99167	12	2.5
C	6.88333	12	1.5
D	5.08333	12	0

The SAS System  
The GLM Procedure

Level of Estiercol	N	Mean	Std Dev
0	12	5.0833333	0.15859229
Bovino	12	6.4500000	0.52656693
Llama	12	10.1166667	1.56892165
Ovino	12	7.3166667	0.64643545

Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	12	5.08333333	0.15859229
1.5	12	6.88333333	1.10768664
2.5	12	7.99166667	1.56173466
3.5	12	9.00833333	2.24477508

Level of Estiercol	Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	0	12	5.0833333	0.15859229
Bovino	1.5	4	5.8250000	0.09574271
Bovino	2.5	4	6.4750000	0.05000000
Bovino	3.5	4	7.0500000	0.05773503
Llama	1.5	4	8.3250000	0.05000000
Llama	2.5	4	10.0250000	0.05000000
Llama	3.5	4	12.0000000	0.00000000
Ovino	1.5	4	6.5000000	0.16329932
Ovino	2.5	4	7.4750000	0.05000000
Ovino	3.5	4	7.9750000	0.05000000

Dependent Variable: pfresco

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	22316926.67	1062710.79	15.43	<.0001
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	pfresco Mean	
	0.925714	15.44657	262.4501	1699.083	

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	2632620.833	877540.278	2.40	0.1351
Estiercol	2	2932420.056	1466210.028	4.01	0.0568
Bloque*Estiercol	9	3288789.333	365421.037	5.31	0.0004
Nivel	2	5533974.222	2766987.111	40.17	<.0001
Estiercol*Nivel	4	769930.111	192482.528	2.79	0.0470
Error	26	1790881.00	68880.04		
Total	47	24107807.67			

### Duncan's Multiple Range Test for pfresco

Duncan Grouping	Mean	N	Estiercol
A	2294.6	12	Llama
B	1870.3	12	Bovino
B	1601.3	12	Ovino
C	1030.2	12	0

### Duncan's Multiple Range Test for pfresco

Duncan Grouping	Mean	N	Nivel
A	2366.2	12	3.5
B	1987.5	12	2.5
C	1412.5	12	1.5
D	1030.2	12	0

The SAS System  
The GLM Procedure

Level of Estiercol	N	Mean	Std Dev
0	12	1030.16667	302.731454
Bovino	12	1870.33333	551.026700
Llama	12	2294.58333	778.546018
Ovino	12	1601.25000	522.291999

Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	12	1030.16667	302.731454
1.5	12	1412.50000	508.458008
2.5	12	1987.50000	550.606855
3.5	12	2366.16667	619.960385

Level of Estiercol	Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	0	12	1030.16667	302.731454
Bovino	1.5	4	1502.50000	558.532303
Bovino	2.5	4	1880.00000	485.180379
Bovino	3.5	4	2228.50000	463.014399
Llama	1.5	4	1575.00000	628.463735
Llama	2.5	4	2308.75000	630.428095
Llama	3.5	4	3000.00000	275.560036
Ovino	1.5	4	1160.00000	331.662479
Ovino	2.5	4	1773.75000	514.632798
Ovino	3.5	4	1870.00000	479.374593

Dependent variable: pfres\_h

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	16341642.76	778173.46	4.24	0.0003
R-Square		Coeff Var	Root MSE	pfres_h Mean	
		0.774061	28.65881	428.3202	1494.550

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	950014.993	316671.664	0.59	0.6392
Estiercol	2	1036604.309	518302.154	0.96	0.4192
Bloque*Estiercol	9	4863970.613	540441.179	2.95	0.0150
Nivel	2	3107174.042	1553587.021	8.47	0.0015
Estiercol*Nivel	4	244055.584	61013.896	0.33	0.8535
Error	26	4769914.08	183458.23		
Total	47	21111556.84			

### Duncan's Multiple Range Test for pfres\_h

Duncan Grouping	Mean	N	Estiercol
A	1881.4	12	Llama
A	1748.0	12	Bovino
B	1473.8	12	Ovino
B	875.1	12	0

Duncan Grouping	Mean	N	Nivel
A	2010.2	12	3.5
A	1786.8	12	2.5
B	1306.1	12	1.5
C	875.1	12	0

The SAS System  
The GLM Procedure

Level of Estiercol	N	Mean	Std Dev
0	12	875.08333	157.463680
Bovino	12	1748.00000	551.984189
Llama	12	1881.36667	838.658460
Ovino	12	1473.75000	483.736052

Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	12	875.08333	157.463680
1.5	12	1306.08333	468.227889
2.5	12	1786.83333	503.611472
3.5	12	2010.20000	762.193967

Level of Estiercol	Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	0	12	875.08333	157.46368
Bovino	1.5	4	1376.50000	506.79286
Bovino	2.5	4	1682.00000	485.80106
Bovino	3.5	4	2185.50000	423.44972
Llama	1.5	4	1461.75000	585.00050
Llama	2.5	4	2059.75000	570.47955
Llama	3.5	4	2122.60000	1247.58988
Ovino	1.5	4	1080.00000	312.62331
Ovino	2.5	4	1618.75000	465.69616
Ovino	3.5	4	1722.50000	475.54355



Dependent variable: p\_hip\_p

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	1968916.313	93757.920	20.53	<.0001
R-Square		Coeff Var	Root MSE	p_hip_p Mean	
		0.943125	14.56082	67.57735	464.1042

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	185698.7292	61899.5764	1.18	0.3698
Estiercol	2	143946.5000	71973.2500	1.38	0.3012
Bloque*Estiercol	9	471091.5208	52343.5023	11.46	<.0001
Nivel	2	391987.1667	195993.5833	42.92	<.0001
Estiercol*Nivel	4	94329.3333	23582.3333	5.16	0.0034
Error	26	118734.167	4566.699		
Total	47	2087650.479			

Duncan's Multiple Range Test for p\_hip\_p

Duncan Grouping	Mean	N	Estiercol
A	617.75	12	Llama
A	515.00	12	Bovino
B	466.00	12	Ovino
B	257.67	12	0

Duncan's Multiple Range Test for p\_hip\_p

Duncan Grouping	Mean	N	Nivel
A	657.83	12	3.5
B	538.50	12	2.5
C	402.42	12	1.5
D	257.67	12	0

The SAS System  
The GLM Procedure

Level of Estiercol

Level of Estiercol	N	Mean	Std Dev
0	12	257.666667	40.355992
Bovino	12	515.000000	193.646351
Llama	12	617.750000	224.801781
Ovino	12	466.000000	158.270195

Level of Nivel

Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	12	257.666667	40.355992
1.5	12	402.416667	172.552737
2.5	12	538.500000	171.774429
3.5	12	657.833333	176.788437

Level of Estiercol

Level of Estiercol	Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	0	12	257.666667	40.355992
Bovino	1.5	4	396.000000	190.600804
Bovino	2.5	4	498.500000	178.755886
Bovino	3.5	4	650.500000	159.652748
Llama	1.5	4	417.250000	191.618327
Llama	2.5	4	616.250000	184.658920
Llama	3.5	4	819.750000	80.454438
Ovino	1.5	4	394.000000	188.902091
Ovino	2.5	4	500.750000	173.332772
Ovino	3.5	4	503.250000	125.489375

Dependent Variable: p\_hip\_m

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	2193316.813	104443.658	18.48	<.0001
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	p_hip_m Mean	
	0.937221	14.24766	75.17126	527.6042	

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	187124.7292	62374.9097	1.25	0.3476
Estiercol	2	207534.8889	103767.4444	2.08	0.1806
Bloque*Estiercol	9	448408.0208	49823.1134	8.82	<.0001
Nivel	2	405342.3889	202671.1944	35.87	<.0001
Estiercol*Nivel	4	132955.6111	33238.9028	5.88	0.0016
Error	26	146918.667	5650.718		
Total	47	2340235.479			

Duncan's Multiple Range Test for p\_hip\_m

Duncan Grouping	Mean	N	Estiercol
A	703.58	12	Llama
A	584.08	12	Bovino
A	520.42	12	Ovino
B	302.33	12	0

Duncan's Multiple Range Test for p\_hip\_m

Duncan Grouping	Mean	N	Nivel
A	732.83	12	3.5
B	602.33	12	2.5
C	472.92	12	1.5
D	302.33	12	0

The SAS System  
The GLM Procedure

Level of Estiercol	N	Mean	Std Dev
0	12	302.333333	55.645523
Bovino	12	584.083333	183.426705
Llama	12	703.583333	237.820581
Ovino	12	520.416667	163.608434

Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	12	302.333333	55.645523
1.5	12	472.916667	180.374589
2.5	12	602.333333	169.010668
3.5	12	732.833333	194.652526

Level of Estiercol	Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	0	12	302.333333	55.645523
Bovino	1.5	4	466.250000	178.242111
Bovino	2.5	4	562.250000	163.224539
Bovino	3.5	4	723.750000	140.699147
Llama	1.5	4	492.000000	191.715066
Llama	2.5	4	690.750000	192.799334
Llama	3.5	4	928.000000	79.970828
Ovino	1.5	4	460.500000	223.650769
Ovino	2.5	4	554.000000	158.879409
Ovino	3.5	4	546.750000	125.183532

Dependent variable: p\_hip\_g

Source Model	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
	21	2636213.645	125533.983	15.22	<.0001
		R-Square	Coeff Var	Root MSE	p_hip_g Mean
		0.927475	15.15899	90.80558	599.0213

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	175579.4667	58526.4889	1.13	0.3864
Estiercol	2	234126.0556	117063.0278	2.27	0.1594
Bloque*Estiercol	9	464566.2967	51618.4774	6.26	0.0001
Nivel	2	656878.3889	328439.1944	39.83	<.0001
Estiercol*Nivel	4	102900.2778	25725.0694	3.12	0.0327
Error	25	206141.333	8245.653		
Total	46	2842354.979			

Duncan's Multiple Range Test for p\_hip\_g

Duncan Grouping	Mean	N	Estiercol
A	767.75	12	Llama
A	696.08	12	Bovino
A	572.50	12	Ovino
B	338.00	11	0

Duncan's Multiple Range Test for p\_hip\_g

Duncan Grouping	Mean	N	Nivel
A	845.75	12	3.5
B	675.67	12	2.5
C	514.92	12	1.5
D	338.00	11	0

The SAS System  
The GLM Procedure

Level of Estiercol	N	Mean	Std Dev
0	11	338.000000	55.966061
Bovino	12	696.083333	199.465403
Llama	12	767.750000	251.155557
Ovino	12	572.500000	206.030227

Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	11	338.000000	55.966061
1.5	12	514.916667	194.699049
2.5	12	675.666667	176.569499
3.5	12	845.750000	194.415733

Level of Estiercol	Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	0	11	338.00000	55.966061
Bovino	1.5	4	516.75000	147.081327
Bovino	2.5	4	687.50000	172.789853
Bovino	3.5	4	884.00000	65.817931
Llama	1.5	4	543.75000	210.889189
Llama	2.5	4	749.25000	188.013076
Llama	3.5	4	1010.25000	75.504415
Ovino	1.5	4	484.25000	265.557746
Ovino	2.5	4	590.25000	178.817179
Ovino	3.5	4	643.00000	188.988536

Dependent variable: al\_h\_p

Source Model	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
	21	3.16740000	0.15082857	31.01	<.0001
		R-Square	Coeff Var	Root MSE	al_h_p Mean
		0.961605	2.910005	0.069743	2.396667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.04895000	0.01631667	1.45	0.2918
Estiercol	2	0.90253889	0.45126944	40.13	<.0001
Bloque*Estiercol	9	0.10120000	0.01124444	2.31	0.0460
Nivel	2	0.70383889	0.35191944	72.35	<.0001
Estiercol*Nivel	4	0.08069444	0.02017361	4.15	0.0099
Error	26	0.12646667	0.00486410		
Total	47	3.29386667			

Duncan's Multiple Range Test for al\_h\_p

Duncan Grouping	Mean	N	Estiercol
A	2.71667	12	Llama
B	2.38417	12	Ovino
B	2.37750	12	Bovino
C	2.10833	12	0

Duncan's Multiple Range Test for al\_h\_p

Duncan Grouping	Mean	N	Nivel
A	2.66417	12	3.5
B	2.49250	12	2.5
C	2.32167	12	1.5
D	2.10833	12	0

The SAS System  
The GLM Procedure

Level of Estiercol	N	Mean	Std Dev
0	12	2.10833333	0.09962049
Bovino	12	2.37750000	0.13032303
Llama	12	2.71666667	0.22495791
Ovino	12	2.38416667	0.13767276

Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	12	2.10833333	0.09962049
1.5	12	2.32166667	0.13683655
2.5	12	2.49250000	0.16739311
3.5	12	2.66416667	0.24054704

Level of Estiercol	Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	0	12	2.10833333	0.09962049
Bovino	1.5	4	2.25000000	0.10000000
Bovino	2.5	4	2.39500000	0.08225975
Bovino	3.5	4	2.48750000	0.08539126
Llama	1.5	4	2.47500000	0.09574271
Llama	2.5	4	2.70000000	0.08164966
Llama	3.5	4	2.97500000	0.05000000
Ovino	1.5	4	2.24000000	0.04898979
Ovino	2.5	4	2.38250000	0.05560276
Ovino	3.5	4	2.53000000	0.08906926

Dependent variable: al\_h\_m

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	14.33369792	0.68255704	7.69	<.0001
R-Square		Coeff Var	Root MSE	al_h_m Mean	
		0.861360	9.354504	0.297882	3.184375

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.63932292	0.21310764	1.43	0.2967
Estiercol	2	3.12180556	1.56090278	10.49	0.0045
Bloque*Estiercol	9	1.33963542	0.14884838	1.68	0.1455
Nivel	2	3.61763889	1.80881944	20.38	<.0001
Estiercol*Nivel	4	2.36027778	0.59006944	6.65	0.0008
Error	26	2.30708333	0.08873397		
Total	47	16.64078125			

Duncan's Multiple Range Test for al\_h\_m

Duncan Grouping	Mean	N	Estiercol
A	3.7500	12	Llama
B	3.1542	12	Ovino
B	3.1000	12	Bovino
C	2.7333	12	0

Duncan's Multiple Range Test for al\_h\_m

Duncan Grouping	Mean	N	Nivel
A	3.7583	12	3.5
B	3.2500	12	2.5
C	2.9958	12	1.5
D	2.7333	12	0

The SAS System  
The GLM Procedure

Level of Estiercol	N	Mean	Std Dev
0	12	2.73333333	0.09847319
Bovino	12	3.10000000	0.10444659
Llama	12	3.75000000	0.92687157
Ovino	12	3.15416667	0.23106309

Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	12	2.73333333	0.09847319
1.5	12	2.99583333	0.13561029
2.5	12	3.25000000	0.16787441
3.5	12	3.75833333	0.91199914

Level of Estiercol	Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	0	12	2.73333333	0.09847319
Bovino	1.5	4	2.97500000	0.05000000
Bovino	2.5	4	3.12500000	0.05000000
Bovino	3.5	4	3.20000000	0.00000000
Llama	1.5	4	3.12500000	0.15000000
Llama	2.5	4	3.45000000	0.12909944
Llama	3.5	4	4.67500000	1.15289491
Ovino	1.5	4	2.88750000	0.06291529
Ovino	2.5	4	3.17500000	0.05000000
Ovino	3.5	4	3.40000000	0.11547005

Dependent variable: al\_h\_g

Source Model	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
	21	24.35145833	1.15959325	12.08	<.0001
		R-Square	Coeff Var	Root MSE	al_h_g Mean
		0.907008	7.734915	0.309880	4.006250

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.39562500	0.13187500	1.19	0.3671
Estiercol	2	7.26722222	3.63361111	32.81	<.0001
Bloque*Estiercol	9	0.99687500	0.11076389	1.15	0.3635
Nivel	2	7.45722222	3.72861111	38.83	<.0001
Estiercol*Nivel	4	0.62611111	0.15652778	1.63	0.1967
Error	26	2.49666667	0.09602564		
Total	47	26.84812500			

Duncan's Multiple Range Test for al\_h\_g

Duncan Grouping	Mean	N	Estiercol
A	4.8417	12	Llama
B	4.1000	12	Bovino
C	3.7667	12	Ovino
D	3.3167	12	0

Duncan's Multiple Range Test for al\_h\_g

Duncan Grouping	Mean	N	Nivel
A	4.8250	12	3.5
B	4.1667	12	2.5
C	3.7167	12	1.5
D	3.3167	12	0

The SAS System  
The GLM Procedure

Level of Estiercol	N	Mean	Std Dev
0	12	3.31666667	0.38573032
Bovino	12	4.10000000	0.43484585
Llama	12	4.84166667	0.73541372
Ovino	12	3.76666667	0.45792682

Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	12	3.31666667	0.38573032
1.5	12	3.71666667	0.37376058
2.5	12	4.16666667	0.58517027
3.5	12	4.82500000	0.66349625

Level of Estiercol	Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	0	12	3.31666667	0.38573032
Bovino	1.5	4	3.57500000	0.09574271
Bovino	2.5	4	4.20000000	0.24494897
Bovino	3.5	4	4.52500000	0.05000000
Llama	1.5	4	4.17500000	0.23629078
Llama	2.5	4	4.72500000	0.51881275
Llama	3.5	4	5.62500000	0.47871355
Ovino	1.5	4	3.40000000	0.08164966
Ovino	2.5	4	3.57500000	0.20615528
Ovino	3.5	4	4.32500000	0.27537853

Dependent variable: an\_h\_p

Source Model	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
	21	6.66119792	0.31719990	8.46	<.0001
		R-Square	Coeff Var	Root MSE	an_h_p Mean
		0.872366	7.852280	0.193608	2.465625

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.15765625	0.05255208	1.89	0.2010
Estiercol	2	0.71791667	0.35895833	12.94	0.0023
Bloque*Estiercol	9	0.24963542	0.02773727	0.74	0.6696
Nivel	2	0.31541667	0.15770833	4.21	0.0261
Estiercol*Nivel	4	0.10166667	0.02541667	0.68	0.6133
Error	26	0.97458333	0.03748397		
Total	47	7.63578125			

Duncan's Multiple Range Test for an\_h\_p

Duncan Grouping	Mean	N	Estiercol
A	2.82917	12	Llama
B	2.65000	12	Bovino
C	2.48333	12	Ovino
D	1.90000	12	0

Duncan's Multiple Range Test for an\_h\_p

Duncan Grouping	Mean	N	Nivel
A	2.76667	12	3.5
B	2.65833	12	2.5
B	2.53750	12	1.5
C	1.90000	12	0

The SAS System  
The GLM Procedure

Level of Estiercol	N	Mean	Std Dev
0	12	1.90000000	0.31333978
Bovino	12	2.65000000	0.15075567
Llama	12	2.82916667	0.10103630
Ovino	12	2.48333333	0.18006733

Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	12	1.90000000	0.31333978
1.5	12	2.53750000	0.24226676
2.5	12	2.65833333	0.18319554
3.5	12	2.76666667	0.09847319

Level of Estiercol	Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	0	12	1.90000000	0.31333978
Bovino	1.5	4	2.50000000	0.14142136
Bovino	2.5	4	2.67500000	0.09574271
Bovino	3.5	4	2.77500000	0.05000000
Llama	1.5	4	2.78750000	0.16520190
Llama	2.5	4	2.85000000	0.05773503
Llama	3.5	4	2.85000000	0.05773503
Ovino	1.5	4	2.32500000	0.15000000
Ovino	2.5	4	2.45000000	0.05773503
Ovino	3.5	4	2.67500000	0.09574271

Dependent variable: an\_h\_m

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	1.36833333	0.06515873	2.26	0.0247
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	an_h_m Mean	
	0.646457	4.514042	0.169653	3.758333	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.10166667	0.03388889	1.35	0.3199
Estiercol	2	0.02722222	0.01361111	0.54	0.6003
Bloque*Estiercol	9	0.22666667	0.02518519	0.88	0.5589
Nivel	2	0.52055556	0.26027778	9.04	0.0010
Estiercol*Nivel	4	0.35777778	0.08944444	3.11	0.0324
Error	26	0.74833333	0.02878205		
Total	47	2.11666667			

Duncan's Multiple Range Test for an\_h\_m

Duncan Grouping	Mean	N	Estiercol
A	3.82500	12	Llama
B A	3.78333	12	Ovino
B A	3.75833	12	Bovino
B	3.66667	12	0

Duncan's Multiple Range Test for an\_h\_m

Duncan Grouping	Mean	N	Nivel
A	3.95833	12	3.5
B	3.71667	12	1.5
B	3.69167	12	2.5
B	3.66667	12	0

The SAS System  
The GLM Procedure

Level of Estiercol	N	Mean	Std Dev
0	12	3.66666667	0.17752507
Bovino	12	3.75833333	0.27455198
Llama	12	3.82500000	0.09653073
Ovino	12	3.78333333	0.24802248

Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	12	3.66666667	0.17752507
1.5	12	3.71666667	0.24058011
2.5	12	3.69166667	0.19752253
3.5	12	3.95833333	0.06685579

Level of Estiercol	Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	0	12	3.66666667	0.17752507
Bovino	1.5	4	3.52500000	0.35000000
Bovino	2.5	4	3.75000000	0.05773503
Bovino	3.5	4	4.00000000	0.00000000
Llama	1.5	4	3.82500000	0.12583057
Llama	2.5	4	3.77500000	0.09574271
Llama	3.5	4	3.87500000	0.05000000
Ovino	1.5	4	3.80000000	0.00000000
Ovino	2.5	4	3.55000000	0.30000000
Ovino	3.5	4	4.00000000	0.00000000



Dependent variable: an\_h\_g

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	7.65479167	0.36451389	3.13	0.0032
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	an_h_g Mean	
	0.716867	6.880233	0.341002	4.956250	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.30229167	0.10076389	0.69	0.5786
Estiercol	2	3.13166667	1.56583333	10.78	0.0041
Bloque*Estiercol	9	1.30687500	0.14520833	1.25	0.3100
Nivel	2	0.48166667	0.24083333	2.07	0.1463
Estiercol*Nivel	4	1.38166667	0.34541667	2.97	0.0381
Error	26	3.02333333	0.11628205		
Total	47	10.67812500			

Duncan's Multiple Range Test for an\_h\_g

Duncan Grouping	Mean	N	Estiercol
A	5.2667	12	Llama
A	5.2333	12	Ovino
B	4.7000	12	0
B	4.6250	12	Bovino

Duncan's Multiple Range Test for an\_h\_g

Duncan Grouping	Mean	N	Nivel
A	5.1833	12	1.5
A	5.0417	12	3.5
B	4.9000	12	2.5
B	4.7000	12	0

The SAS System  
The GLM Procedure

Level of Estiercol	N	Mean	Std Dev
0	12	4.70000000	0.22156468
Bovino	12	4.62500000	0.31079078
Llama	12	5.26666667	0.63149654
Ovino	12	5.23333333	0.21461735

Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	12	4.70000000	0.22156468
1.5	12	5.18333333	0.27579087
2.5	12	4.90000000	0.56729021
3.5	12	5.04166667	0.62005620

Level of Estiercol	Level of Nivel	N	Mean	Std Dev
0	0	12	4.70000000	0.22156468
Bovino	1.5	4	5.00000000	0.00000000
Bovino	2.5	4	4.37500000	0.25000000
Bovino	3.5	4	4.50000000	0.00000000
Llama	1.5	4	5.55000000	0.10000000
Llama	2.5	4	5.12500000	0.75000000
Llama	3.5	4	5.12500000	0.85391256
Ovino	1.5	4	5.00000000	0.00000000
Ovino	2.5	4	5.20000000	0.00000000
Ovino	3.5	4	5.50000000	0.00000000