



# SILSOE RESEARCH INSTITUTE

DEPARTMENT FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT

RENEWABLE NATURAL RESOURCES RESEARCH STRATEGY

LIVESTOCK PRODUCTION PROGRAMME

Improved Management and use of Draft Animals in the Andean Hill-farming  
systems of Bolivia

Mejoramiento de Manejo y Uso de Animales de Trabajo en los Sistemas  
Agropecuarios de los Valles Inter-Andinos de Bolivia

DOCUMENTO DE TRABAJO 4

Enero de 1998

Brian Sims, Jeroen Dijkman, Robert Paterson

IDG/98/4 (ESP)

ENGINEERING  
for  
Life



## CONTENIDO

	OBJETIVO DE LA VISITA	1
2	PROGRAMA DE TRABAJO	
3	AVANCES DE LAS TESIS .....	. 1
	3.1 Carretas para bueyes (Patricia) .....	. 1
	3.2 Implementos de labranza (Juan Carlos) .....	. 3
4	PERFILES DE LAS NUEVAS TESIS	. 3
	4.1 Julio César Antezana C. ....	. 3
	4.2 Silvio Nina Martínez .....	. 4
	4.3 Victor Copa C. ....	. 6
	4.4 Apuntes de RP .....	. 7
5	DESARROLLO DE EQUIPOS PARA EQUINOS	8
6	INFORME VETERINARIO .	10
7	PROYECTOS VETERINARIOS .....	10
8	EMPLEO DEL ERGÓMETRO	11
9	PROGRAMA FUTURO	13
	ANNEXO 1 ITINERARIO	14
	ANNEXO 2 PERFILES DE TESIS APROBADOS ... <i>Patricia Torrejón y Juan Carlos Céspedes</i>	17
	ANNEXO 3 INFORMES DE AVANCE .....	63
	<i>Patricia Torrejón y Juan Carlos Céspedes</i>	
	ANNEXO 4 BORRADORES DE PERFILES NUEVOS .....	97
	<i>Melby Rodríguez, Victor Copa, Silvio Nina Y Julio César Antezana</i>	
	ANNEXO 5 Availability and use of work animals in the Middle andean hill-farming systems of bolivia. DRAFT. ....	151

Se visitaron los dos sitios donde Patricia tiene sus carretas bajo prueba con agricultores. Su tercera carreta, en CIFEMA, se empleará para las pruebas de resistencia como se señala en el perfil de tesis. El avance de esta etapa de la tesis esta ligeramente detenido hasta acoplar una barra de tiro lateral para que la carreta pase sobre los obstáculos de la pista, y el tractor / yunta, no.

Durante la visita realizada a Tiraque se pudo observar las dos carretas y entrevistarnos con los agricultores encargados.

### **Boquerón Kasa, Juan**

Comentarios del uso y modificaciones:

- i) El freno requiere un bloqueador para mantenerse en trabajo.
- ii) Hace falta un freno externo. Con una carga el operador camina al lado del aparato.
- iii) La madera no es de buena calidad uniformemente. Se sugiere tratarla con preservativo para evitar que se pudra.
- iv) Compuerta trasera dañada. Necesita un refuerzo (posiblemente bisagras más grandes y/o un platino metálico detrás de ellas).
- v) Reforzar las uniones verticales de la tabla delantera y las dos laterales, con fierro de ángulo.
- vi) El freno posiblemente necesite más palanca porque no agarra bien en reversa.
- vii) Ha sido empleada para transportar piedra del río para construcción, y para semilla.

Ya existe una demanda en la comunidad para una unidad más.

### **Tiraque, Xenón (carreta de FAO-Fertisuelos)**

Ha sido en "uso" (aparentemente muy poco) durante un año, mayormente en la época de siembra para transportar insumos (semilla, guano) y equipos.

Comentarios del uso y modificaciones:

- i) La distancia entre la carreta y el codo del timón es demasiado larga y molesta las piernas traseras de la yunta.
- ii) Se necesitan abrazaderas laterales para ubicar estacas y acomodar cargas altas (p.ej chala).
- iii) La compuerta trasera debería ser removible para facilitar el transporte de cargas largas (palos, etc). Como está (con bisagra) la compuerta roza contra el suelo estando abierta.
- iv) Para mayor capacidad el cuerpo debería ser más ancha y larga.
- v) Adaptar para caballo (demasiada liviana para la yunta). Convertible con tirantes para caballo y timón para yunta.
- vi) El freno es imprescindible para dominar la yunta
- vii) El asiento (una tabla) es adecuado, pero sería indicado fijarlo con pasadores.

### 3.2 Implementos de labranza (Juan Carlos)

El perfil de tesis está por aprobarse (Anexo 2) y el informe de avance del trabajo se presenta en Anexo 3. Se visitaron las parcelas establecidas en Piusilla y Kolque Joya. A continuación se dan algunas observaciones:

Labranza en papa con: arado reversible; arado de palo; coutier; arado de vertedera. En los dos sitios la papa esta sembrada, deshierbada y fumigada contra *Phytopthera*. Las parcelas de KJ presentan un desarrollo muy deficiente, y su análisis va a ser difícil (tal vez un conteo de plantas?). Un problema básico es el tamaño pequeño de las parcelas y el hecho de haber levantado los camellones a mano. Se espera incluir más participación de los agricultores y una comparación realista con la práctica de los agricultores en los ensayos más extensivos que se realizarán próximamente.

## 4 PERFILES DE LAS NUEVAS TESIS

En el transcurso de la visita se llevaron a cabo numerosas entrevistas con los tesisitas para revisar sus perfiles y tesis y modificarlas para que contribuyan a los rendimientos esperados del Proyecto. Este último es un punto muy importante dado que el Proyecto de TA ya tiene sus rendimientos y actividades bien identificados y no será posible modificarlos según los deseos de los tesisitas.

A continuación se incluyen algunos apuntes de las reuniones y visitas a campo como una indicación de las modificaciones acordadas y sugeridas. Los resultados de las discusiones se incluyen en detalle en los nuevos perfiles (Anexo 4).

### 4.1 Julio César Antezana C.

*Diversificación del empleo de animales de trabajo en la labranza del suelo*

i) Trabajo en CIFEMA sobre pista (tanto con caballos como burros):

Collar  
Pechera nueva  
Pechera rústica

Seguir metodología de la tesis de Céspedes.

ii) Sistemas (tanto con caballos como burros):

- Sistema actual (surcadora para un solo animal)
- Surcadora nueva + pechera mejorada
- Arado + pechera mejorada
- Yunta + arado de palo

Un total de 7 tratamientos.

Comparar surcadoras con surcadoras (4 tratamientos) y arados con arados (3 tratamientos).

iii) Tres tipos de evaluación: técnica; económica; participativa.



## **Evaluación técnica**

Para la evaluación de implementos de labranza, revisar Boletín 110 de la FAO.

Detallar procedimientos para arados y surcadoras.

Textura; humedad; densidad aparente; resistencia al penetrómetro; cobertura vegetal; cultivo anterior.

Profundidad; ancho; cobertura residual (inversión); terrones, micro-relieve; fuerza de tracción y ángulo; velocidad de avance; tiempo/ha; eficiencia de campo.

Estabilidad; comodidad; facilidad de operación.

Parcelas de prueba de 40 m x 50 m aprox.

Repeticiones en las distintas comunidades.

Pruebas con arados en un solo día en cada comunidad.

## **Evaluación económica**

Revisar Boletín 110. Preparar una metodología.

## **Evaluación participativa**

Evaluación abierta y evaluación absoluta.

## **Puntos de acción**

- 1 Preparar nuevo perfil
- 2 Consultar con Edson Gandarrillas (PROINPA) sobre evaluación participativa.

### **4.2 Silvio Nina Martínez**

*Rendimiento de tres especies forrajeras: avena, cebada y triticale en siembra pura y asociada para mejorar la alimentación de animales de trabajo*

Objetivos:

General: Incrementar la disponibilidad de forraje para mejorar la alimentación de animales de trabajo a través de la producción de forrajes.

Específicos:

- i) Determinar los niveles de rendimiento y calidad nutritiva de avena, cebada y triticale en cultivo puro y asociado con *Vicia sativa*.
- ii) Estimar la superficie mínima de terreno que debe destinarse para la producción de forraje suplementario para cumplir los requerimientos de alimentación de la yunta de bueyes. (Se repetirá el experimento durante la vida del Proyecto para mejorar la calidad de la estimación).
- iii) Diseñar sistemas de manejo de forraje para optimizar su uso.
- iv) Análisis económico.

## Materiales y métodos

Material vegetal: Gramíneas: Avena var. Aguila; Cebada var IBTA 80; Triticale var Renacer. Leguminosa: *Vicia sativa*.

## Metodología:

Aradura de suelo (arado combinado)

Rastra de púa

Estaqueado

Siembra

Densidades: Avena 80 kg/ha pura, 70 kg/ha asociada; Cebada 100 kg/ha pura, 80 kg/ha asociada; Triticale 100 kg/ha puro, 80 kg/ha asociado; *Vicia* 25 kg/ha.

Fertilizante:

18-46-00 con siembra completado en el estado de macollaje con urea hasta 40-40-00.

Diseño: bloques al azar con arreglo en parcelas divididas.

Avena	100 m <sup>2</sup> pura	100 m <sup>2</sup> asociada
Cebada	"	"
Triticale	"	"

**Tiraque:** Tres repeticiones (2 en Kolque Joya; 1 en Boquerón Casa) 6 tratamientos.

**Piusilla:** 3 repeticiones; 6 tratamientos.

## Fuentes de variación

## Grados de libertad

Bloques	2
Especies	2
Error (Bxspp)	4
Cultivo (puro y asociado)	
Cultivo x spp	2
Error (interacción)	6
Total	17

## Mediciones:

días hasta:

Macollaje; encañamiento; comienzo de floración; estado de leche; estado en que coseche el agricultor. Muestras de 1 m<sup>2</sup>, 3 muestras/tratamiento (5 veces)/año al azar.

Conteo de plantas. Materia verde y seca. Observar el rebrote en los lugares cortados (marcar los sitios con una estaca).

Análisis de tejidos:

Proteína cruda

Fibra cruda

Extracto no nitrogenado

Cenizas

Biomasa verde/seca

Práctica de los agricultores

### Puntos:

- i) Análisis físico y químico de suelos. Algunas muestras tomadas. Ningún resultado todavía.
- ii) Tratamientos deberían haber incluido Vicia pura. O sea 7 tratamientos (Av, Trit, Ceb, pura y asociada más *Vicia* pura).
- iii) No aplicar urea en las parcelas asociadas?? Dividir todas las sub-parcelas en dos y aplicar la urea en la mitad, al azar. Para ver el aporte de N de la *Vicia*.
- iv) Semilla de *Vicia* no fue inoculada.
- v) Arrancar algunas plantas de *Vicia* para observar nodulación.
- vi) Marco de muestreo de 50 cm<sup>2</sup> (71 cm x 71 cm)

Fuentes de Variabilidad	GL
Bloques (b-1)	2
Especies (s-1)	2
Error(a) (b-1)(s-1)	4
Cultivos (c-1)	1
Interacción (c x s) (c-1)(s-1)	2
Error(b) (c-1)(b-1)	6
N (n-1)	1
N x s (n-1) (s-1)	2
N x c (n-1)(c-1)	1
N x c x s (n-1)(s-1)(c-1)	2
Error(c) (n-1)(b-1)s x c	12
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>

Análisis de tejidos. Será necesaria reducir:

36 parcelas => 12 sumando las 3 muestras

2 sitios

5 muestras/año => 3

1.5 spp

5 análisis => 2

Total de 216 muestras

**Victor Copa C.**

*Diagnóstico de sistemas de alimentación existente en animales de trabajo en las comunidades de Sarcobamba y Boquerón K'asa*

### Justificación

- i) Sistemas existentes de alimentación por estación (cantidad y calidad)
- ii) Energía gastada en trabajo realizado por estación.
- iii) Requerimientos nutritivos de AT.

- iv) Calidad y cantidad de alimentación ofrecida Diferencias entre oferta y demanda estacional para identificar déficits.

En las comunidades el problema más grande manifestado por los comunarios en el manejo de los AT es la escasez de forraje.

Análisis fisiológico (balance energético / alimenticio durante el año). Graficar disponibilidad de alimentos y requerimientos para M y trabajo durante los meses del año; para identificar períodos de déficit. Al mismo tiempo un análisis económico para estimar el costo de rellenar vacíos.

Recordar que pérdida de peso en una estación que será recuperado en épocas de abundancia no representa ningún problema para los animales.

#### 4.4 Apuntes de RP

Revisión de dos perfiles de tesis, uno por Silvio Nina (Avena, triticale y cebada con y sin *Vicia sativa*) y el otro por Melby Rodríguez (Establecimiento de praderas mejoradas). Los dos tenían poco que ver con los bosquejos de tesis dejados con CIFEMA por los consultores en la última visita al proyecto (DT2). Tenían muchas fallas al nivel estadístico y por más que ya están sembrados y es imposible mejorar el diseño de los experimentos en éste momento, tienen que ser modificadas en la medida posible tanto para producir resultados de importancia para el Proyecto como para asegurar su validez científico.

Reuniones con dos estudiantes para discutir el progreso en la preparación de los perfiles de tesis. Julio César Antezana (Métodos de mecanización) no había avanzado mucho desde su última reunión de la semana pasada. Ya falta algo para llegar a un estado aceptable. El otro estudiante (Silvio Nina) escuchaba por primera vez los comentarios detallados de los asesores. El problema principal con el diseño radica en los pocos tratamientos (tres cereales, con y sin una asociación con *Vicia sativa*) y la falta de randomización en el croquis, que inválida un análisis estadístico. Se sugirió dividir todas las parcelas, realmente al azar, para aplicar el resto del fertilizante a solamente la mitad. De esta manera, por lo menos la comparación de los efectos del fertilizante tendrá validez.

#### Tiraque

La región ha sufrido mucho por la sequía y en parcelas sembradas en secano durante el mes de noviembre del año pasado, muchas plantas estaban recién germinando, debido a una lluvia que cayó hace una quincena. Por falta de humedad, plantas que nacieron inmediatamente después de la siembra o se han muerto o apenas se han sobrevivido, pero casi sin crecer nada. Los cultivos de papa con riego son más o menos bien hasta la fecha, pero se esta agotando el agua en los atajados. Si la zona no recibe lluvias apreciables muy pronto, todo el trabajo de esta temporada se va a echar a perder. Había la oportunidad de apreciar los problemas climatológicos en el campo y también de ver a primera mano, los diseños empleados en las dos tesis relacionadas con los forrajes (Silvio Nina y Melby Rodríguez).

28/1/98 CIFEMA

Durante la mayoría del día, se trabajó con Melby Rodríguez en la revisión de su perfil. Ella no estabadisponible para las discusiones del día lunes 26 de enero, por estar enferma. El trabajo actual no cuenta con tratamientos distintos porqué se ha sembrado una sola mezcla de semillas

de cuatro especies de gramíneas y tres especies de leguminosas, en tres bloques en cada uno de dos localidades. Fue necesario buscar la forma de dar rigor científico al trabajo y la manera más eficiente de realizar eso fue por poner énfasis en la dinámica poblacional de la mezcla. Eso será por medio de cuadratos fijos para el conteo de plantas, muestras al azar para rendimientos individuales de cada especie, y muestras al azar por rendimiento de pasto disponible (cortado a 5 cm).

29/1/98 SEFO y CIF, La Violeta

Se llevó a cabo una reunión en La Violeta con Gastón Sauma (gerente de SEFO), Franz Gutiérrez y Jorge Delgadillo (CIF) y Henk Waaijenberg (Proyecto de Rhizobiología) para conversar sobre dos temas: la posibilidad de arrancar un nuevo proyecto de manejo de praderas nativas en la provincia de Mizque; y la problemática de los estudios de tesis. Se acordaron que en la semana que viene (la primera semana de febrero), Henk viajará a la zona de las siembras para ver las dificultades en el campo. De allí, proveerá el asesoramiento necesario para sacar el mayor provecho de los dos proyectos de tesis con forrajes. El afirma que por el hecho de que los problemas no son culpa de los estudiantes, no deben sufrir ningún castigo en cuanto a las notas de las tesis debido a los malos diseños empleados.

Se revisó el perfil de tesis de Victor Copa (monitoreo de sistemas de alimentación) y él se reunió con el grupo para buscar la forma de mejorar su propuesta. Se sugirió cambios en los detalles de la redacción. El perfil debería especificar con más precisión el cómo, dónde y cuándo de las actividades a realizarse adentro de la tesis.

## **5 DESARROLLO DE EQUIPOS PARA EQUINOS**

Profesor Frank Inns estuvo dos semanas con el Proyecto con el objetivo de demostrar el efecto de ángulo de tiro sobre la fuerza de tiro de un implemento y la importancia del peso del implemento y el diseño del arnés.

Frank está preparando el informe completo del trabajo realizado durante su estancia en CIFEMA y no se incluye detalle de este DT4. En resumen él logró lo siguiente:

- Demostración de equipos y arnés para burros y caballos, tanto en CIFEMA como en Piusilla y Sarcobamba.
- Dos seminarios para explicar la teoría y la práctica del uso de implementos livianos con alto ángulo de tiro. El primer seminario fue con personal de CIFEMA y tesisitas, en el segundo asistieron 32 personas de diversas organizaciones de desarrollo rural.
- La construcción de prototipos de arados y mariposas con su armazón tanto para burros como para caballos.
- Asesoría en la modificación del arado reversible de CIFEMA. Se evaluó el efecto de una quilla y una reja puntada. Se concluyó que, con el incremento en penetración con la reja modificada, no era necesaria la quilla para mantener estabilidad.

A continuación se presenta la introducción y conclusiones del seminario:

### **INTRODUCCION**

Nuestra discusión de hoy, trata del empleo de animales en combinación con varios implementos para operaciones de labranza del suelo. Para un trabajo efectivo se precisa emplear un arnés

apropiado que conecta el (los) animal(es) y el implemento

A pesar de que se ha conducido mucha investigación en sistemas de arneses para animales, casi siempre se ha realizado de manera aislada sin tomar en cuenta las interacciones entre el animal y el implemento, y en consecuencia su adecuación fundamental a los animales e implementos involucrados. De modo semejante se han diseñado implementos de manera aislada y se ha dejado a la suerte si su uso es compatible con los varios sistemas de arneses que diferentes agricultores quieran emplear. El resultado ha sido, a menudo, implementos que el animal no puede jalar con comodidad durante una jornada de trabajo. La fuerza de tiro requerida puede ser demasiado alta. Además los implementos pueden resultar difíciles, o imposibles de ajustar correctamente con el resultado de que el operador tiene que ejercer demasiado esfuerzo para mantenerlos en trabajo.

En contraste, los arreglos del acople entre tractores y sus implementos han sido estudiados profundamente y en detalle con el resultado que el tractor y su implemento están capacitados para entregar su óptimo rendimiento. Estudios similares hechos recientemente para animales de trabajo y sus implementos han resultado en el concepto de un arnés de "alto levante" empleado en conjunto con implementos livianos lo cual ha sido evaluado en la práctica y será descrito a continuación.

## **CONCLUSION**

El arnés de alto levante empleado en conjunto con un implemento liviano provee la oportunidad de desarrollar sistemas de labranza eficientes, de bajo costo y cómodos para el operador, particularmente para operaciones con animales sencillos.

Los principios del sistema han sido aplicados al diseño de un arnés de correa de pecho, trabajando con un ángulo de tiro de  $30^\circ$ , y un arado liviano para un solo burro. Ha sido probado extensivamente en el campo en Escocia y Tanzania y también demostrado en aquellos países y en Kenya, Etiopía e Inglaterra, con buenos resultados. En Bolivia se ha realizado una evaluación corta por agricultores en Sarcobamba, Capinota en un suelo limoso húmedo de media/alta densidad. Se mostró su facilidad de ajuste y control con una excelente estabilidad en uso. Se usó el arado también con un caballo con un ángulo de tiro de aproximadamente  $27^\circ$  con resultados buenos similares. Se midió la fuerza de tiro con un dinamómetro que indicó una fuerza promedia de 38 kg (380 N). En la práctica se diseñaría un arado ligeramente más grande para uso con caballo.

Arneses con un ángulo de tiro de  $30^\circ$  son razonablemente fáciles de diseñar y dan buenos resultados (aproximadamente la mitad de la fuerza de tiro comparado con arneses tradicionales tirando a 200 N o menos). Se sugiere que éste ángulo podría ser estandarizado e implementos compatibles diseñados.

Actualmente CIFEMA está construyendo su propia versión de un arado y una surcadora para un solo burro para pruebas y evaluación en campo con el empleo de un arnés de  $30^\circ$ . Diseños de otros implementos para burros y caballos están bajo consideración.

El autor desea a CIFEMA mucho éxito en todo el rango de sus actividades.

## **6 INFORME VETERINARIO**

Consultorio de Paul de Roover:

Durante la visita tuvimos varias reuniones con el consultor Dr. Paul de Roover para discutir el borrador de su informe de consultoría 'Investigación en las necesidades para servicios de sanidad animal sostenibles para seis comunidades en los tres áreas del proyecto en el Este, Sur y Oeste de Cochabamba'. Se efectuaron algunas sugerencias para reforzar su contenido y simplificar su presentación. Estas sugerencias, más que todo, tratan de amplificar la información sobre los sistemas de servicios veterinarias que están implementando los ONGs ASAR y CIPCA. Estos servicios se manejan a base de una formación básica de algunas personas en las comunidades elegidas y el establecimiento de fondos rotativos para medicinas. Además, se sugirió ampliar la información sobre las propuestas de temas de tesis para estudiantes de veterinaria para incluirlas en el Proyecto. Se estima que el consultor va a entregar el nuevo borrador de su informe dentro de dos semanas. JD se encargará de pulir la versión final y hacerla llegar a todo el equipo del Proyecto.

## **7 PROYECTOS VETERINARIOS**

En una reunión (donde estuvieron presentes: EV; JD; PDR; BS; LZ) se discutió la colaboración entre la Facultad Veterinaria de la UMSS y el Proyecto. A continuación se presentan los apuntes de la reunión:

Existen 4 egresados interesados en realizar tesis de grado

Disponibilidad de tiempo para ir al campo. Ultimo semestre empieza en agosto de 1998, pero pueden empezar casi inmediatamente. Preparación de perfiles tardará hasta marzo. PDR está dispuesto ayudar en la preparación de perfiles y trabajos de campo iniciales. PDR sale 15/2 a 15/3 y definitivamente en junio.

Tesistas saldrán a campo con CIFEMA. Pueden escoger temas entre las posibilidades identificadas por PDR en su informe.

Definición de temas en febrero (a partir del día 9). Identificación de temas, pulimento con PDR en marzo, y trabajo en marcha para abril.

Preparación de presupuestos, los tesistas pondrán su parte. PTA colaborará más que nada con el transporte. No necesitan beca, pero si tenemos que ayudar con análisis de laboratorio y alojamiento. Egresarán con la tesis hecha. Pero las tesis serán rendimientos del Proyecto de TA.

Selección participativa de temas, con los comunarios. Discusión libre con el empleo de la lista de PDR como guía.

Tendremos más egresados para 1999.

Relaciones con compañías veterinarias para pedir medicinas etc. Agroimport Columbia entre otras han ayudado en el pasado con medicinas (anti-parásitos). LIDIVECO, Quillacollo, será el laboratorio a usar, cooperativo entre estado y productores, dispuestos a ayudarles a tesistas con precios más bajos (de costo).

Carrera de Veterinaria y Zootecnia Teléfono: 60106

## 8 EMPLEO DEL ERGÓMETRO

Durante la visita organizamos dos conferencias y dos pruebas de campo sobre el uso del ergómetro. El ergómetro consiste de tres partes: un odómetro, un dinamómetro y una unidad de integración electrónica. Con el ergómetro se pueden hacer observaciones de distancia de avance (m), trabajo hecho (J), tiempo de trabajo recorrido (s), fuerza y velocidad en animales de trabajo durante su utilización en el campo. La primera conferencia se trató de una explicación de todas las funciones del ergómetro y la forma de utilización en el campo. Luego hicimos unas pruebas en el campo para explicar su uso y para mostrar como conectar las diferentes partes entre animal e implemento. La segunda conferencia se trató de una explicación de los cálculos y unidades de fuerza (N), Watts (vatios) (J/s), velocidad (m/s), trabajo hecho (J). Para facilitar el uso del ergómetro se escribió un resumen de su uso en el campo.

Antes de salir al campo: asegurar que las baterías estén cargadas y que todos las otras partes del ergómetro funcionen (odómetro y dinamómetro).

En el campo:

Conectar el odómetro (la rueda) al implemento usando fajas de caucho de llantas gastadas.

Conectar el dinamómetro entre el arnés e implemento (es muy importante asegurar que toda la fuerza desarrollada pase por el dinamómetro).

Conectar los cables del odómetro y dinamómetro con la unidad de integración electrónico (como se indica en el dibujo).

Asegurar los cables usando el mismo sistema de fajas de caucho de llantas gastadas

Prender la unidad de integración electrónica y ponerla en MODO 1. Asegurar que no hay ninguna fuerza sobre el dinamómetro. Empujar el botón 'activar cero' y al mismo tiempo ajusta el cero utilizando un destornillador hasta que el indicador este en el centro.

Levanta la rueda y girarla por algunas vueltas para asegurar que las ventanas de distancia (ventana 2) y tiempo de trabajo (ventana 3) estén funcionando. Cambia al MODO 2 y aplica alguna fuerza sobre el dinamómetro, gira la llanta y asegurar que la ventana de trabajo hecho esté funcionando (ventana 1).

Si todo esta bien empujar el botón para poner en cero las ventanas y seleccionar el MODO que quiere utilizar.

En los diferentes MODOS se pueden obtener los siguientes datos:

MODO 1 (de izquierda a derecha si esta al frente de la unidad de integración electrónica)

Ventana 1: Trabajo hecho (kJ)

Ventana 2: Distancia de avance (m)

Ventana 3: Tiempo de trabajo recorrido (s)



$$\text{kJ} = 1000 \text{ J} = 1000 \text{ Nm}$$

$$\text{Fuerza de tiro} = 1000 \text{ Nm} \div (1000 \text{ x m}) \text{ N}$$

$$W = \text{J/s} = \text{Nm/s}$$

$$\text{kW} = \text{kJ/s}$$

$$\text{Velocidad} = \text{m/s}$$

**MODO 2:**

Ventana 1: Trabajo hecho (cada unidad = 10 J)

Ventana 2: Distancia de avance (m)

Ventana 3: Tiempo de trabajo recorrido (s)

**N.B.** Solo utilice MODO 2 para observaciones cortas o trabajos livianos.

**MODO 4:**

En este modo cada 4 metros se cambian los datos sobre ventana 1 y ventana 2. Ventana 3 no sirve en MODO 4.

Ventana 1: Fuerza (N)

Ventana 2: Velocidad (mili-segundos/m)

Los datos cambian cada 4 m, ventana 1 indica la fuerza promedio desarrollada sobre esta distancia. Da tiempo anotar las fuerzas.

$$\text{Velocidad} = \text{m} \times 1000 \div \text{mili-segundos, m/s}$$

## 9 PROGRAMA FUTURO

Actividad	Responsable	Fecha
<b>DIFUSION</b>		
Preparar y publicar un tríptico del Proyecto. Enviar borrador a BS primera semana de febrero.	LZ/JV/PG	Fines de febrero
Preparar artículo para Agricultural Systems	JD/BGS/LZ	Marzo 1998
Preparar un borrador artículo sobre sanidad animal	JD/PDR	Marzo 1998
Preparar artículo sobre equipos livianos para equinos	BGS/FI/LZ/JD	Julio 1998
Pulir informe de PDR y distribuirlo al equipo y ONGs	JD/LZ	Marzo
Preparar informe de visita de equipos livianos y traducirlo	FI/BS	Febrero
<b>INVESTIGACION</b>		
<b>Juan Carlos</b>		
Determinación de rendimiento de equipos de labranza	JCC	Marzo 1998
Análisis de papa	JCC	Abril 1998
<b>Silvio</b>		
Barreras vivas de falaris; etiqueta en cada parcela	SNC	Inmediatamente
Evaluaciones de los cereales	SNC	Febrero en adelante
<b>Melby</b>		
Cercar parcelas	MR	Febrero 1998
Evaluaciones de praderas	MR	Febrero en adelante
Establecer barreras vivas en Piusilla y donde sea necesario en coordinación con los dueños	MR	Inmediatamente
<b>Victor</b>		
Revisar perfil, seleccionar sus 8 familias. Incluirla a Danni como asesor. JD la enviará el perfil	VC/JD	Febrero
<b>Patricia</b>		
Realizar pruebas de taller y campo	PT	Febrero en adelante
<b>Julio César</b>		
Terminar equipos nuevos y pruebas de arneses	PT/PG	Febrero
Pruebas de campo	PT	Marzo
<b>Nuevos tesistas veterinarios</b>		
Salir al campo con los 4 para priorizar y seleccionar temas	LZ/EV	Febrero
Preparar perfiles e iniciar trabajo. Incluir a JD como asesor	Tesistas	Marzo
<b>EQUIPOS</b>		
Balanza. Traer otra mitad de balanza de animales y construir plataforma.	BS	Abril
Comprar balanza de 0-50 kg	JZ	Inmediatamente
Comprar GPS	BS	Febrero
Libros de estadística	JV	Febrero
Paquete estadístico para computadora. Investigar paquete adecuado	JD	Febrero
Enviar libros de FAO sobre veterinaria, etc	JD	Febrero
<b>COMUNICACION</b>		
Preparar un informe semanal para BS y JD y enviar por e.mail	LZ/JV	Semanalmente
Traducir manual de ergómetro	BS	Abril

## ANEXO 1 ITINERARIO

### Enero 1998

Vie 9

Sab 10 BGS y FI RU-Cbba. Reunión corta con Leonardo para ver equipos y programar trabajo.

Dom 11 Programación de visita.

Lun 12 Reunión con LZ; JV; BS; FI; JD; Porfirio Gamez; Julio César Antezana; Edgar Catari. Requerimientos de implementos:

#### Piusilla, Capinota

1. Implementos múltiples (arado; surcadora; aporcadora; cultivadora)
2. Piusilla. Equipos para equinos (caballos y burros)
3. Equipos livianos. Se transporta el arado de palo en 2 piezas, 6-9 kg total. Repuestos. Construcción sencilla (pasadores y no pernos). Costo bajo.
4. Híbrido con equipos de CIFEMA. Incorporar madera? Demasiado flexible? Es necesario el arado de vertedera, mejor cinceles?

Problema de escasez de forraje que tiende a reducir el número de yuntas y aumentar el número de equinos. Diversificación es importante, en lugar de emplear equinos para prácticas actuales. Existen consideraciones culturales, emplear la yunta para aradura tradicional y equinos para reemplazar trabajo manual.

Mar 13 Trabajo en campo con arados para equinos (ver informe de FI). Sesión teórica por FI sobre el arado para burros y el efecto del ángulo de tiro y el ajuste. Preparación para el seminario.

Reunión con JM, LZ, JV, FI, JD, BS para discutir avances de los tesis y programa para FI.

Nuevas tesis:

- i) Victor Copa. Nutrición de animales de tracción. Costumbres alimenticias en cada zona. Alimentar con forraje de Silvio?
- ii) Silvio Nina. Alimentación (lo que era de Julio César). 6 parcelas establecidas (3 en Piusilla; 3 en Tiraque) Borrador disponible.
- iii) Melby Rodríguez. Establecimiento de praderas con pastos mejorados. 7 spp de pastos mezclados con 3 leguminosas. 3 parcelas en Tiraque y 3 en Piusilla.
- iv) Julio César. Diversificación de AT. Ha hecho prácticas con caballo, burro, mula. Arneses. Implementos.

Mie 14 Capinota. Sarcobamba demostración de arados con burro y caballo. Demostración de surcadora de arado de palo con burro y tirantes flexibles de madera. FI reportará los resultados. Observaciones de los agricultores:

- i) Mancera más vertical (ajustable en prototipo).
- ii) Agregar una surcadora al equipo.

- iii) Tirantes demasiado flexibles. Hacer una versión de madera como el arado de palo adaptado para surcar con burros.
  - iv) Peso no es nada. Está bien.
  - v) Reja es delgada que ayuda la penetración en comparación con el arado de montaña.
  - vi) Hace falta un arado más grande para caballos.
- En cuanto a su arado de palo modificado para burros dijeron:
- i) Requiere alta fuerza de tiro.
  - ii) El suelo se acumula, entonces quieren aletas de fierro en lugar de las ramas empleadas para abrir el surco.
  - iii) Costo es Bs30.

**Jue 15** Piusilla. Revisión de las parcelas de pastoreo mejorado (6 pastos y 3 leguminosas; cebada, trigo y triticale con y sin *Vicia*).  
 Pastos: Festuca; Bromus; Lolium; Eragrostis...  
 Leguminosas: trébol blanco y rojo; Vicia.  
 Labranza en papa. Arado reversible; arado de palo; coutier. Camellones hecho a mano!! Papa sembrada, deshierbada y fumigada contra Phytopthera.

**Puntos:**

Proteger parcelas de pastos y cereales con barreras vivas de Phalaris.  
 Delimitar sub-parcelas con estacas y etiquetas.

Parcela de la escuela con zanjas al contorno y Phalaris

Demostración con mujeres (hombres en Morochata defendiendo su alcalde) del arado para burros.

**Vie 16** Definición de programa de trabajo para FI. Entrevistas con tesistas.

**Sab 17** Preparación de seminario de FI

**Dom 18** Recopilación de datos, preparación de DT4

**Lun 19** Discusión con LZ, Porfirio, Edgar de arado pequeño y grande, mariposa, arnés.

**Tesis**

Silvio Nina Martínez. Rendimiento de 3 spp forrajeras, avena, cebada, triticale en siembra pura y asociada para mejorar la alimentación de animales de tracción.

**Mar 20** Seminario de tracción animal y demostración en campo (32 asistentes). Discusión de modificaciones del arnés de equinos para su fabricación local.

**Mie 21** Diseño de mariposa. Modificación y pruebas en campo de arado reversible. Quilla y punto más afilado. Termina fabricación del arado pequeño.

**Jue 22** Termina fabricación de mariposa.  
 Reunión con JLT.

- Vie 23 Evaluación en terreno de CIFEMA del arado para caballo, arado par a burro, mariposa.  
Reunión técnica y almuerzo de despedida.
- Sab 24 Salida de FI. Revisión de perfiles e informes de avance.
- Dom 25 Revisión de perfiles, almuerzo con Bastiaan Tammes (Proyecto Laderas).
- Lun 26 Llegada de Robert Paterson. Llegada de Tim Wheeler y Annabel (Proyecto Laderas). Revisión de parcelas de leguminosas con TW, discusión de laderas cc programa. Discusión de perfiles con tesistas. Cena con Patrick Wall, Cimmyt (cero labranza).
- Mar 27 Tiraque. Visita a parcelas de praderas mejoradas, cereales con Vicia, y carretas en Boqueron Kasa y Kolque Joya. Visita a Campo Experimental de IBTA en Tarata para conocer las sembradoras brasileñas de cero labranza y las parcelas de siembra de cereales con cero labranza y cobertura de paja. Cena con Tim Wheeler y Annabel Southgate.
- Mie 28 Cifema. Ergómetro: pruebas en campo.
- Jue 29 Reunión con Elfy Vaca sobre tesistas para investigación veterinaria.  
Sesión técnica sobre el uso del ergómetro.
- Vie 30 Visita de Geoffrey Gilman a Proyecto TA y Laderas. Reuniones con JLT y Wilfredo Garvizu para discutir proyecto de difusión. Visita a ETSA (Nelson Rodríguez, Director). Cena con GG.
- Sab 31 Preparación de documentos para DT4. JD sale.
- Febrero 1998**
- Dom 1 Preparación de DT4.
- Lun 2 BGS sale.

## **ANEXO 2 PERFILES**

### **1 Perfiles de las nuevas tesis**

En el transcurso de la visita se llevaron a cabo numerosas entrevistas con los tesisitas para revisar sus perfiles y tesis y modificarlas para que contribuyan a los rendimientos esperados del Proyecto. Este último es un punto muy importante dado que el Proyecto de TA ya tiene sus rendimientos y actividades bien identificados y no será posible modificarlos según los deseos de los tesisitas.

A continuación se incluyen algunos apuntes de las reuniones y visitas a campo como una indicación de las modificaciones acordadas y sugeridas. Los resultados de las discusiones se incluyen en detalle en los nuevos perfiles (Anexo 4).

#### **1.1 Julio César Antezana C.**

##### *Diversificación del empleo de animales de trabajo en la labranza del suelo*

i) Trabajo en CIFEMA sobre pista (tanto con caballos como burros):

Collar  
Pechera nueva  
Pechera rústica

Seguir metodología de la tesis de Céspedes.

ii) Sistemas (tanto con caballos como burros):

- Sistema actual (surcadora para un solo animal)
- Surcadora nueva + pechera mejorada
- Arado + pechera mejorada
- Yunta + arado de palo

Un total de 7 tratamientos.

Comparar surcadoras con surcadoras (4 tratamientos) y arados con arados (3 tratamientos).

iii) Tres tipos de evaluación: técnica; económica; participativa.

##### **Evaluación técnica**

Para la evaluación de implementos de labranza, revisar Boletín 110 de la FAO.

Detallar procedimientos para arados y surcadoras.

Textura; humedad; densidad aparente; resistencia al penetrómetro; cobertura vegetal; cultivo anterior.

Profundidad; ancho; cobertura residual (inversión); terrones, micro-relieve; fuerza de tracción y ángulo; velocidad de avance; tiempo/ha; eficiencia de campo.

Estabilidad; comodidad; facilidad de operación.

Parcelas de prueba de 40 m x 50 m aprox

Repeticiones en las distintas comunidades.

Pruebas con arados en un solo día en cada comunidad.

### **Evaluación económica**

Revisar Boletín 110. Preparar una metodología.

### **Evaluación participativa**

Evaluación abierta y evaluación absoluta

### **Puntos de acción**

- 2 Preparar nuevo perfil
- 2 Consultar con Edson Gandarrillas (PROINPA) sobre evaluación participativa.

## **1.2 Silvio Nina Martínez**

*Rendimiento de tres especies forrajeras: avena, cebada y triticale en siembra pura y asociada para mejorar la alimentación de animales de trabajo*

### **Objetivos**

General: Incrementar la disponibilidad de forraje para mejorar la alimentación de animales de trabajo a través de la producción de forrajes.

#### **Específicos:**

- i) Determinar los niveles de rendimiento y calidad nutritiva de avena, cebada y triticale en cultivo puro y asociado con *Vicia sativa*.
- ii) Estimar la superficie mínima de terreno que debe destinarse para la producción de forraje suplementario para cumplir los requerimientos de alimentación de la yunta de bueyes. (Se repetirá el experimento durante la vida del Proyecto para mejorar la calidad de la estimación).
- iii) Diseñar sistemas de manejo de forraje para optimizar su uso.
- iv) Análisis económico.

### **Materiales y métodos**

Material vegetal: Gramíneas: Avena var. Aguila; Cebada var IBTA 80; Triticale var Renacer. Leguminosa: *Vicia sativa*.

#### **Metodología:**

Aradura de suelo (arado combinado)  
Rastra de púa  
Estaqueado  
Siembra

Densidades: Avena 80 kg/ha pura, 70 kg/ha asociada; Cebada 100 kg/ha pura, 80 kg/ha asociada; Triticale 100 kg/ha puro, 80 kg/ha asociado; *Vicia* 25 kg/ha.

Fertilizante:

18-46-00 con siembra completado en el estado de macollaje con urea hasta 40-40-00.

Diseño: bloques al azar con arreglo en parcelas divididas.

Avena	100 m <sup>2</sup> pura	100 m <sup>2</sup> asociada
Cebada	"	"
Triticale	"	"

**Tiraque:** Tres repeticiones (2 en Kolque Joya; 1 en Boquerón Casa). 6 tratamientos.

**Piusilla** 3 repeticiones; 6 tratamientos.

**Fuentes de variación**

**Grados de libertad**

Bloques	2
Especies	2
Error (Bxspp)	4
Cultivo (puro y asociado)	1
Cultivo x spp	2
Error (interacción)	6
Total	17

Mediciones:

días hasta:

Macollaje; encañamiento; comienzo de floración; estado de leche; estado en que coseche el agricultor. Muestras de 1 m<sup>2</sup>, 3 muestras/tratamiento (5 veces)/año al azar.

Conteo de plantas. Materia verde y seca. Observar el rebrote en los lugares cortados (marcar los sitios con una estaca).

Análisis de tejidos:

Proteína cruda

Fibra cruda

Extracto no nitrogenado

Cenizas

Biomasa verde/seca

Práctica de los agricultores

**Puntos:**

- i) Análisis físico y químico de suelos. Algunas muestras tomadas. Ningún resultado todavía.
- ii) Tratamientos deberían haber incluido *Vicia* pura. O sea 7 tratamientos (Av, Trit, Ceb, pura y asociada más *Vicia* pura).



- iii) No aplicar urea en las parcelas asociadas?? Dividir todas las sub-parcelas en dos y aplicar la urea en la mitad, al azar. Para ver el aporte de N de la *Vicia*.
- iv) Semilla de *Vicia* no fue inoculada.
- v) Arrancar algunas plantas de *Vicia* para observar nodulación.
- vi) Marco de muestreo de 50 cm<sup>2</sup> (71 cm x 71 cm)
- vii) Fuentes de Variabilidad GL

Bloques (b-1)	2
Especies (s-1)	2
Error(a) (b-1)(s-1)	4
Cultivos (c-1)	1
Interacción (c x s) (c-1)(s-1)	2
Error(b) (c-1)(b-1)	6
N (n-1)	1
N x s (n-1) (s-1)	2
N x c (n-1)(c-1)	1
N x c x s (n-1)(s-1)(c-1)	2
Error(c) (n-1)(b-1)s x c	12
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>
- viii) Análisis de tejidos. Será necesaria reducir:
  - 36 parcelas => 12 sumando las 3 muestras
  - 2 sitios
  - 5 muestras/año => 3
  - 1.5 spp
  - 5 análisis => 2
  - Total de 216 muestras

### 1.3 Victor Copa C.

*Diagnóstico de sistemas de alimentación existente en animales de trabajo en las comunidades de Sarcobamba y Boquerón K'asa*

#### Justificación

- i) Sistemas existentes de alimentación por estación (cantidad y calidad).
- ii) Energía gastada en trabajo realizado por estación.
- iii) Requerimientos nutritivos de AT.
- iv) Calidad y cantidad de alimentación ofrecida. Diferencias entre oferta y demanda estacional para identificar déficits.

En las comunidades el problema más grande manifestado por los comunarios en el manejo de los AT es la escasez de forraje.

Análisis fisiológico (balance energético / alimenticio durante el año). Graficar disponibilidad de alimentos y requerimientos para M y trabajo durante los meses del año; para identificar períodos

de déficit. Al mismo tiempo un análisis económico para estimar el costo de rellenar vacíos.

Recordar que pérdida de peso en una estación que será recuperado en épocas de abundancia no representa ningún problema para los animales.

#### **1.4 Apuntes de RP**

Revisión de dos perfiles de tesis, uno por Silvio Nina (Avena, triticale y cebada con y sin *Vicia sativa*) y el otro por Melby Rodríguez (Establecimiento de praderas mejoradas). Los dos tenían poco que ver con los bosquejos de tesis dejados con CIFEMA por los consultores en la última visita al proyecto (DT2). Tenían muchas fallas al nivel estadístico y por más que ya están sembrados y es imposible mejorar el diseño de los experimentos en éste momento, tienen que ser modificadas en la medida posible tanto para producir resultados de importancia para el Proyecto como para asegurar su validez científico.

Reuniones con dos estudiantes para discutir el progreso en la preparación de los perfiles de tesis. Julio César Antezana (Métodos de mecanización) no había avanzado mucho desde su última reunión de la semana pasada. Ya falta algo para llegar a un estado aceptable. El otro estudiante (Silvio Nina) escuchaba por primera vez los comentarios detallados de los asesores. El problema principal con el diseño radica en los pocos tratamientos (tres cereales, con y sin una asociación con *Vicia sativa*) y la falta de randomización en el croquis, que inválida un análisis estadístico. Se sugirió dividir todas las parcelas, realmente al azar, para aplicar el resto del fertilizante a solamente la mitad. De esta manera, por lo menos la comparación de los efectos del fertilizante tendrá validez.

#### **Tiraque**

La región ha sufrido mucho por la sequía y en parcelas sembradas en secano durante el mes de noviembre del año pasado, muchas plantas estaban recién germinando, debido a una lluvia que cayó hace una quincena. Por falta de humedad, plantas que nacieron inmediatamente después de la siembra o se han muerto o apenas se han sobrevivido, pero casi sin crecer nada. Los cultivos de papa con riego son más o menos bien hasta la fecha, pero se está agotando el agua en los atajados. Si la zona no recibe lluvias apreciables muy pronto, todo el trabajo de esta temporada se va a echar a perder. Había la oportunidad de apreciar los problemas climatológicos en el campo y también de ver a primera mano, los diseños empleados en las dos tesis relacionadas con los forrajes (Silvio Nina y Melby Rodríguez).

#### **28/1/98 CIFEMA**

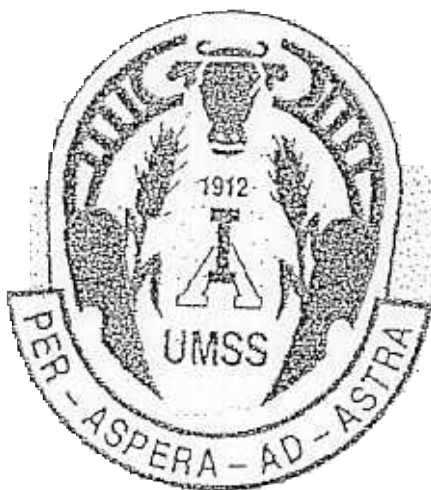
Durante la mayoría del día, se trabajó con Melby Rodríguez en la revisión de su perfil. Ella no estaba disponible para las discusiones del día lunes 26 de enero, por estar enferma. El trabajo actual no cuenta con tratamientos distintos porque se ha sembrado una sola mezcla de semillas de cuatro especies de gramíneas y tres especies de leguminosas, en tres bloques en cada uno de dos localidades. Fue necesario buscar la forma de dar rigor científico al trabajo y la manera más eficiente de realizar eso fue por poner énfasis en la dinámica poblacional de la mezcla. Eso será por medio de cuadrados fijos para el conteo de plantas, muestras al azar para rendimientos individuales de cada especie, y muestras al azar por rendimiento de pasto disponible (cortado a 5 cm).

29/1/98 SEFO y CIF, La Violeta

Se llevó a cabo una reunión en La Violeta con Gastón Sauma (gerente de SEFO), Franz Gutiérrez y Jorge Delgadillo (CIF) y Henk Waaijberg (Proyecto de Rhizobiología) para conversar sobre dos temas: la posibilidad de arrancar un nuevo proyecto de manejo de praderas nativas en la provincia de Mizque; y la problemática de los estudios de tesis. Se acordaron que en la semana que viene (la primera semana de febrero), Henk viajará a la zona de las siembras para ver las dificultades en el campo. De allí, proveerá el asesoramiento necesario para sacar el mayor provecho de los dos proyectos de tesis con forrajes. El afirma que por el hecho de que los problemas no son culpa de los estudiantes, no deben sufrir ningún castigo en cuanto a las notas de las tesis debido a los malos diseños empleados.

Se revisó el perfil de tesis de Victor Copa (monitoreo de sistemas de alimentación) y el se reunió con el grupo para buscar la forma de mejorar su propuesta. Se sugirió cambios en los detalles de la redacción. El perfil debería especificar con más precisión el cómo, dónde y cuándo de las actividades a realizarse adentro de la tesis.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS,  
FORESTALES Y VETERINARIAS  
"DR. MARTÍN CÁRDENAS"



"CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA CARRETA PARA YUNTA DE  
BUEYES"

PERFIL DE TESIS PARA OPTAR  
TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO

Egr. Agr. Patricia Lisbet Torrejón Sanchez

COCHABAMBA - BOLIVIA  
1997

## PERFIL DE PROYECTO DE TESIS

### I.- TITULO

“CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA CARRETA PARA YUNTA DE BUEYES”

### II.- RESPONSABLE

Egr. Patricia Lisbet Torrejón Sánchez

### III. ASESORES.

Ing. Jaime Mendoza.

Ing. M.Sc. Leonardo Zambrana.

Ing. M.Sc. Jorge Velasco.

Ing. M.Sc. Brian Sims

### IV.- COLABORADORES

- CENTRO DE INVESTIGACIÓN, FORMACIÓN Y EXTENSIÓN EN MECANIZACIÓN AGRÍCOLA (CIFEMA).
- FAO - FERTISUELOS.
- SILSOE RE<sup>A</sup>SEARCH INSTITUTE (SR).
- F.A.O. - División de Producción y Sanidad Animal

### V.- JUSTIFICACIÓN

El transporte de productos e insumos en una propiedad agrícola de laderas, que va de la vivienda al terreno y viceversa, es una tarea obligada, la cual en nuestro medio se realiza en condiciones muy particulares, generalmente la fuerza humana (carguío) y animales de carga

(burros, mulas y caballos) son empleados para dicho trabajo. El rendimiento en ambos casos es limitado y deficiente en función del tiempo que toma y los pequeños volúmenes transportados, lo que repercute en los costos totales de producción y en la oportunidad del trabajo

En los valles interandinos de Bolivia, especialmente en zonas de laderas, la tracción animal constituye la principal fuente de energía para la agricultura y las labores de preparación de suelo, donde no existe mejor opción que la yunta de bueyes. La tracción por caballos, mulas y burros, prácticamente es desconocido

La tracción animal a pesar de las ventajas de su disponibilidad es altamente subutilizada en los períodos fuera de la estación de siembra por lo que la diversificación de su utilización en otras labores agrícolas como transporte, representarán para los agricultores un mejor uso de los recursos con el mismo costo.

El Diagnostico Rural Participativo (DRP), efectuado en las comunidades de Kolque k'hoya (Tiraque), Boquerón K'asa (Tiraque), Sarcobamba (Capinota), Sarco K'ucho (Capinota), San Isidro (Morochata) y Piusilla (Morochata), del departamento de Cochabamba (DRP, 1996) ha confirmado que la fuerza humana y la tracción animal constituyen las fuentes de energía más importantes para el transporte de productos e insumos agrícolas y se ha ratificado la necesidad de contar con mejor tecnología a objeto de diversificar el uso de los animales y humanizar el trabajo del hombre

Debido al fraccionamiento cada vez mayor de la propiedad rural, la cual ya no tiene la capacidad de producir forraje en cantidad suficiente para el mantenimiento de dichos animales, el transporte dentro de la propiedad agrícola se a hecho más problemático, quedando como opción insalvable el transporte humano, lo cual es una tarea muy onerosa. Sin embargo casi todas las propiedades pequeñas de las áreas de laderas conservan su yunta de bueyes para el trabajo de preparación del terreno y siembra. Estos animales bien pueden ser utilizados en el transporte si dispusieran de una carreta apropiada.

En la actualidad por los resultados del DRP, 1996; existe la necesidad de que los agricultores cuenten con medios de transporte adecuados a las condiciones socio- económicas y culturales acordes a su realidad tomando en cuenta los sistemas de trabajo y la producción agrícola.

## VI.- OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Proporcionar un modelo de carreta para tracción animal en los sistemas agropecuarios de ladera de la zona interandina de Cochabamba.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Adecuar y construir una carreta para tracción animal ( yunta de bueyes) para las condiciones socio - económicas y técnicas de la zona interandina de Cochabamba.

- Determinar las características técnicas del prototipo de carreta ( capacidad de carga, estabilidad, esfuerzo de tracción requerida y otros).

Evaluación del prototipo de carreta, en campo, en forma participativa con los comunarios de la zona.

- Comparar económicamente los sistemas de transporte tradicionales y el sistema de transporte con carreta.

## VII.- HIPÓTESIS

No existen diferencias en la eficiencia del transporte de carga entre el sistema mejorado de carreta a tracción animal (yunta de bueyes) y el sistema tradicional a lomo de bestia y a lomo humano.

## VIII. MARCO TEÓRICO

Según Antonio Villarroel comunario de la localidad de Querón Kasa (DRP 99) en la zona de Cacha am se utiliza el caballo como medio de transporte personal y para la carga hoy en día siguen utilizando el caballo para el transporte de los productos de la vivienda los terrenos y la vivienda los terrenos son: semillas, los otros insumos agrícolas, de estos se transporta hacia los caminos principales el espacio al mercado la vivienda para conservación. Por otra parte las personas utilizan el transporte por caballo para efectuar compras en el pueblo visitar los comunarios vecinos.

b. Preparación de suelo y siembra se realiza generalmente con bueyes así como los animales de transporte y agricultura son utilizados en las tareas de trilla de cereales (DRP 96).

En las localidades de Kolque Koy que se encuentran al Noroeste de Cochabamba se utilizan los animales: los caballos, burros, mientras que la preparación de suelo y siembra se realiza sola con bueyes (DRP 96). En estas comunidades además de estos medios de transporte se utilizan los animales para el transporte de los productos agrícolas.

Existen muchas comunidades que no gozan de caminos de acceso para el transporte donde el uso animal es el único medio de transporte y cubren las distancias mayores, siendo necesaria en los casos de modernización del transporte por carretera.

Cualquiera la situación de la propiedad rural disponer de animales para la carga tirados para las labores agrícolas hay periodos largos de utilización de estos recursos en forma completa, repercute en la producción en los animales. La introducción de la energía para el transporte utilizando esta energía desperdiciada constituye un desafío.



mayor eficiencia en las labores, un ahorro en los costos y mayor dinámica del desarrollo rural. Por tanto la carreta es un sistema de transporte que ofrece al campesino la diversificación del uso de sus animales de tiro y mayor eficiencia en las tareas tan onerosas de transporte de carga (DRP, 1996)

La edad de compra y el número de animales que tiene cada familia de la comunidad de Kolque K'hoya se detalla en el cuadro # 1. De la misma forma se presenta en la comunidad de Boquerón K'asa.

CUADRO # 1. TIPO, EDAD, CANTIDAD Y FERIA DE COMPRA DEL GANADO

TIPO	FERIA DE COMPRA	CADA CUANTO COMPRA	EDAD DE COMPRA	NUMERO POR FAMILIA	CANTIDAD TOTAL
BUEYES	Punata	2 a 3 años	2 años	2	150
VACAS	Punata	6 a 8 años	2 años	1	45
CABALLOS	Punata	Hasta su muerte	1 año	1	10
BURROS	Punata	Hasta su muerte	1 año	1	80

Fuente: DRP, 1996.

En Boqueron K'asa el número de animales que tiene cada familia es de 2 bueyes, 1 a 2 burros, y un 10% de la población tiene caballos.

El dicho "la agricultura es una industria de transporte contra su voluntad", no está completamente injustificada; en una explotación agrícola según la intensidad, se transportan de 200 a 350 Qm/ha. anualmente a distancias muy variables y por caminos que suelen ser muy defectuosos e incluso en el propio terreno de labor. Estos transportes se acumulan estacionalmente en las pocas semanas en que hay que acarrear la cosecha y se ha de llevar el estiércol a las parcelas. (Max - Eyth, 1976).

Es por eso que las carretas monoeyes a tracción animal son instrumentos indispensables que se las puede construir para llevar cargas de 500 kg y hasta 1000 kg. La producción agrícola hace que sea una necesidad el uso de un instrumento esencial que aliviana el esfuerzo humano, que mejore la ejecución del transporte y que se diversifique el uso de los animales de tracción (FAO UPV/17/DEM).

La tracción animal representa un avance considerable en la agricultura. En muchos países en vías de desarrollo, la tracción animal con yunta de bueyes se ha mantenido hasta nuestros días pero en los países hoy industrializados, el trabajo con animales de tiro se intensificó mediante el uso de una gran variedad de máquinas e implementos, para realizar diferentes trabajos en la producción agropecuaria (HERRANDINA, 1993).

## X.- MATERIALES.-

### Ubicación del ensayo y descripción

El presente ensayo se desarrollará en las comunidades de Kolque K'hoya, Boquerón K'asa y Tiraque plano.

La comunidad de Kolque K'hoya se encuentra al Nordeste de Tiraque, una distancia de 4 a 6 km.; y la población de Tiraque está a una distancia de 72 km. sobre el margen izquierdo de la carretera antigua de Cochabamba a Santa Cruz, y tiene un camino de acceso que comunica a las poblaciones de Tiraque, Cochimita y Sankayani

La micro región de Kolque K'hoya tiene una altura de 3580 m.s.n.m., la ubicación geográfica es de 17° 25' de latitud sur y 65° 40' longitud Oeste.

La comunidad tiene una temperatura promedio de 11°C y una precipitación promedio anual de 531 mm., esta zona se caracteriza por tener una topografía accidentada.

Por otra parte la comunidad de Boquerón K'asa se encuentra al Sudeste de la población de Tiraque a la derecha de la carretera antigua Cochabamba Santa Cruz, en el kilometro 76, se ubica geográficamente a una altura de 3580 m.s.m.m. y a 17° 30' latitud sur y 65° 40' longitud oeste. La temperatura promedio es de 11°C, la precipitación promedio es de 531 mm. anual.

Posee un camino de acceso que cruza toda la comunidad comunicando con la población de Vacas además de comunicarse con otro caminos provisionales de acceso a las comunidades vecinas

Por otra parte la localidad de Tiraque Plano se encuentra situada geográficamente a 17°35' de latitud Sud y 65°35' de longitud Oeste, ubicada a una altura de 3400 m.s.n.m. Presente una topografía bastante irregular con terrenos planos ondulados y quebrados donde la pendiente media varía en 2,5%. La temperatura promedio es de 11°C y una precipitación media anual de 459 mm.

#### Materiales de campo:

Animales de tiro (bueyes): Se determinará el peso de cada animal de acuerdo a las medidas zoométricas utilizando la fórmula dad por Ross, 1958

$$\text{Peso vivo} = \frac{G^2 * L}{300}$$

*Me! Balanza*

Donde:

G = La circunferencia torácica alrededor del corazón (pulgadas).

L = El largo del cuerpo entre la cruz al rabo o a la raíz de la cola (pulgadas).

Dinamógrafo.

- Cámara fotográfica.
- Cronómetro.
- Cinta métrica.

- Troncos, piedras con diámetros de 20 cm. o mayor para simular obstáculos.
- Eclímetro para determinar la pendiente del camino.

**Materiales de escritorio:**

- Computadora.
- Papel.
- Papel cebolla.
- Libreta de campo.

**IX.- METODOLOGÍA**

**A. Descripción del diseño y construcción de la carreta.**

En base a un modelo estándar existente de carreta, se harán las modificaciones a su diseño, considerando sus características técnicas en cuanto: a materiales, puntaeje, carrocería, sistema de enganche, freno, timón, capacidad de carga, etc., las mismas que deben estar en concordancia de las exigencias de la zona interandina.

Además ésta carreta proyectada para la zona interandina de Cochabamba será un vehículo monoeje, de dos ruedas con llantas de goma y freno de pie. El enganche estará conectado a un timón para su acople al yugo de una yunta de bueyes.

El nuevo diseño obtenido se construirá en los talleres de CIFEMA logrando que su costo sea mínimo y con materiales de fácil consecución.

**B. Procedimiento de prueba para la determinación y modificación técnica de la carreta en laboratorio (CIFEMA).**

Las pruebas del prototipo se realizarán en base al boletín 110 de la FAO:

- Masa sin carga:

Masa de carga de la carreta vacía en kg.

Masa cargada, peso y carga nominal:

Se tomará en cuenta el peso de un operador promedio de 75 kg.

El peso de la carreta en kg.

El peso cargado es el peso correspondiente a la masa cargada.

- Fuerza de tracción:

Es la fuerza que resiste el movimiento cuando la carreta es movida hacia adelante a una velocidad estable. Es horizontal en una superficie nivelada y paralela a la superficie cuando hay pendiente.

Fuerza de tiro:

Es la fuerza total ejercida sobre la carreta por los animales de tracción, especificada por su magnitud y por el ángulo que forma la línea de tiro con la superficie del suelo.

- Resistencia al rodado:

Es la fuerza que resiste el movimiento de las ruedas sobre una pista o superficie del terreno. Es una función del coeficiente de resistencia al rodado de las ruedas y de la carga llevada por ellas.

- Coeficiente de resistencia al rodado:

Es la resistencia al rodado total dividida por la carga que soporta las ruedas. Su valor es una función compleja de la fricción de los rodamientos, tipo y dimensiones de la rueda, tipo y condición del suelo. Se determinará en forma experimental.

- **Máxima fuerza de tracción:**

Está limitada por la capacidad de tiro de los animales aproximadamente 10 % del peso corporal para el trabajo continuo. La carga a la cual ocurre la tracción máxima depende de la resistencia al rodar de las ruedas, la cual es función de las condiciones del suelo.

- **Detalles de los acoples al animal:**

Se tomará en cuenta la descripción de timón, el tipo de yugo y las características del animal de tracción (raza, tipo, peso, salud del animal y buenas condiciones).

- **Ruedas:**

Donde se tomará en cuenta el tipo, el número y tamaño, la presión de aire recomendada por el fabricante.

**Rodamientos:**

- ▣ Tipo.
- ▣ Método, tipo y frecuencia de lubricación recomendada.

- **Freno:**

- ▣ Tipo.
- ▣ Tamaño y detalles de construcción.
- ▣ Método de operación.

- **Pista de prueba:**

La pista de prueba tendrá características similares a la zona de estudio en la cual se determinará la prueba de firmeza/impacto.

- **Prueba de firmeza / impacto:**

Después de determinar la pista de prueba se colocarán obstáculos de 20 cm de altura ubicados en pista al ancho de trocha de la carreta en prueba.

seglará la pista que inicia la prueba las rueda de carreta caiga  
ultánea los obstáculos del largo sufic para al la velocidad de avance  
omma Los próximos dos obstáculos serán tados por cada rueda forma alternada y al  
fina de que los culos serán tados por ibas das ltár imente

fuerzo excesiv daño los ales, se pued enganchar la  
da motorizada con el tiro deslizado ubicado la altur ominal del yugo

Cuando la carreta tie neumáticos presión de she ajusta uella  
dien al peso sobre el cuando tenga carga completa de acuerd las  
ienda del fal ite eurná

La car ta rgada 50%, 75%, 100% de la carga máxima recom dada, istribuida  
uniform ient erá iectada la unidad de correr la pist velocidad  
me or segu treinta itos hasta que fall se eterminará la pe dient la  
ite.

tebi de rans carga  
arán uebas con uración de tres sobre circuito de superficie lur:  
alrededor kilón incorpo pe dient longitudina ,proxim damente 2, %  
(7°) or un min ito ue tomada ambas dir ies y pendiente da  
% por minim de

Durante prueb l las sigu tes mediciones servaciones:

Velocidad di

allas reparaci ies ajustes

tabilida contro de carreta

Comodidad par el perado

egunda

Co ida ar: el animal edida po la fatig de los buey (cuadro ).

CUADRO #2. CALIFICACION DE LA FATIGA EN BUEYES DE TRABAJO

CALIFICACION					
	1	2	3	4	5
Respiración tasa/min.	*RO + 15	*RO + 30	*RO + 45	*RO + 60	*RO + 75
Ritmo cardíaco latidos/min.	*HO + 10	*HO + 20	*HO + 30	*HO + 40	*HO + 50
Temperatura rectal (°C)	*TO + 0.5	*TO + 1.0	*TO + 1.5	*TO + 2.0	*TO + 2.5
Salivación	Inicio	Empieza a babear	Baba continua	Espuma en labio superior	Espuma en toda la boca
Coordinación de piernas	Paso constante	no inicia arrastre de patas	Pérdida de coordinación y arrastre constante	pérdida completa de coordinación en las 4 patas	No puede moverse
Excitación	Compuesto	Molesto	Narices dilatadas, alterado	Movimiento prominente de ojo	Furioso y trata de parar.
Inhibición de avance	Energico	Movimiento libre	Paso lento	Muy lento	No camina
Protrusión de la lengua.	Boca cerrada	Boca abierta aveces	Aparición frecuente de lengua	Protrusión continua de lengua	Lengua completamente fuera.

Fuente: Upadhyay y Madan, 1985.

\*R, H, T, son los valores de descanso de: respiración, ritmo cardíaco y temperatura rectal, respectivamente.



C. Evaluación participativa de los servicios de transportes  
traficantes

participativa

Los criterios de evaluación participativa seguidos de los procedimientos  
desarrollados por OIMPA de los que tendremos evaluada abierta una  
guía estará disponible para un uso libre cada una de las comunidades  
que son: Kofq, K'oy, B'ogwe, K' Tiraq, Iano por un tiempo  
de una semana cada una.

En esta investigación se contará con la presencia de un grupo de  
participantes, los cuales participarán en la evaluación del ensayo.

El método CIAI (TPRA)

La evaluación participativa de los sistemas de transporte de pasajeros  
mediante el método CIAI (TPRA), que utilizará la siguiente técnica:  
El método CIAI (TPRA) es un método de evaluación participativa que  
consiste en la participación activa de los usuarios en la evaluación de los servicios.

Evaluación participativa.

La evaluación participativa es un método para captar y consignar las reacciones espontáneas  
de los usuarios de la tecnología, para mejorar los servicios.

La evaluación participativa es el primer paso hacia la participación activa de los usuarios  
en la evaluación de los servicios de transporte, lo que permite establecer

clima de confianza que preceda a la entrevista estructurada. Lo más importante es cuando más se dependa de la memoria (o recuerdo) del comunario, tanto más importante es el uso de la evaluación abierta y la técnica de preguntas abiertas discutidas anteriormente, para estimular al productor a formular y expresar ideas y explicaciones acerca de la evaluación.

La evaluación abierta recoge respuestas del productor a la pregunta “qué opinas de este medio de transporte”. El objetivo de esta evaluación es captar los comentarios espontáneos del comunario y analizarlo como indicadores de los que él ve como características más importantes de la tecnología.

#### Evaluación absoluta.

La evaluación absoluta, es aquella en la cual el productor manifiesta su posición de agrado o desagrado sobre cada tratamiento según sus propios méritos, es con frecuencia el mejor enfoque, debido a dos razones.

Primero: La evaluación de ensayo con numerosas alternativas tiende a ser exploratoria, objeto que los productores pueden apreciar, ya que frecuentemente, en las etapas iniciales de su contacto con la nueva tecnología, ellos no están dispuestos a escoger “la mejor opción”, por tal razón, con frecuencia querrán seleccionar varias opciones promisorias para futuras pruebas. Esto es exactamente lo que la evaluación absoluta les permite hacer.

Segunda: Con la evaluación absoluta, los productores pueden escoger las opciones que ellos consideren que van a encajar mejor, esta evaluación es más apropiada para el trabajo exploratorio, cuando el investigador y el comunario se enfrentan a un número considerable de alternativas, algunas de las cuales se deben descartar para simplificar la cantidad de tratamientos que se van a incluir en futuros ensayos.

Mediante la utilización de este método, se pretende identificar cual de los tratamientos es el que les parece bueno, regular y malo a los comunarios.

Otro procedimiento de calificación de las bondades de la carreta será seguido de acuerdo a la prueba de rangos dado por Wilcoxon.

Durante estos ensayos se registrará lo siguiente, procurando ser realizadas en condiciones típicas de trabajo:

- Tipo y condición del camino o terreno.
- Condiciones del animal a usar.
- Uso de la carreta medido en días.
- Distancias cubiertas.
- Carga transportada y su peso.
- Daños y tiempo perdido.
- Comodidad de los animales.
- Comodidad del operador.
- Aspectos de seguridad.
- Comentarios de los usuarios.
- Se tomarán fotografías.

Todos estos aspectos y otros que tal vez en campo se puedan observar serán analizados por los mismos comunarios para posterior recopilación y tabulación de dichos datos.

#### D. Estudio económico.

Se hará una comparación económica de los sistemas tradicionales de transporte con el prototipo (carreta), tomado en cuenta los siguientes parámetros:

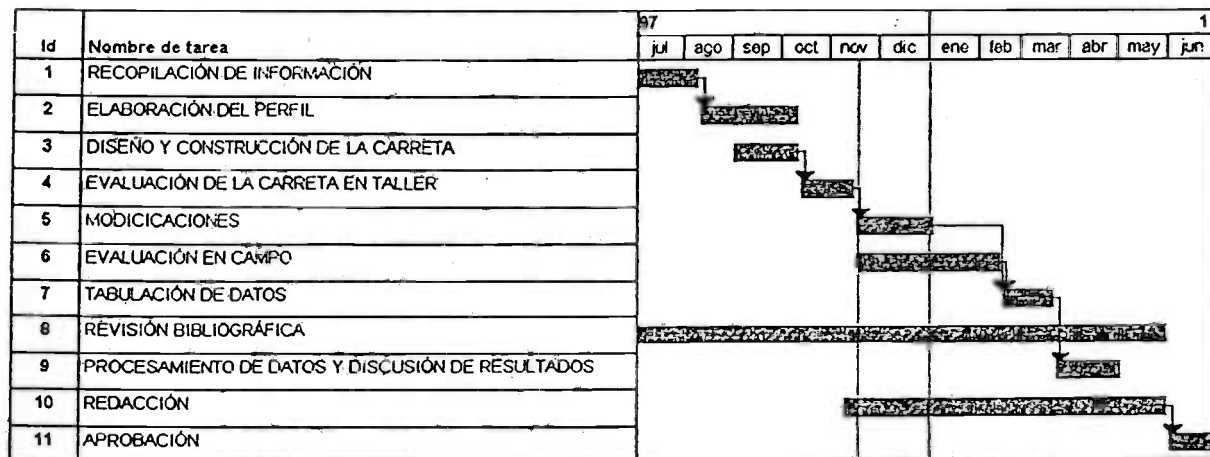
- Costos de adquisición, que será la suma de los costos de fabricación más la ganancia del fabricante en el caso de la carreta y en cuanto a los animales que son empleados para transporte y carga se tomará en cuenta los costos de adquisición y mantenimiento de estos animales.

- Costos por depreciación.
- Costos por kilogramo transportado.
- Costos variables.
- Costos fijos.

## X.- PROCESAMIENTO DE DATOS.

Los datos obtenidos durante toda la investigación se ordenará para su análisis estadístico que corresponde a un factorial de diseño completamente al azar, de este estudio se llegará a los resultados, los cuales serán interpretados y discutidos, para luego finalizar con las conclusiones; se realizará el procesamiento del análisis económico y la redacción de todo lo mencionado anteriormente, con apoyo de literatura, y en base a los objetivos trazados en la investigación.

## XI.- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.



## XI. PRESUPUESTO

ITEM	DETALLE	CANTIDAD	P/UNIDAD	TOTAL(Bs.)
Cuadernos	Pieza	2	10	20
Películas	Pieza	3	13	39
Construcción de carreta				2635
Material de escritorio	Varios			150
Impresión de tesis	Copias	12	80	960
Beca ( 50 \$us)	Mes	12	270	3240
Imprevistos (10%)				704
Total				7748

## XII.- BIBLIOGRAFÍA.

CADENA, O., FLORES. R. 1996. Diagnóstico Rural Participativo - Tiraque: Kolque K'hoya. NRI - CIFEMA - UMSS. 39 p.

CADENA, O., FLORES. R. 1996. Diagnóstico Rural Participativo - Tiraque: Boquerón K'asa. NRI - CIFEMA - UMSS. 39 p.

CALZADA B. J. 1970. Métodos estadísticos para investigación. 3ª ed Lima, Perú. Ed. Jurídica S.A. 611 p.

FAO. UPV/17/DEN. 1975. Les charrettes a traction animale. Rome, Italie.

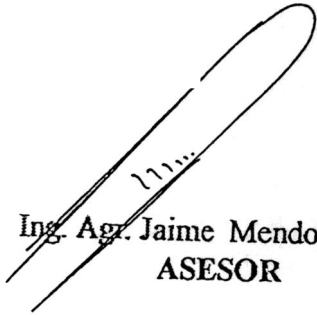
NAGHL, M. 1987. Metodología de la investigación. Ed Limusa. México, D. F. 531 p.

SMITH ET AL. 1995. Principios de Evaluación de Maquinaria Agrícola. Boletín 110 de la AGSE, FAO.

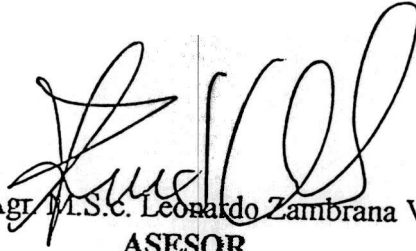
**XII. HOJA DE APROBACIÓN.**



Egr. Agr. Patricia Lisbet Torrejón Sanchez  
**RESPONSABLE**



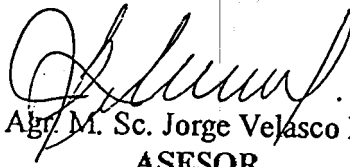
Ing. Agr. Jaime Mendoza V.  
**ASESOR**



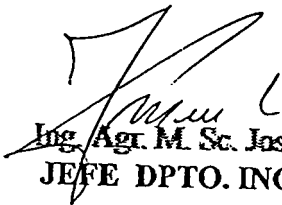
Ing. Agr. M.S.c. Leonardo Zambrana V.  
**ASESOR**



Ing. Agr. M.Sc. Brian Sims.  
**ASESOR**



Ing. Agr. M. Sc. Jorge Velasco L.  
**ASESOR**



Ing. Agr. M. Sc. José Amurrio R.  
**JEFE DPTO. INGENIERIA**



Ing. Agr. M. Sc. Rosario Torrico  
**DIRECTOR de INVESTIGACIONES**



Ing. Agr. M. Sc. Jaime La torre Pérez  
**DECANO de F.C.A.P.F y V**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS PECUARIAS**  
**FORESTALES Y VETERINARIAS**  
**" MARTIN CARDENAS "**



***EVALUACION PARTICIPATIVA DE CUATRO SISTEMAS DE  
LABRANZA Y SU INFLUENCIA EN LA CONSERVACION  
DEL SUELO EN AREAS DE LADERA***

*PERFIL DE TESIS*

***JUAN CARLOS CESPEDES CAMACHO***

***COCHABAMBA - BOLIVIA***  
***1997***

## **PROYECTO DE TESIS**

### **I. TITULO**

#### **EVALUACION PARTICIPATIVA DE CUATRO SISTEMAS DE LABRANZA Y SU INFLUENCIA EN LA CONSERVACIÓN DEL SUELO EN AREAS DE LADERA**

### **II. RESPONSABLE.**

Egr.Agr. Juan Carlos Céspedes Camacho

### **III. ASESORES**

Ing.Agr.M.S.c. Leonardo Zambrana Vidal

Ing. Agr.M.S.c. Emigdio Céspedes S.

Ing. Agr.M.S.c. Edgar Gutiérrez R.

Ing. Agr.M.S.c. Brian G.Sims

### **IV. COLABORADORES**

Centro de Investigación, Formación y extensión en Mecanización Agrícola

( CIFEMA )

Proyecto Laderas ( PROLADE )

- Silsoe Research Institute ( SRI )

- Programa de Investigación de la papa (PROINPA)

- Programa de Enseñanza e Investigación en Riego Andino y de los Valles

( PEIRAV )

### **V. JUSTIFICACION.**

La agricultura tiene problemas de productividad debido a las condiciones fisiográficas y climáticas de dichas regiones, sobre todo en los terrenos de ladera cuya característica es su



baja fertilidad y escasa capacidad de retención de agua debido a la escorrentia y consecuentemente la erosión fuerte y permanente a que están sometidos. La consecuencia de esto es la pobreza de sus pobladores quienes están obligados a producir en dichos suelos para su subsistencia. (Céspedes, 1996).

La región Andina y sub andina tiene una topografía accidentada, minifundio acentuado con sistemas de agricultura tradicional y falta de prácticas de conservación de suelos.

La vida en estas comunidades depende del suelo, y los suelos productivos están en función del hombre, de su tecnología de conservación y el uso que se hace de ellos. (Cossio, 1990).

El mismo autor indica que la lucha por la conservación del suelo agrícola y la humedad en el perfil debería empezar por la reducción del escurrimiento y la retención del agua mediante prácticas de labranza de conservación en el que una labor profunda sin volteo completo del suelo, serían viables para reducir la degradación del suelo.

El manejo de laderas consiste en una combinación de prácticas que ayudan a solucionar la degradación del suelo, provocada mayormente por la erosión, que es un proceso selectivo de arrastre de partículas empezando por las más finas ( humus y arcilla ) donde reside la mayor parte de la fertilidad; pero al final, en los terrenos de fuertes pendientes significa la pérdida de toda la capa arable aún del sub suelo. (Reinaga, 1983).

Los suelos de la zona de Morochata , tienen fuertes pendientes que fluctúan entre 20% y 50% en los cuales el nivel de erosión es fuerte, agravadas por el riego; además estas zonas tienen una precipitación pluvial promedio anual de 800 mm , como consecuencia provoca la erosión hídrica.

La provincia de Tiraque se caracteriza por ser una zona accidentada en el cual la erosión de los suelos es permanente, incrementadas por el mal uso de agua de riego.

Por lo mencionado existe la necesidad de realizar una investigación en la conservación de suelo mediante sistemas de roturación, por lo que el presente estudio pretende determinar que tipo de labranza puede contribuir en la conservación de suelo en laderas de los valles interandinos.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar en forma participativa cuatro sistemas de labranza empleando tracción animal, para la conservación de suelos de ladera en las zonas interandinas de Cochabamba.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Cuantificar el rendimiento del cultivo de la papa bajo cuatro sistemas de labranza en suelos de ladera.

Cuantificar la tasa de infiltración en suelo de ladera.

- Determinar la rentabilidad económica de los diferentes sistemas de labranza en términos de rendimiento del cultivo.

## HIPÓTESIS

Los sistemas de labranza propuestos, tienen un efecto positivo sobre la disminución del grado de erosión en suelos de ladera.

## VI. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

En la zona Andina en la que la mayoría de los agricultores habitan, tienen problemas de deterioro creciente de suelos y de escasos recursos económicos, surge la necesidad de desarrollar tecnologías de bajo costo y de fácil aplicación para pequeños agricultores de ladera, que están en un gran riesgo de erosión hídrica.( Céspedes, 1996).

La erosión del suelo en Bolivia está relacionada con una fuerte expansión agrícola. En las primeras dos décadas después de la revolución de 1952, Bolivia fue uno de los países latinoamericanos con más aumento de producción alimentaria per cápita (Gonzales 1974), sin embargo, este éxito ha sido a costo del suelo. Según estudios de una comunidad en el Norte de Potosí, y en Tarata(Cochabamba), el aumento en la producción en laderas, para el mercado, provocó la erosión ( Benzencon, 1994).

En Bolivia la erosión de suelos es uno de los mayores problemas que se tienen en las zonas principalmente agrícolas del occidente, las estimaciones que se conocen, señalan que 418000 Km<sup>2</sup> ( 41 % del territorio nacional) están afectados por la erosión. ( USAID,1990).

Los problemas de conservación de suelo en el país están directamente vinculados con la pobreza rural, donde la producción esta basada exclusivamente en el trabajo humano y la tracción animal con implementos inadecuados que elevan los costos de producción y disminuyen los rendimientos, lo cual implica bajos ingresos económicos para los agricultores que no les permite mejorar su calidad de vida (Cossio 1990).

### Preparación de los suelos.

Meza. (1996). señala que el proceso de aprovechamiento de tierras en laderas, habilitadas para fines agrícolas por medio de efectuar el "barbecho" dura de 3 a 4 años. En el transcurso de ese tiempo, después de cada periodo agrícola el suelo queda desprovisto de cobertura vegetal alguna, expuesto a los agentes erosivos(viento y agua) reduciéndose el volumen de la capa arable, con ello se pierden también los nutrientes. Ante la fragilidad del ecosistema, la parcela debe ser abandonada, en espera que la generación natural de la pradera vuelva a

repoblar de especies vegetales para su parcial recuperación, mientras tanto se habilita una nueva parcela para incorporarla a la agricultura.

Los procesos erosivos provocados por la actividad humana en zonas densamente pobladas del país, como el altiplano y valles, tiene su origen en la época de la colonia con la introducción de técnicas no adecuadas para el laboreo de la tierra, plantaciones de especies exóticas que compiten con las nativas, el uso intensivo de leña para la minería y otros.

El mismo autor también señala que la conservación de suelos agrícolas consiste en realizar una combinación de prácticas destinadas a proteger el suelo y mantener o mejorar su productividad. Es así que el sistema de conservación debe integrar elementos físicos para la protección en combinación con las medidas agronómicas que permitan mejorar la fertilidad de los suelos.

Para iniciar trabajos de conservación de suelos y aguas ligados a la productividad agrícola, previamente se realiza un análisis de los aspectos climáticos, geológicos y geomorfológicos del área de trabajo, el cual permitirá seleccionar las técnicas de conservación de suelos a establecer.

Zambrana (1988), señala que el propósito fundamental de labrar la tierra es optimizar las condiciones para la germinación de la semilla, la emergencia y el establecimiento de la plantula a la vez que se mantiene un nivel adecuado de materia orgánica en el suelo, se preserva y/o mejora la estructura del suelo y se mantiene y/o mejora la estabilidad de los agregados, todas estas condiciones contribuyen a lograr las metas de corto y largo plazo.

Según Gavande, (1986), la preparación del terreno o labranza se refiere a los diferentes manipulaciones mecánicas de los suelos, con el fin de mantenerlos en condiciones óptimas para el desarrollo de los cultivos. Sin embargo el efecto benéfico o perjudicial de la labranza depende del tipo de implementos empleados y de la intensidad con que se usan, ya que en muchas ocasiones el efecto benéfico de los implementos se nulifica por un uso intenso, siendo de suma importancia mantener la buena relación maquinaria-suelo. El efecto de los métodos de preparación de tierras sobre las propiedades físicas del suelo puede ser benéfico o perjudicial de acuerdo con las condiciones en que se encuentren el suelo tanto en la preparación y prácticas culturales que se realicen.

El mismo autor indica que los implementos que se utilizan en nuestro medio para la preparación del suelo y siembra tienen diferentes características que implican diferentes tipos de manejo del suelo. La poca penetración del arado tradicional de madera hace necesario realizar varias pasadas en la roturación, lo que pulveriza el suelo ocasionando mayor erosión por la destrucción de la capa superior del suelo.

Zambrana, (1983), indica que los implementos CIFEMA tienen una amplia aceptación por parte de los agricultores; el mismo autor divide los arados en simétricos, y asimétricos.

Los asimétricos la línea de tiro se halla en el mismo plano vertical dividiendo el implemento en dos mitades, el arado abre surcos con el cuerpo y no voltea la tierra, solamente la mezcla, tiene buena estabilidad en el trabajo en pendiente.

Los arados asimétricos son de volteo o de vertedera (fijo o reversible), hechan la tierra a un lado y voltean al prisma de tierra, la línea de tiro está ligeramente desplazado hacia el lado de volteo.

Donahue, Miller y Shickluna (1981 ), señalan que la labranza reducida y la mínima se refiere al uso de pocas operaciones, comparados con los métodos convencionales, labranza de conservación son prácticas reducidas de labranza que ayude a conservar el suelo y el agua.

### **Infiltración de agua en ladera.**

FAO (1994 ), indica que los daños causados por el proceso erosivo, aguas abajo son debidos al volumen de agua no infiltrado en el suelo. Cuanto menores sean los índices de infiltración, mayores son las necesidades de obras físicas para el control de la escorrentía. En áreas de ladera la infiltración esta regulada por la profundidad efectiva del suelo y la pendiente, esperándose grandes volúmenes de escorrentía aunque se hayan adoptado prácticas mejoradas de manejo. El control de escorrentía es el intento final para detener el proceso erosivo en el área de ladera, este control se puede efectuar disminuyendo el grado y/o longitud de la pendiente y también por el manejo del agua en cause especiales.

La lluvia tiene efecto através del impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo, y por el propio humedecimiento del suelo, que provocan desagregación de las partículas primarias, provoca transporte de partículas por aspersión y proporciona energía al agua de la escorrentía superficial. como consecuencia de la desagregación se produce un sello superficial que disminuye substancialmente la capacidad de infiltración del suelo. En el momento en que la precipitación pasa a ser mayor que la tasa de infiltración de agua en el suelo, se produce la retención y detención superficial del agua que no infiltra, considerando a la escorrentía superficial como el principal agente de transporte. (Meyer, 1976 ).

El mismo autor clasifico la escorrentía en dos partes: El flujo de los entre surcos y el flujo dentro de los surcos. El flujo de los entre surcos es responsable por el transporte de sedimentos desde las áreas entre los surcos hacia dentro de los surcos. Su capacidad de transporte depende directamente de las características de las gotas de lluvia que produciendo turbulencia en la lámina de agua, determinan la cantidad de suelo que quedará en suspensión. El flujo en los surcos, canalizado o concentrado, tiene la capacidad de transportar el material recibido del flujo de los entre surcos, así como de producir la separación de material del cuerpo del suelo dentro el surco.

## **VII. MATERIALES Y METODOS.**

### **VII A. MATERIALES:**

#### **7.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO Y DESCRIPCIÓN.**

El presente ensayo se desarrollará en las localidades de Piusilla y Kolque Joya.

Piusilla , comunidad de Morochata, correspondiente a la segunda sección de la provincia Ayopaya departamento de Cochabamba; está ubicada a 84 Km de la ciudad, esta ubicada a una altura es de 3600 m.s.n.m., se caracteriza por tener una topografía accidentada con agroecozonas que se diferencian por la altura de 2800 a 3800 m.s.n.m., y con pendientes de los suelos de cultivo entre 20% y 50%.

Clima : tiene un clima templado, siendo su temperatura ambiental anual de 15°C. las precipitaciones que empiezan en Agosto y dura hasta Abril; alcanzando a 800 mm como promedio anual con una humedad relativa de 35% a 77%; la ubicación geográfica es de 66° 31' de latitud Sud, y 66° 33' longitud Oeste.

La comunidad de Kolque joya se encuentra al Noreste de la población de Tiraque, a una distancia de 4 a 6 Km. La población de Tiraque está a una distancia de 72 Km. sobre el margen izquierdo de la carretera antigua de Cochabamba a Santa Cruz, y tiene un camino de acceso que comunica a las poblaciones de Tiraque, Cochimita y Sankayani.

La micro región de Kolque joya tiene una altura de 3.580 m.s.n.m., la ubicación geográfica es de 17°25' de latitud Sud y 65°40' longitud Oeste.

La comunidad tiene una temperatura promedio de 11°C y una precipitación promedio anual de 531mm., esta zona también se caracteriza por tener una topografía accidentada.

## 7.2. Implementos a utilizar en el ensayo

### 7.2.1. Arados

#### a) Arado tradicional de Palo.

El arado tradicional de palo se caracteriza por tener un cuerpo amplio, ensanchado en la parte posterior y cónica en la anterior donde se fija la reja (muelle). El timón va fijo al cuerpo, mediante la telera y la cuña, la mancera está colocada también al cuerpo.

#### b) Arado Reversible.

Este arado se tomó en el ensayo porque está siendo aceptado por su sistema de trabajo que realiza una buena profundidad y lo más importante es que desplaza la tierra siempre en una misma dirección.

La vertedera es a rendijas o luces, también llamado fanestrada, compuesto de cinco elementos fijados a la reja, esta vertedera es de un solo cuerpo y el cambio de posición se hace mediante una palanca externa, situada por detrás de la mancera, lo que permite la comodidad y rapidez en el cambio de posición del cuerpo.

#### c) Arado Cincel.

Este arado se tomó en cuenta porque permite una mayor infiltración de agua en el suelo el cual es muy favorable para el desarrollo del cultivo.

Implemento de origen Francés, como roturador del suelo, la punta de este implemento penetra entre 15 a 20 cm., puede romper la costra superficial del terreno abriendo un pequeño surco a una profundidad suficiente, para permitir la captación del agua de escurrimiento, es por esta razón que las labores con este implemento deben realizarse en terreno seco.

Este roturador esta fijado por una mancera que une el implemento con el timón y este a su vez con las yuntas para poder labrar el suelo.

#### d) Arado Combinado.

Esté arado se utilizará porque este es mayormente utilizado para el cultivo de la papa y su gran aceptación por parte de los productores de papa.

Este es un arado de uso múltiple que tiene cuatro herramientas para alivianar el trabajo de las labores agrícolas. Para realizar una u otra labor se debe cambiar los accesorios correspondientes.

Aradora. este arado permite trabajar a mayor profundidad y con menos esfuerzo que el arado tradicional de palo tiene un peso de 13 Kg.

Carpidora. la carpidora se utiliza para sacar la hierba de los entresurcos de los cultivos, y al mismo tiempo afloja la tierra. También se puede utilizar para el tapado de semillas, el ancho es regulable.

Aporcadora. Útil para el aporque y también para el surcado en la siembra, ancho de trabajo regulable.

Cavadora de papa. Apto para cavar papa durante la cosecha peso 12 Kg.

### 7.3. MATERIAL VEGETAL.

El material ha utilizarse será papa variedad "Waych'a"

### 7.4. MATERIAL DE CAMPO.

- |              |                             |                         |
|--------------|-----------------------------|-------------------------|
| - barreno    | - registro de campo         | - muestreador de suelo  |
| - pala       | - arado tradicional de palo | - bolsas de polietileno |
| - azadón     | - arado reversible          | - fertilizantes:        |
| - picota     | - arado combinado           | 18-46-00                |
|              | - arado cincel              | Urea                    |
| - cronómetro | - cilindros                 | - abono orgánico        |
| - tijeras    | - cuchillo                  | - fungicidas            |
| - estacas    | - dinamógrafo               | - insecticidas          |
| - combo      | - eclímetro                 | - clavos y arandelas    |
| - masquin    | - espátula                  |                         |

### 7.5. Material de laboratorio.

- balanza electrónica
- horno a 110°C.
- Bandejas
- Marcadores
- Malla milimétrica
- Probeta de 500 cc.
- Papel filtro
- Vaso de precipitación
- Picnómetro

### 7.6. Material de Escritorio.

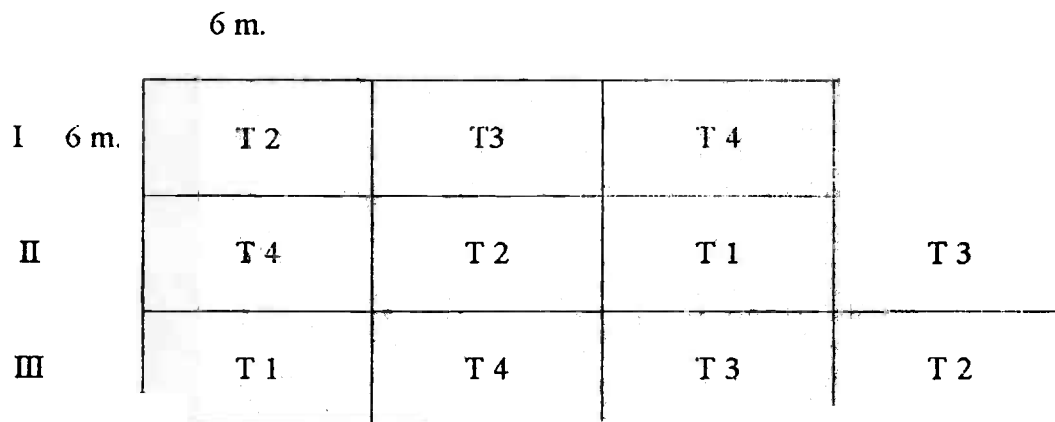
- hojas
- lapiceros
- gomas de borrar
- bolígrafos
- computadora

## VII B. METODOS.

### 7.1. DISEÑO EXPERIMENTAL.

En el presente trabajo de investigación se empleará el diseño de "Bloques al azar" con cuatro tratamientos y tres repeticiones, utilizando implementos de labranza con energía animal

La distribución de los tratamientos se muestran en el croquis de campo:



## Referencias

Repeticiones I, II, III.

## Tratamientos:

T 1 = Se realizará dos pasadas con el arado de palo, y la apertura de los surcos para la siembra se realizará manualmente siguiendo las curvas de nivel del terreno. '

T 2 = Se realizará dos pasadas con el arado cincel, y la apertura de los surcos para la siembra se realizará en forma manual siguiendo las curvas de nivel del terreno.

T 3 = Se efectuará solo una pasada con el arado reversible, y la apertura de los surcos para la siembra se procederá en forma manual siguiendo las curvas de nivel.

T 4 = Se realizará dos pasadas con el arado combinado, y la apertura de los surcos para la siembra se realizará en forma manual siguiendo las curvas de nivel.

## 7.2. VARIABLES DE EVALUACIÓN.

Las evaluaciones de las propiedades del suelo se realizarán antes de la siembra y después de la cosecha del cultivo.

### 7.2.1 Análisis físico del suelo

- Densidad aparente.  $D_a$  . ( método de la anilla)
- Densidad real.  $D_r$ . ( método del picnómetro)
- Porcentaje de porosidad (  $\%P = ( 1 - ( D_a/D_r ) * 100 )$  )

La densidad aparente se determinará por el método de la anilla, que consiste en extraer una muestra sin disturbar, luego se lleva al laboratorio, se coloca a la estufa a 110 °C de temperatura, no mayor a esta temperatura, porque se calcinará la materia orgánica, se tiene que realizar varias lecturas hasta que sea constante el peso seco, luego se calcula el volumen del cilindro, teniendo estos datos se determinará la densidad aparente.

### 7.2.2. Dinámica del agua del suelo.

- Humedad del suelo ( método gravimétrico )

La humedad del suelo se determinará durante la siembra, en la germinación, en el aporque, durante la floración, fructificación.



- Velocidad de infiltración (método de los surcos )

La velocidad de infiltración se determinara para identificar cual de los tratamientos es el que tiene mayor infiltración y cual es que tiene poca infiltración, teniendo estos resultados se podrá determinar cual de los tratamientos tiene mayor escorrentia y arrastra consigo el suelo superficial, y cual es el que tiene menor escorrentia y que arrastra poca cantidad de suelos superficial.

### 7.2.3. EVALUACIÓN DE LA ARADURA.

Las evaluaciones se determinarán fuera de las parcelas de investigación pero en condiciones similares al de trabajo de campo; esto debido a que el tamaño de las parcelas no tienen el espacio necesario para realizar las distintas evaluaciones.

Se determinará la profundidad de aradura, ancho de trabajo, velocidad, grado de desterronamiento, capacidad efectiva y costos, para realizar comparaciones entre los sistemas de labranzas y que posteriormente se sacarán conclusiones referente a costos, producción y efectividad en la conservación de suelo.

#### a) Profundidad de aradura.

Se determinará midiendo la distancia desde la superficie del suelo hasta el piso de aradura en varios lugares a lo largo del surco con varias repeticiones.

#### b) Grado de desterronamiento.

La determinación se realizara después del paso de los implementos, utilizando en marco reticulado cada 5 cm ., se evaluará el efecto de desterronamiento por el número de terrones presentes dentro el recuadro menores o iguales a 5 cm de diámetro, luego en términos porcentuales.

#### c) Determinación de la capacidad efectiva y eficiencia de campo.

Según ( FAO, 1994). Una vez que el implemento ha sido regulado satisfactoriamente, cada parcela de prueba debe completarse sin parar a menos que sea necesario para hacer ajustes, por roturas o descanso de los animales. Se mide la fuerza de tracción, velocidad de avance y patinaje. Cuando sea aplicable, se debe registrarla profundidad y ancho de trabajo, el área total trabajada y el tiempo.

El tiempo perdido en el campo para girar y otros factores incluyendo el no uso del ancho total del implemento afectarán la eficiencia del campo. Esta es calculada como sigue:

$$\text{Eficiencia de campo} = \frac{\text{Capacidad efectiva de campo}}{\text{Capacidad teórica de campo}} \times 100$$

donde:

$$\text{Capacidad efectiva de campo ( ha/h )} = \frac{\text{Arrea total cultivada (ha)}}{\text{Tiempo total de trabajo (h)}}$$

$$\text{Capacidad de campo Teórica (ha/h)} = \frac{\text{Ancho de trabajo promedio (cm)} \times \text{velocidad promedio(m/s)} \times 36}{10000}$$

#### d) Análisis de Rentabilidad

##### 1) Costos de preparación del suelo y siembra

Para determinar los costos de preparación se realizará en base a la capacidad efectiva de las labores y los costos de utilización de cada sistema.

##### 2) Costos de operación

Se consideran aquellos que dependen del operador durante el desarrollo del cultivo.

##### 3) Costos de producción

Los costos de producción se calcularán en base a los costos fijos y variables desde la preparación del suelo hasta la cosecha.

##### 4) Beneficio Bruto y Neto

La fuente de beneficios se determinará en producto óptimo (tubérculos), el valor del producto se calculará tomando como base la medida de la zona empleada que es el Kilogramo que al multiplicar la cantidad producida por hectárea y por el precio estimado de la zona, corresponde al beneficio bruto. Para obtener el beneficio neto se procederá a restar del beneficio bruto los costos variables.

##### 5) Relación Beneficio/Costo

Esta relación determinará cuanto beneficio se obtendrá del producto frente a los costos que se realizarán en todo el proceso del ensayo.

#### 7.2.5. Variables de evaluación del cultivo.

Previamente se tomarán fotografías para las distintas variables de evaluación del cultivo

#### **a) Emergencia**

Se relacionara el número de plantas emergidas con el número de plantas sembradas y se expresará en porcentaje. Las lecturas se realizarán en los surcos centrales de cada unidad experimental una vez por semana.

#### **b) Cobertura vegetal.**

Se utilizará un bastidor de 0.7 m\* 0.9 m de longitud, para determinar el área que ocupa el follaje. La evaluación se realizará colocando el bastidor en el surco y observando de arriba hacia abajo, se cuentan los cuadros que están cubiertos por más del 50% de tejido vegetal y la suma total de los cuadros será el porcentaje de cobertura de dos plantas, se tomará cinco observaciones por unidad experimental, estas determinaciones se realizarán durante todo el ciclo vegetativo del cultivo cada tres semanas.

#### **c) Altura de planta**

La altura se determinará mediante mediciones directas, desde la superficie del suelo hasta la intersección de la última hoja del tallo principal. Las lecturas se realizarán en diez plantas por unidad experimental, estas determinaciones se realizarán hasta que el cultivo llegue a la formación de los frutos.

#### **d) Infestación de malezas**

Se determinará durante el primer aporque, y se especificará que especies existen en el cultivo.

#### **e) Número de tallos**

Se tomará en cuenta, el conjunto de tallos de diez plantas de los surcos centrales en cada unidad experimental, después de la germinación completa.

#### **f) Índice de cosecha**

Se harán estas lecturas cuando el cultivo haya llegado a la madurez con la formación de tubérculos ( cambio de color del follaje), procediéndose a muestreos de diez plantas por unidad experimental, se tomará en cuenta para esto el peso de tubérculos, follaje, raíces y estolones.

$$\% \text{ IC} = \text{PST} / \text{Biomasa seca total} * 100$$

Donde :

IC = índice de cosecha

PST = peso seco de tubérculos muestreados

Biomasa seca total = peso seco ( tubérculos + raíces + estolones )

#### g) Rendimiento.

El rendimiento se determinará en base a una clasificación por tamaño( diámetro de los tubérculos) de cada sistema.

#### 7.2.6. Evaluación Participativa.

Las evaluaciones con productores son un método para obtener directamente de los productores sus opiniones acerca de innovaciones tecnológicas propuestas independientemente del concepto de los investigadores.

La investigación participativa con productores es un conjunto de métodos, diseñados para permitirles contribuir activamente en las decisiones para planear y ejecutar la generación de tecnología agrícola.

La investigación participativa permitirá a investigadores y productores generar y compartir información sistemática sobre las reacciones de los productores acerca del desempeño de la tecnología en los ensayos.

En la presente investigación se contará con la presencia de un grupo de 6 personas entre hombres y mujeres, los cuales participarán en la evaluación del ensayo.

Este grupo homogéneo evaluará la investigación desde el momento de la preparación del terreno, siembra, labores culturales, tratamientos fitosanitarios y la cosecha.

#### a) Aplicación del método CIAT ( IPRA ).

Para la evaluación participativa de los sistemas de labranza se aplicará necesariamente el método CIAT ( IPRA ) dentro el cual se utilizará las siguientes técnicas:

- Evaluación Abierta
- Evaluación Absoluta

## 1. Evaluación abierta.

La evaluación abierta es un método para captar y consignar las reacciones espontáneas de los productores a la tecnología, sin usar preguntas directas.

La evaluación abierta es un primer paso hacia el desarrollo de un formato de entrevista de evaluación más estructurado.

La evaluación abierta es una técnica que también se puede utilizar para establecer un clima de confianza que preceda a la entrevista estructurada. Lo más importante es cuanto más se dependa de la memoria (o recuerdo) del productor, tanto más importante es el uso de la evaluación abierta y la técnica de preguntas abiertas discutidas anteriormente, para estimular al productor a formular y expresar ideas y explicaciones acerca de la evaluación.

La evaluación abierta recoge respuestas del productor a la pregunta: "que opina de este tratamiento, por ejemplo: distancia de siembra, etc.". El objetivo de la evaluación abierta es captar los comentarios espontáneos del productor y analizarlos como indicadores de los que él ve como características más importantes de la tecnología.

Por medio de éste método se pretende conocer el estado actual de sus prácticas de labranza, y rescatar sus criterios que tienen los agricultores acerca de la labranza de conservación de suelo.

Por otro lado se pretende recibir sus opiniones del grupo participador acerca de los sistemas de labranza realizados desde la preparación del terreno, siembra, labores culturales, tratamientos fitosanitarios y la cosecha de los distintos tratamientos utilizados en el trabajo de investigación.

## 2. Evaluación Absoluta.

Como resultado de una buena evaluación con productores se desea obtener una imagen clara de las preferencias que ellos tienen por un tratamiento o tecnología frente a otro, y de las razones o criterios que usan conformar tales preferencias.

La evaluación absoluta, es aquella en la cual el productor manifiesta su posición de agrado o desagrado sobre cada tratamiento según sus propios méritos, es con frecuencia el mejor enfoque, debido a dos razones:

Primera: La evaluación de ensayos con numerosas alternativas tiende a ser exploratoria, objeto que los productores pueden apreciar, ya que frecuentemente, en las etapas iniciales de su contacto con la nueva tecnología, ellos no están dispuestos a escoger "la mejor opción", por tal razón, con frecuencia querrán seleccionar varias opciones promisorias para futuras pruebas. Esto es exactamente lo que la evaluación absoluta les permite hacer.

Segunda: Con la evaluación absoluta, los productores pueden escoger las opciones que ellos consideren que van a encajar mejor con los diferentes objetivos de sus parcelas. La evaluación absoluta es más apropiada para el trabajo exploratorio, cuando el investigador y el productor se enfrentan a un número considerable de alternativas, algunas de las cuales se deben descartar para simplificar la cantidad de tratamientos que se van a incluir en futuros ensayos.

Mediante la utilización de éste método, se pretende identificar cual de los tratamientos es el que les párese bueno, regular y malo a los agricultores. Estas identificaciones de los tratamientos se realizará desde la emergencia hasta la cosecha, también se tomará muy en cuenta la producción de los distintos tratamientos para este fin.

### 7.3. Procesamiento de Datos.

Con los resultados obtenidos de todo el trabajo de campo se procederá al procesamiento de datos, para luego sacar las conclusiones del trabajo de investigación, este procesamiento de datos se realizará con la ayuda de los paquetes estadísticos empleados para fines de investigación.

#### 7.3.1. Análisis Estadístico.

El análisis estadístico se realizará de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = U + B_i + T_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = efecto total de la unidad experimental

$U$  = media general del ensayo

$B_i$  = efecto del i-esimo bloque

$T_j$  = efecto del j-esimo tratamiento

$E_{ij}$  = error experimental

## VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Actividades	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
Elaboración del proyecto de tesis	*	*										
Reconocimiento y ubicación de la zona de trabajo		*	*									
Ejecución del trabajo de campo		*	*	*	*							
Procesamiento y discusión de resultados						*	*	*	*	*		
Redacción de la tesis							*				*	
Defensa de la tesis												

## IX. PRESUPUESTO.

<i>ITEM</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNITARIO (Bs)</i>	<i>PRECIO TOTAL (Bs)</i>
Preparacion del terreno	Yunta	1 Jornal	20	20
	Yuntero	1 Jornal	20	20
Siembra	Yunta	2 Jornales	40	40
	Yuntero	2 Jornales	40	40
Estacas	Pieza	24		48
Cuerda plástica			7.0	21
Cosecha	Peones	6 Jornales	25	150
Tratamiento fitosanitario	Peones	3 Jornales	25	75
Labores culturales	Peones	6 Jornales	25	150
<b>Sub total</b>				524
Imprevistos (10%)				52.4
<b>TOTAL</b>				576



## X. BIBLIOGRAFIA.

AGUILAR, H. R. 1990. Sistema de preparación de suelo y siembra de trigo con tracción animal en el valle alto. Tesis Ing. Agr. Cochabamba Bol., Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas y pecuarias "Martín Cardenas".

CALZADA B. J. 1982. Métodos estadísticos para investigación 3ª ed. Lima, Ed jurídica, 26-149; 482- 484 p.

COSSIO T. J. C. 1990. Efecto de diferentes sistemas de preparación sobre la conservación de suelos en terrenos con pendiente. Tesis Ing. Agr. Cochabamba, Bolivia, Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, 110 p.

EROSION DE SUELOS EN AMERICA LATINA (1992). Taller sobre la utilización de un sistema de información Geográfica ( SIG ) en la evaluación de la erosión actual de suelos y la predicción de riesgos de erosión potencial. Santiago, Chile 27 de Julio al 1º de Agosto de 1992. FAO Chile, 120p.

- MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS (Y, 1983, Cali ). Seminario sobre el manejo y conservación de suelos. Ed Reinhardi H. Howeler, Cali, Colombia. 210p.
- REINAGA G. 1983. Diferentes sistemas de preparación y siembra en el cultivo del trigo. Tesis, Ing. Agr. Cochabamba, Bolivia, Universidad Mayor de Simon, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, 143 p.
- MENDOZA, J. 1989. Cálculo básico de costos de maquinaria agrícola. Informe técnico N° 6 de CIFEMA Cochabamba, Bolivia.
- PROLADE, 1996. Estrategias para prácticas mejoradas de conservación de suelo y agua en los sistemas de producción en los valles andinos de Bolivia. Seminario Taller, 150p.
- ZAMBRANA, V. L. 1981 Estudio comparativo de diferentes arados a objeto de mejorar el trabajo de labranza con tracción animal. Tesis Ing. Agr. Cochabamba, Bolivia, Universidad Mayor de San Simon, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, 150p.

**XII. HOJA DE APROBACIÓN.**

**Egr. Agr. Juan Carlos Céspedes Camacho.  
RESPONSABLE**

**Ing. Agr. M.S.c. Leonardo Zambrana V  
ASESOR**

**Ing. Agr. M.S.c. Emigdio Céspedes S.  
ASESOR**

**Ing. Agr. M.S.c. Edgar Gutiérrez R.  
ASESOR**

**Ing. Agr. M.S.c. Briam G. Sims  
ASESOR**

**Ing. Agr. M.S.c. José Amurrio R.  
JEFE DPTO. INGENIERIA**

**Ing. Agr. M.S.c. Rosario Torrico  
DIRECTOR de INVESTIGACIONES**

**Ing. Agr. Jaime La torre Pérez  
DECANO de F.C.A.P.F y V**

### ANEXO 3 INFORMES DE AVANCE

#### INFORME DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL TRABAJO DE INVESTIGACION

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS FORESTALES Y VETERINARIA.  
"Dr. MARTIN CARDENAS"

TITULO.

"CONSTRUCCION Y EVALUACION DE UNA CARRETA PARA YUNTA DE BUEYES".

RESPONSABLE.

Patricia L. Torrejón Sanchez

---

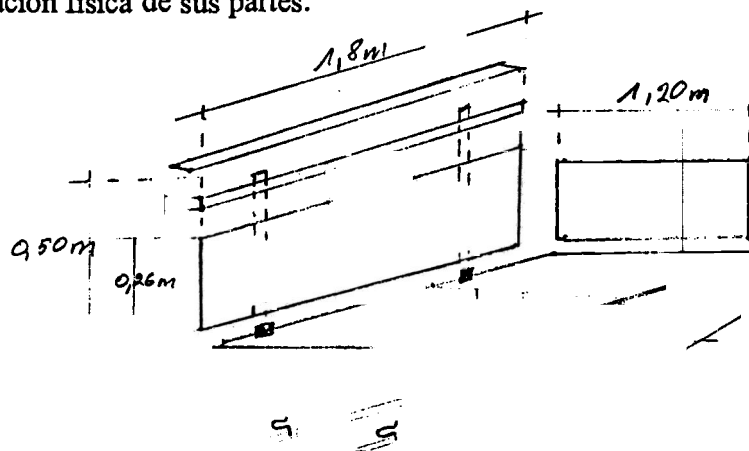
Después que las carretas fueron construidas se las llevaron a las comunidades de Plano Bajo y Boquerón K'asa (Tiraque) donde se realizó la demostración en la comunidad de Boquerón K'asa. La finalidad de este procedimiento fue el de que los agricultores puedan darle utilidad de manera espontánea, pudiendo estos observar sus bondades o defectos (Un seguimiento de estas actividades se realizara dejando un registro de observaciones previamente elaborado a los agricultores )

En instalaciones de CIFEMA cuento con una carreta para las determinaciones de las pruebas de firmeza/impacto, coeficiente de resistencia al rodado, transporte de carga y la determinación de las características físicas de la carreta.

Determinación de características físicas de la carreta .

Se procedió de la siguiente manera:

- Construcción del plano correspondiente a la carreta y sus implementos.
- Determino el peso exacto de la carreta y sus implementos.
- Identificación física de sus partes.



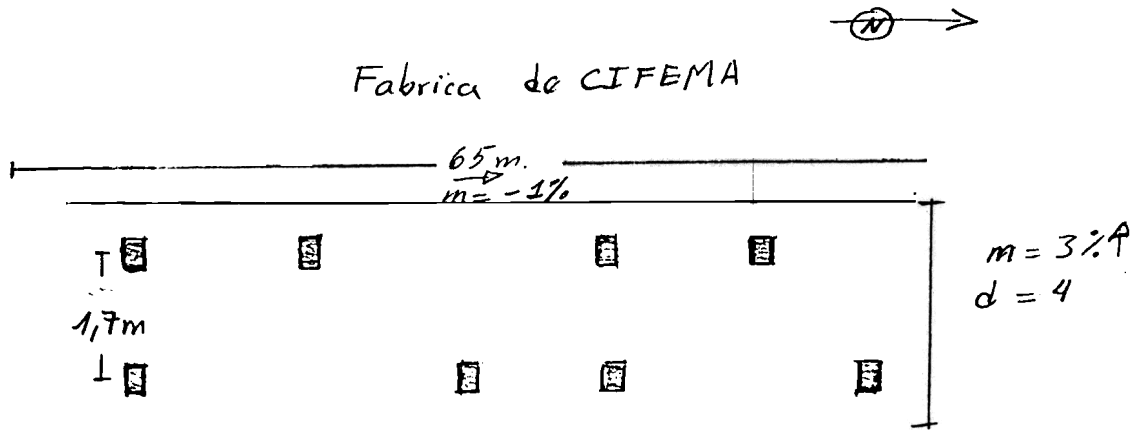
1.90 m  
Peso timón = 8 Kg

1.30 m

**Preparación de equipos para las determinaciones de las diferentes pruebas.**

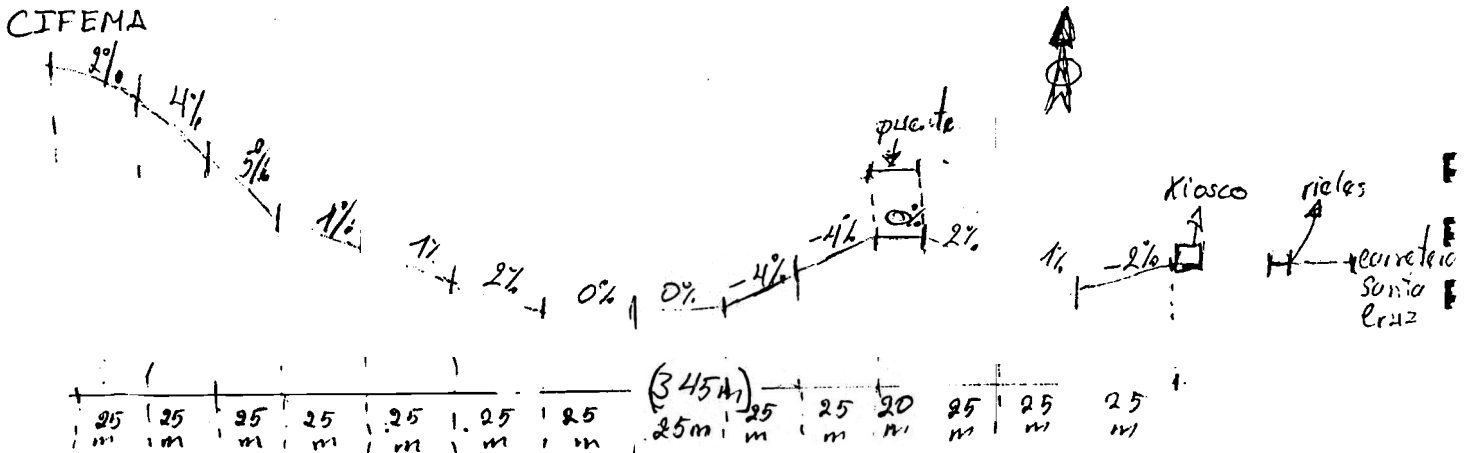
- Se identifico tres pistas de pruebas para los diferentes ensayos donde describiré a continuación.

**Pista N°1.** Para la determinación de la prueba de firmeza/impacto: Ubicada en instalaciones de CIFEMA, exactamente al costado de la fabrica, orientada de norte a sud, con una distancia total de 65 m.



- \* Visto de arriba.
- \* Camino de tierra

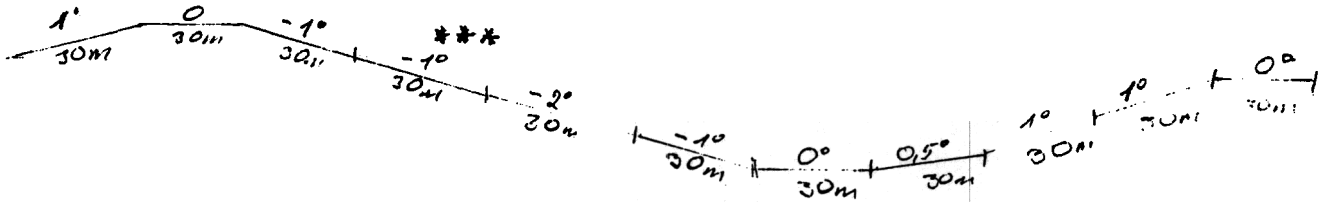
**Pista N°2.** Para la determinación de la prueba de coeficiente de resistencia al rodado: Es el camino que lleva a CIFEMA, teniendo una orientación de este a oeste, con una distancia total de 345 m.



- \* Visto de perfil.
- \* Camino empedrado

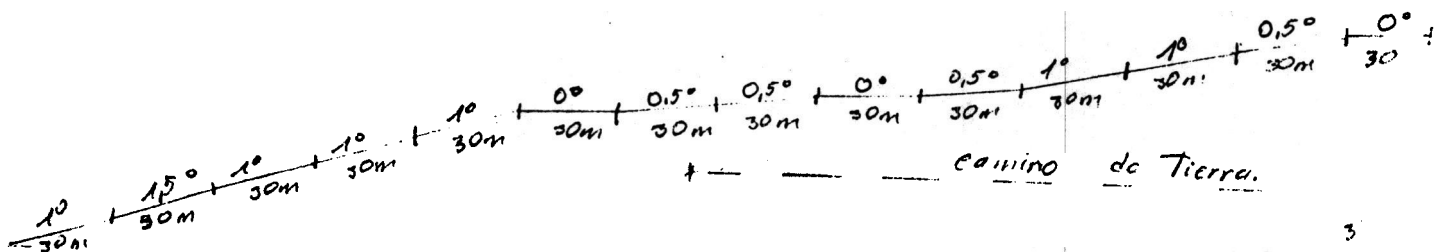
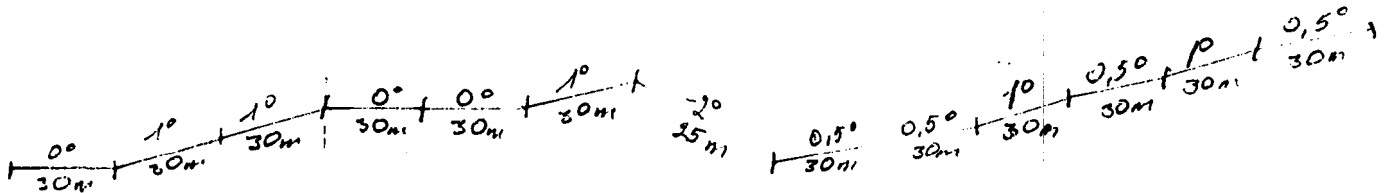
Pista N°3. Para la determinación de la prueba de transporte: Ubicada dentro la propiedad de la facultad de agronomía en el kilómetro 5 carretera antigua a Santa Cruz. La distancia total es de 3.5 km.

Camino de tierra.

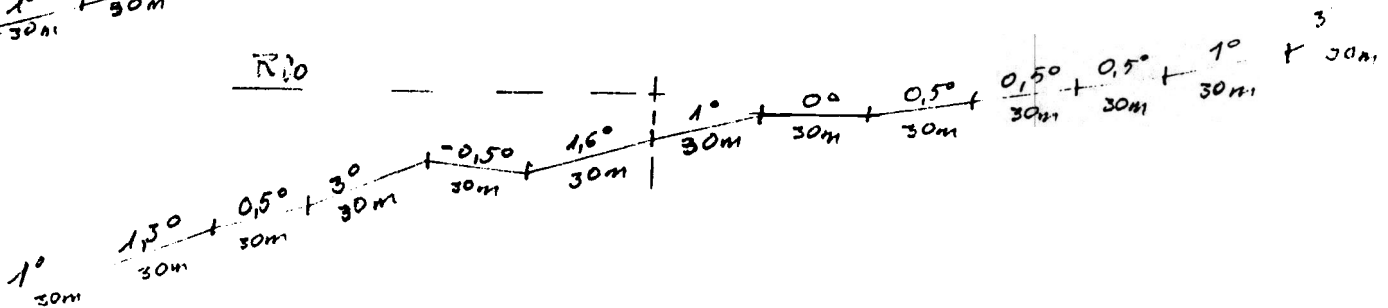


Camino de tierra

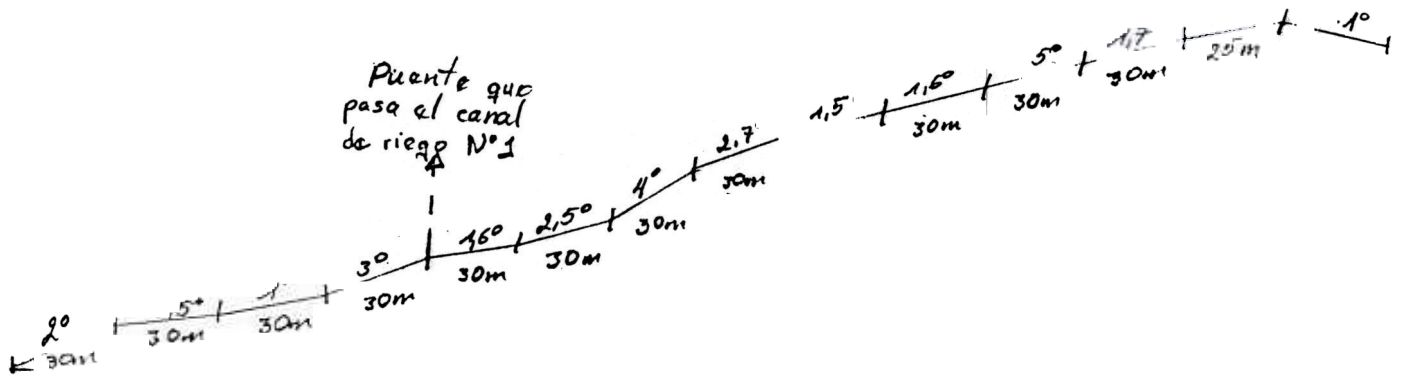
Rio



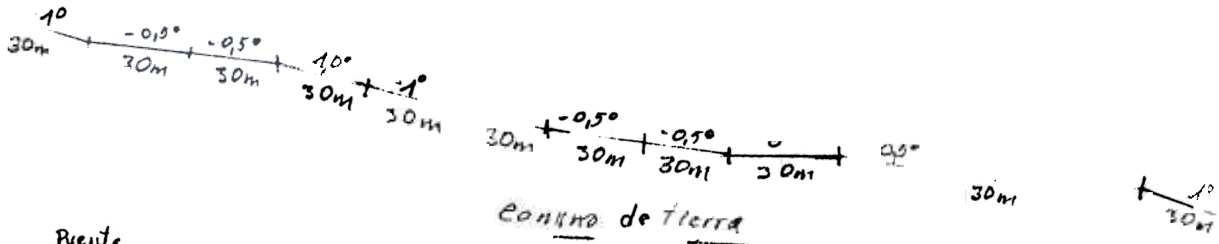
Rio



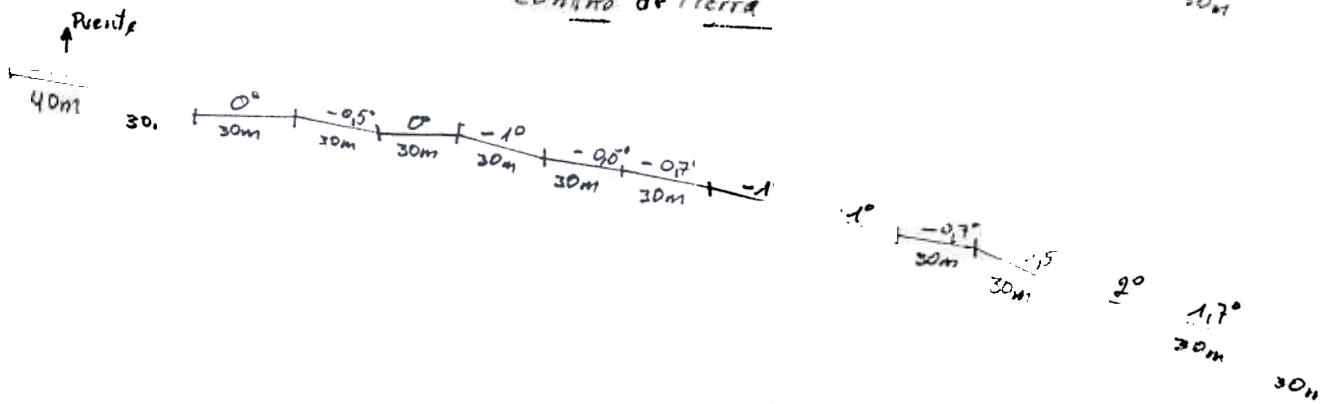
Camino de tierra



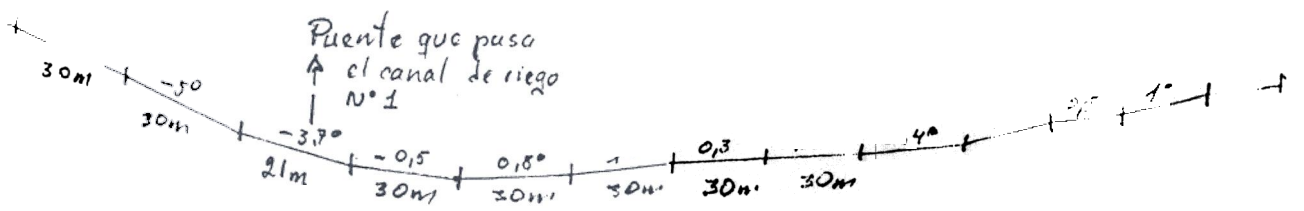
Camino de tierra



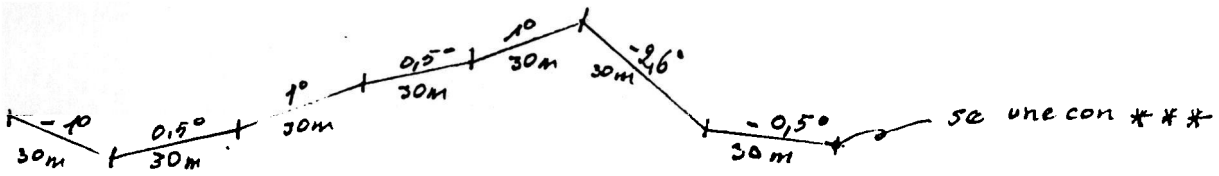
Camino de tierra



Camino de tierra



# Camino de Tierra.



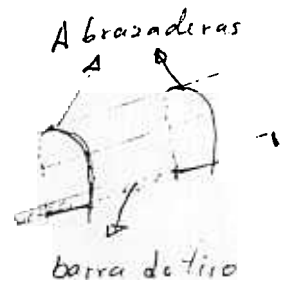
- Para esta determinación de firmeza/impacto y la prueba de resistencia al rodado se construyó parte del acople del tractor que uniera a la carreta.

Está construido



Falta construir

barra de tiro  
nucva.





las comunidades.

Con todos los datos obtenidos podrá hacer un análisis de todas las opciones y llegar a conclusiones y recomendaciones. Realizaré un análisis no paramétrico y a libre distribución.

### RANGOS ASIGNADOS POR LOS AGRICULTORES EN TRES SISTEMAS DE TRANSPORTE

Agricultores	Carreta	Animales de carga	Hombre	Transporte motorizado
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
Rj	Σ.	Σ.	Σ.	Σ.

$$X_r^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{j=1}^k (R_j)^2 - 3n(k+1)$$

donde:

n = el número de agricultores consultados

k = el número de tratamientos.

Cbba, Ene. 1998.

---

Nota: Se tomarán fotografías de cada prueba en laboratorio, así como de las evaluaciones en campo

### **Prueba de firmeza/impacto.**

Se requirió construir pesos que hicieran un total de 800 kg. que servirán para las diferentes determinaciones de firmeza/impactos, coeficiente de resistencia al rodado y la prueba de transporte de carga , después se acondicionó la pista de prueba colocando obstáculos de 17 a 20 cm. de alto, al ancho de la trocha y a una distancia entre obstáculos de 8 m más o menos en una pista de 65 m de distancia cubierta.

Se realizaron pruebas no científicas durante 3 días donde los acoples contruidos no fueron resistentes a la presión, pero observaciones hechas dieron una clara idea de los resultados de esta prueba que apunta ser satisfactorias.

### **Avance de la redacción de tesis.**

Se busco literatura referente al tema, redactando parte de ella de acuerdo a un indice hecho previamente (indice que es libre de modificaciones).

### **Trabajos futuros.**

3. feb. 98. Determinación teórica de la carga máxima teórica, en colaboración con el Ing. Porfidio.
4. feb. 98. Se concluirá la construcción del acople de la carreta al tractor con la ayuda de don Edgar.
5. feb. 98. Realizaré pruebas para verificar la eficiencia del acople, así como el acople del dinamógrafo.
6. - 9. feb. 98. Realizaré la prueba de firmeza/impacto en la pista N°1, me apoyará Juan Carlos y el Ing. Porfidio.
10. - 11. feb. 98. Realizaré la determinación de resistencia al rodado en la pista N°2, con el apoyo de Juan Carlos y el Ing. Porfidio.
12. - 13. feb. 98. Realizaré la prueba de transporte de carga con el apoyo de Juan Carlos y Julio Cesar.
16. feb. 98. Llevaré la planillas de control de uso de la carreta a las tres comunidades.
17. feb. 98. Evaluación participativa de la carreta frente a los medios de transporte tradicionales. Se la realizara de dos formas:
  - Una evaluación abierta y,
  - Una evaluación absoluta.

Donde la evaluación abierta seguirá la siguiente metodología: se vivirá en el medio de estudio donde se captará y consignará las reacciones espontáneas de los agricultores al medio de transporte con carreta, sin usar preguntas directas esto hará que exista un clima de confianza que preceda a la entrevista estructurada. Esta metodología me permitirá recoger respuestas del productor a la pregunta "¿qué opinas de este medio de transporte?". Después se analizará como indicadores de los que él ve como características más importantes del medio de transporte.

Por otra parte con la evaluación absoluta identificaré la posición del agricultor frente a los medios de transportes tradicionales y el nuevo sistema de transporte (carreta), con este método se clasificarán los sistemas de transportes en bueno, regular y malo, de acuerdo al criterio del agricultor.

Identificaré todos los medios de transporte, que transportan, distancias que recorren con la carga, el costo de transporte en cada sistema para un análisis económico de las opciones.

El tiempo de permanencia en cada comunidad dependerá de las actividades dentro de

CIFEMA - PROYECTO TRACCIÓN ANIMAL.

PLANILLA DE CONTROL DEL USO DE LA CARRETA.

Cochabamba - Bolivia.

Comunidad

Latitud

Altitud .....

Pendiente x ...

Fecha .

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Nombre								
Fecha								
Qué transportas ?								
El peso de tu carga								
Distancia recorrida								
Tiempo empleado (hr)								
Jornada el la mañana, en la tarde o todo el día								
De dónde a dónde transportas								
Qué dificultades hubo								

## CONTENIDO

### 1. INTRODUCCIÓN.

#### CONSIDERACIONES.

*1.1. Importancia del estudio.*

*1.2. Limitaciones del estudio. (Ver anexo)*

*Objetivo General.  
Objetivos específicos.*

*Hipótesis.*

### 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

#### 2.1. Antecedentes

2.1.1. Concepto de tecnología apropiada. *Fuentes Q.*

2.1.2. La necesidad de tecnología apropiada. *Fuentes Q.*

2.1.3. Características comunes de la tecnología apropiada para los países en vías de desarrollo. *Fuentes Q.*

2.1.4. Algunas opciones disponibles acerca de la tecnología apropiada. *Fuentes Q.*

2.1.5. Importancia social económica y cultural de la tracción animal en Bolivia. *Leandro Fuentes Q.*

2.1.6. La investigación participativa.

*a Cruz)* **2.2.** Características generales de la carreta.

2.2.1. Origen e historia de la carreta.

2.2.2. Tipos de carretas.

2.2.3. Características técnicas de la carreta.

2.2.4. El carretón en Bolivia.

2.2.4.1. Origen e historia del carretón.

2.2.4.2. Características técnicas del carretón.

2.2.4.3. Descripción del carretón.

*ta Cruz)* **2.3.** La importancia del transporte en la agricultura

2.3.1. Transporte con carreta.

2.3.2. Transporte con animales de carga.

2.3.3. Ventajas y desventajas del transporte.

*nta Cruz)* **2.4.** Importancia del mejoramiento de la carreta.

2.4.1. Metodología de investigación en el desarrollo del prototipo.

2.4.2. Características de un buen prototipo.

2.4.3. Adecuación de la carreta

#### 2.5. Variables técnicas para la evaluación de la carreta.

2.5.1. Capacidad de carga.

2.5.2. Capacidad teórica. } *ventera*

2.5.3. Capacidad efectiva. }

2.5.4. Análisis de tecnologías.

#### 2.6. Esfuerzo requerido para arrastrar la carreta.

- 2.6.1. Concepto.
- 2.6.2. Fuerza de arrastre.
- 2.6.3. Factores que intervienen en el esfuerzo de tracción

2.7. Operatividad y adaptabilidad a las zonas de trabajo. ??????( tesis Ventura).

2.8. Eficiencia de tiempo *Ventura*

2.9. Costos operativos del transporte. *Ventura,*

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. MATERIALES

##### 3.1.1. Ubicación de las zonas de estudio.

###### 3.1.1.1. Zona de Kolque K'hoya.

3.1.1.1.1. Fisiología.

3.1.1.1.2. Clima.

3.1.1.1.3. Vegetación.

3.1.1.1.4. Población.

###### 3.1.1.2. Zona de Boqueron K'asa.

3.1.1.2.1. Fisiología.

3.1.1.2.2. Clima.

3.1.1.2.3. Vegetación.

3.1.1.2.4. Población.

###### 3.1.1.3. Zona de Tiraque Plano.

3.1.1.3.1. Fisiología.

3.1.1.3.2. Clima.

3.1.1.3.3. Vegetación.

3.1.1.3.4. Población.

##### 3.1.2. Implementos utilizados en los ensayos de laboratorio.

3.1.2.1. El prototipo (carreta)

3.1.2.2. Animales de tiro (yunta de bueyes).

3.1.2.3. Dinamógrafo

3.1.2.4. Cronómetro y otros materiales.

##### 3.1.3. Materiales de campo.

3.1.3.1. Bueyes utilizados en el ensayo en terreno plano y de ladera.

3.1.3.2. Animales de transporte tradicionales.

3.1.3.3. Otros materiales.

3.1.3.4. Materiales de escritorio.

#### 3.2. METODOLOGÍA.

3.2.1. Descripción de un modelo de carreta.

3.2.2. Adaptación de la carreta a tracción animal para las zonas de estudio.

3.2.3. Construcción de la carreta.

3.2.4. Procedimiento de prueba para la determinación y modificación técnica de la carreta en laboratorio (CIFEMA).

3.2.4.1. Determinación de la masa sin carga.

3.2.4.2. Determinación de la masa cargada peso y carga nominal.

3.2.4.3. Determinación de la fuerza de tracción.

3.2.4.4. Determinación de la fuerza de tiro.

3.2.4.5. Prueba de firmeza / impacto. ✖

3.2.4.6. Prueba de transporte.

3.2.4.7. Resistencia al rodado.

3.2.4.8. Coeficiente de resistencia al rodado.

3.2.4.9. Máxima fuerza de tracción.

3.2.4.10. Detalle de los acoples al animal.

3.2.4.11. Detalles de las ruedas, los rodamientos y el freno.

~~3.2.4.12. Prueba de firmeza / impacto~~ ✓

3.2.4.13. Prueba de transporte.

3.2.4.13.1. Velocidad promedio

3.2.4.13.2. Fallas, reparaciones y ajustes.

3.2.4.13.3. Estabilidad y control de la carreta.

3.2.4.13.4. Comodidad para el operador.

3.2.4.13.5. Comodidad para el animal.

3.2.4.13.6. Seguridad.

3.2.5. Evaluación participativa de la carreta y los medios de transportes tradicionales.

3.2.5. Prueba de WILCOXON.

3.2.6. Estudio económico.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

5. COLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6. RESUMEN.

7. LITERATURA CITADA.

8. ANEXO.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS PECUARIAS FORESTALES Y VETERINARIAS  
" MARTIN CARDENAS "  
INFORME DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

EVALUACION PARTICIPATIVA DE CUATRO SISTEMAS DE LABRANZA  
Y SU INFLUENCIA EN LA CONSERVACION DEL SUELO EN AREAS DE LADERA

RESPONSABLE : Egr. Agr. JUAN CARLOS CESPEDES CAMACHO

### **ACTIVIDADES REALIZADAS.**

#### **Preparación del terreno**

La preparación del terreno se realizó con el empleo de cuatro tipo de arados los cuales son los siguientes: arado de palo, arado combinado, arado coutier, arado reversible. Se realizo una pasada y una cruzada con los arados de palo, combinado y coutier, y una sola pasada con el arado reversible porque su sistema de trabajo de este implemento es que voltea el prisma de suelo con una sola pasada. En cambio con los otros arados se necesitan varias pasadas para la completa preparación del terreno, como se trata de un terreno en pendiente (45 %) se tiene que limitar las pasadas para evitar la erosión del suelo.

#### **Determinación del porcentaje de desterronamiento.**

Una vez realizada la preparación del suelo se procedió a calcular el porcentaje de desterronamiento de cada uno de los arados, esta determinación se realizo con el empleo de un bastidor de un metro cuadrado el cual esta reticulado cada cinco centímetros para medir el tamaño de los terrones existentes en el terreno una vez realizado la aradura, este cálculo se lo realizo al azar arrojando el bastidor y donde llegaba se realizo la medición, tres lecturas por unidad experimental.

#### **Labores realizadas antes de la siembra.**

Las labores que se realizaron antes de la siembra fue el deshierbe de todas la unidades experimentales, y el desterronamiento.

#### **Siembra del ensayo.**

Para esta actividad se contó con la presencia de los comunarios, los cuales participaron en todo el proceso de la siembra.

La apertura de los surcos se realizo en forma manual, esto se realizo porque las dimensiones de las unidades experimentales son pequeñas y que se tendrían problemas con las yuntas en las vueltas, una vez realizada la apertura de los surcos se derramo abono orgánico(bovino), también se utilizó fertilizante inorgánico ( 18-46-0) el nivel de fertilización es de 80-100-, la fertilización que se realizo no alcanzo el nivel el cual se complemento con la utilización de urea en el primer aporque.

Se utilizaron 20 semillas por surco, y cada unidad experimental tiene 8 surcos, posteriormente se taparon los surcos.

### **Determinación del porcentaje de emergencia.**

La determinación del porcentaje de emergencia se realizó cuando las plantas se encontraban a una altura de 10 cm, esta determinación resultó ser el 100% ya que se procedió a contar el número de plantas existentes por surco dando 20 plantas por surco, sabiendo que se colocaron 20 semillas durante la siembra.

### **Determinación de altura planta.**

La determinación se realizó cuando las plantas se encontraban al inicio de la floración y durante la floración, la medición se procedió desde la base del surco a la flor. Durante las lecturas de altura planta también se realizó la lectura de número de tallos por planta.

### **Determinación de cobertura vegetal.**

Esta determinación se realizó con la utilización de un bastidor de un metro cuadrado, el cual está reticulado cada 5 cm. El procedimiento fue de colocar el bastidor encima de 6 plantas 3 por surco, la observación se realizó de arriba y así determinar el número de cuadraditos básicos que no estaban ocupados por las hojas de las plantas, tres lecturas por unidad experimental.

### **Tratamientos fitosanitarios.**

Para los tratamientos fitosanitarios se utiliza un producto sistémico (Patafol), y uno de contacto (Bravo 500), y para las plagas se utiliza Karate.

La primera aplicación se realizó cuando las plantas tenían una altura de 10 cm con Patafol, y con Karate, la segunda aplicación se realizó pasado 15 días de la primera aplicación utilizando Bravo 500, y Karate, la tercera aplicación se realizó pasado 7 días de la aplicación con Bravo 500, se aplicó Patafol y Karate, y así se seguirá aplicando los productos hasta completar el ciclo vegetativo del cultivo, las aplicaciones son intercaladas con sistémico y de contacto. Según recomendaciones de PROINPA se realizan 7 aplicaciones durante todo el ciclo del cultivo, y es esa estrategia de control contra la *Phytophthora infestans* que se viene realizando.

### **Determinaciones futuras.**

### **Determinación de capacidad efectiva.**

La determinación de la capacidad efectiva se realizará el día 10 de febrero en la comunidad de Piusilla, con la participación de los comunarios.



Está determinación se realizará en el terreno que no se utilizó en la siembra del ensayo. Las características del terreno son similares de pendiente, textura y humedad, el tamaño del terreno es lo suficiente para poder realizar todos los cálculos para este fin.

La metodología que se realizará en la determinación es según el boletín 110 de la FAO. En el cual indican que se debe medir la velocidad de avance y de patinaje, registrar la Profundidad y ancho de trabajo, el área total trabajada y el tiempo, también se mide el tiempo perdido en el campo para girar. Esta determinación se calcula como sigue:

$$\text{Eficiencia de campo} = \frac{\text{Capacidad efectiva de campo}}{\text{Capacidad teórica de campo}} \times 100$$

Donde:

$$\text{Capacidad efectiva de campo (ha/h)} = \frac{\text{Área total cultivada (ha)}}{\text{Tiempo total de trabajo (h)}}$$

$$\text{Capacidad de campo Teórica (ha/)} = \frac{\text{Ancho de trabajo promedio (cm)} \times \text{velocidad promedio (m/s)} \times 36}{10000}$$

El mismo día de trabajo se procederá al muestreo del suelo para determinar: Textura, humedad, densidad de masa.

Por otro lado también se determinará:

Fuerza de tiro, velocidad de avance, profundidad de trabajo, ancho de trabajo, Ángulo de tiro.

En todas estas determinaciones, se realizará una evaluación abierta a los comunarios presentes en dichas actividades, los cuales podrán dar sus opiniones y sugerencias acerca del trabajo de todos los trabajos realizados en el transcurso del día.

#### Cálculo de velocidad de infiltración.

Está determinación se realizará el día 5 de Febrero en la comunidad de Piusilla con la Participación de los comunarios.

La metodología a seguir medir infiltración por surcos, este método consiste en colocar Unas compuertas triangulares cuyas medidas son de 50cm de base y 25 cm de alto, estas compuertas se colocaran en el interior del surco a una distancia de 50 cm de compuerta a compuerta, una vez colocadas se llenará de agua en el interior de las compuertas, este volumen de agua tiene que ser conocida ya sea 30 o 50 litros, y las lecturas de velocidad de infiltración se realizarán en el siguiente orden: a los 3 minutos, a los 5 min, a los 15 min. a los 30 min a los 60 min. y a los 90 min, estas determinaciones se realizarán en las 12 unidades experimentales del ensayo.

En está actividad conjunta con los comunarios, se escuchará sus opiniones de este trabajo realizado por medio del método de las caritas.

### **Determinación del índice de cosecha.**

Esta actividad se realizará el día 5 de Febrero.

Para la determinación del índice de cosecha se realizarán lecturas cuando el cultivo haya llegado a la madurez con la formación de tubérculos( cambio de color del follaje), procediéndose a muestreos de 10 plantas por unidad experimental, se tomará en cuenta para esto el peso de tubérculos, follaje, raíces y estolones.

$$\%IC = PST / \text{biomasa total} \times 10$$

donde:

IC = índice de cosecha

PST = peso seco tubérculos muestreados

Biomasa seca total = peso seco (tubérculos +raíces+estolones)

### **EVALUACION ECONOMICO.**

Esta evaluación de realizará una vez concluidas con todas las actividades del trabajo de campo, para esté fin se utilizará el boletin 110 de la FAO. Una vez realizado el análisis económico se proporcionará esta información a los comunarios que participaron en todas las actividades del trabajo de investigación, los cuales darán sus opiniones acerca del análisis económico y manifestarán cual de los sistemas es el más económico y productivo.

### **EVALUACION PARTICIPATIVA.**

La evaluación participativa se realizará conjuntamente las actividades que se desarrollarán, estas determinaciones se procederán inmediatamente despues de la conclusión de una actividad para así tener la opiniones de los comunarios en el instante.

También se realizará una actividad en la cual participarán todos los comunarios que ayudaron con el trabajo, en dicha reunión se informarán todos los resultados optenidos en todo el trabajo de investigación por medio de rotafolios y fotos, una vez concluida con la exposición se escuchará todas las opiniones de los comunarios acerca del trabajo y así poder determinar cual de los sistemas es el que les parece mejor económicamente y productivamente, y estos datos transcribirlo en la redacción de la tesis.

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS PECAURIAS FORESTALES Y VETERINARIAS**  
**CIFEMA- TRACCION ANIMAL**

**FORMATO PARA LA EVALUACION DEL ENSAYO**

Productor..... Cultivo .....

Entrevistador ..... Lugar .....

Fecha .....

TRATAMIENTOS	BUENO 	REGULAR 	MALO 
ARADO DE PALO			
ARADO COUTIER			
ARADO COMBINADO			
ARADO REVERSIBLE			

EVALUACION ABIERTA DEL ENSAYO DE PAPA

Productor..

Identificación del tratamiento.....

Comentarios del productor

Códigos para comentarios:

<b>Crterios</b>	<b>Aspectos positivos</b>	<b>Aspectos negativos</b>
- profundidad de aradura		
- ancho de trabajo del arado		
- sistemas de trabajo del arado		
- germinación del cultivo		
- altura planta		
- cobertura de la planta		
-rendimiento del cultivo		
- velocidad de infiltración		

## CONTENIDO

### 1. INTRODUCCION

- Objetivo general
- Objetivo específico
- Hipótesis

### 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

- 2.1. Concepto de erosión
- 2.2. Agentes de la erosión
  - 2.2.1. Tipos de erosión
  - 2.2.2. Formas de erosión
  - 2.2.3. Límite permisible de erosión
  - 2.2.4. Factores que influyen en la erosión hídrica
    - 2.2.2.4.1. Metodos de labranza y su efecto sobre el suelo
- 2.3. Esfuerzo requerido para arar
  - 2.3.1. Concepto
  - 2.3.2. Fuerza de arrastre
  - 2.3.3. Factores que intervienen en el esfuerzo de tracción
- 2.4. Los aperos de labranza y su efecto en las condiciones del suelo
  - 2.4.1. Efecto de la labranza en la estructura
    - 2.4.1.2. Densidad aparente
    - 2.4.1.3. Densidad real
    - 2.4.1.4. Distribución de poros
  - 2.4.2. Efecto de la labranza en el almacenamiento de agua
  - 2.4.3. Efecto de la labranza sobre la agregación en la cama de siembra

### 3. MATERIALES

- 3.1. Ubicación y descripción de la zona de ensayo
  - 3.1.1. Fisiografía
  - 3.1.2. Clima
  - 3.1.3. Suelo
  - 3.1.4. Vegetación
- 3.2. Insumos utilizados
  - 3.2.1. Semilla
  - 3.2.2. Fertilizantes
  - 3.2.3. Productos fitosanitarios
    - 3.2.3.1. Herbicidas
    - 3.2.3.2. Insecticidas
  - 3.2.4. Energia animal
- 3.3. Implementos utilizados en los ensayos
  - 3.3.1. Arado de palo
  - 3.3.2. Arado combinado
  - 3.3.3. Arado coutier ( cincel )

- 3.3.4. Arado reversible
- 3.4. Materiales de campo
  - 3.4.1. Dinamómetro
  - 3.4.2. Marco cuadriculado
  - 3.4.3. Otros materiales
  - 3.4.4. Materiales de laboratorio

#### 4. METODOLOGIA

- 4.1. Diseño de campo
- 4.2. Modelo estadístico
- 4.3. Determinaciones realizadas antes del ensayo
  - 4.3.1. Toma de muestras de suelo
- 4.4. Preparación del suelo
  - 4.4.1. Sistema arado tradicional de palo
  - 4.4.2. Sistema arado combinado
  - 4.4.3. Sistema arado coutier ( cincel )
  - 4.4.4. Sistema arado reversible
- 4.5. Determinación de las variables técnicas
  - 4.5.1. Calidad de trabajo de los arados
    - 4.5.1.1. Determinación del ancho efectivo
    - 4.5.1.2. Determinación de la profundidad de trabajo
    - 4.5.1.3. Determinación del porcentaje de desterronamiento
  - 4.5.2. Determinación de la capacidad efectiva
    - 4.5.2.1. Determinación de tiempos perdidos por vueltas
  - 4.5.3. Determinación del esfuerzo de tracción
  - 4.5.4. Determinación del esfuerzo específico de tracción
- 4.6. Determinación de la velocidad de infiltración
- 4.7. Determinación de la humedad
- 4.8. Variables de respuesta evaluadas
  - 4.8.1. Emergencia
  - 4.8.2. Porcentaje de cobertura
  - 4.8.3. Altura planta
  - 4.8.4. Número de tallos
  - 4.8.5. Infestación de malezas
  - 4.8.6. Índice de cosecha
  - 4.8.7. Rendimiento

#### 5. RESULTADOS Y DISCUSION

- 5.1. Resultados obtenidos en la zona de ensayo
  - 5.1.1. Calidad de trabajo en la aradura
    - 5.1.1.1. Ancho efectivo de trabajo
    - 5.1.1.2. Profundidad de trabajo
    - 5.1.1.3. Grado de desterronamiento
  - 5.1.2. esfuerzo promedio y específico de tracción
    - 5.1.2.1. Capacidad efectiva de los diferentes sistemas de labranza

### 5.1.3. Efecto de la labranza sobre algunas propiedades del suelo

5.1.3.1. Densidad aparente

5.1.3.2. Densidad real

5.1.3.3. Porcentaje de porosidad

5.1.3.4. Velocidad de infiltración

5.1.3.5. Humedad

### 5.1.4. Análisis de rentabilidad

5.1.4.1. Costos de preparación del suelo y siembra

5.1.4.2. Costos de operación

5.1.4.3. Costos de producción

5.1.4.4. Beneficio bruto y neto

5.1.4.5. Relación beneficio/costo

### 5.1.5. Variables de evaluación

5.1.5.1. Emergencia

5.1.5.2. Cobertura vegetal

5.1.5.3. Altura planta

5.1.5.4. Numero de tallos

5.1.5.5. Infestacion de malezas

5.1.5.6. Indice de cosecha

5.1.5.7. Rendimiento

## 6. CONCLUSIONES

### RESUMEN

### CITA BIBLIOGRAFICA

ANEXO 1. Análisis de varianza

ANEXO 2. Análisis de costos

ANEXO 3. Resultados del análisis de laboratorio

ANEXO 4. Planillas de infiltración

## ANEXO 4 BORRADORES DE PERFILES NUEVOS

### PERFIL DE PROYECTO DE TESIS

#### I. TITULO:

**“ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS SEMBRADAS CON ESPECIES MEJORADAS EN TERRENOS DE DESCANSO”**

#### II. RESPONSABLE:

Egr. Agr. Melby Claudia Rodriguez Chávez

#### III. ASESORES:

Ing. Agr. M.Sc. Leonardo Zambrana Vidal

Ing. Agr. M.Sc. Jorge Velasco Lora

Ing. Agr. M.Sc. Franz Gutierrez

BSc. MSc. PhD. Rob Paterson

#### IV. COLABORADORES:

- Proyecto Mejoramiento Tracción Animal.
- Silsoe Research Institute (SRI).
- Natural Resources Institute (NRI).
- Food and Agriculture Organization (FAO); División de producción y sanidad animal.
- Centro de Investigación de Forrajes (C.I.F.).
- Comité de Investigación Agrícola Local (CIAL) – Piusilla.

#### V. JUSTIFICACION.

En general los agricultores de las zonas de Morochata y Tiraque practican la rotación de cultivos; la combinación rotativa más frecuente es la papa en el primer año agrícola, haba en el segundo, cebada, trigo o avena en el tercero y por último son sometidos a periodos de descanso de aproximadamente tres años

Estas tierras que ocupan superficies considerables pasan a formar parte de las áreas destinadas al pastoreo y constituyen el recurso disponible más abundante y barato para la alimentación de los animales. Sin embargo, se observa un déficit alimenticio en el ganado, a causa de la baja disponibilidad tanto cualitativa como cuantitativa de los forrajes, debido, entre otros problemas, a la regeneración lenta de los pastos nativos que se traduce en una escasa cobertura vegetal, que origina otros problemas tales como la erosión y degradación de los suelos. Por otro lado, se observa un número considerable, aún no cuantificado de plantas poco o no palatables, y de las cuales incluyendo las muy palatables no se conoce con exactitud su aporte nutricional a la dieta de los animales. Se suma a esto el poco conocimiento que tienen los agricultores sobre el manejo de las praderas nativas y sistemas de pastoreo.

Analizando todos estos aspectos se observa la necesidad de optimizar el recurso suelo, mediante el establecimiento de praderas con especies de mayor potencial de



producción de materia verde como de materia seca por hectárea, lo cual significa una mayor disponibilidad de forraje sin que se produzca competencia con los cultivos agrícolas

Por lo expuesto anteriormente, el presente trabajo busca los siguientes objetivos:

---

**Objetivo general:**

- Incrementar la disponibilidad de forraje para la alimentación de animales de trabajo.

**Objetivos específicos:**

- Determinar el rendimiento de materia seca y calidad nutritiva, de cada una de las especies y en conjunto de las praderas sembradas y de la pradera nativa.

Hacer una comparación y análisis del rendimiento de materia seca y calidad nutritiva de las praderas sembradas con especies mejoradas y las áreas no disturbadas (praderas nativas).

Establecer los patrones de crecimiento de cada una de las especies asociadas en las praderas sembradas y en las áreas no disturbadas.

Determinar la composición botánica en ambas praderas.

Establecer la afinidad o compatibilidad de los componentes en la asociación de la pradera establecida.

Realizar un análisis económico del establecimiento de las praderas sembradas.

Estimar teóricamente la carga animal que puede soportar ambas praderas

**HIPOTESIS:**

Las praderas sembradas representan una alternativa rentable para una mayor producción de forraje, destinada a la alimentación de los animales de trabajo.

**VI. REVISION DE LITERATURA**

**1. Pastizales naturales.**

El pastizal natural de acuerdo a Berlijn (1978), es toda tierra productora de forraje natural para el consumo animal, y también aquella que es revegetada natural o artificialmente, para proveer una cubierta vegetal manejada como vegetación nativa. Generalmente se considera como tal las tierras no cultivadas.

Esta definición incluye pastizales naturales, sabanas, campos bajos húmedos dominados por gramíneas u otras aptas para el pastoreo, así como ciertas comunidades de arbustos y chaparral.

Su importancia se basa en que constituyen el recurso natural renovable insustituible en grandes superficies de la tierra para la alimentación de millones de cabezas de ganado cuyo último destino es la producción de alimentos para el hombre (Berlijn, 1978)

En nuestra región por lo general los campos nativos de pastoreo (CANAPAS) lo constituyen las tierras en descanso. Si bien el agricultor en su visión agronómica, según Birbuet (1989) citado por Genin y Fernandez (1994), el descanso de las tierras tiene como función principal el restaurar ciertos niveles de fertilidad o aptitud para la producción del suelo, provee también, a nivel de una comunidad campesina, un territorio extenso que actúa como soporte de recursos forrajeros aprovechables por rumiantes domésticos. A un nivel jerárquico más alto, se puede considerar a las tierras en descanso como una de las herramientas que elaboró el campesino para tratar de optimizar, de manera duradera, el uso del suelo. En este sentido, la ganadería se asocia naturalmente con la agricultura en las actividades productivas del sistema de producción.

Continúa indicando Genin y Fernandez (1994), que en la zona andina, estas dos actividades cumplen funciones fundamentales e indisolubles para el desarrollo de las comunidades rurales que la habitan. En este contexto, las tierras en descanso forman parte de un conjunto de recursos forrajeros de los cuales dispone el campesino tradicional de la zona agropastoril andina para la alimentación de su ganado. Sin embargo, éstas presentan limitantes en el espacio, el tiempo, y en la disponibilidad cualitativa y cuantitativa de los forrajes.

Estos mismos autores concluyen indicando que las tierras en descanso, desde un punto de vista meramente pastoril, no representan un recurso forrajero de buena calidad, pero son fundamentales para el manejo del sistema forrajero y ocupan extensas superficies a nivel de la comunidad. Un mejoramiento forrajero de estas tierras parece técnicamente posible, sin perjudicar sus otras funciones; sin embargo, necesita una voluntad firme de parte de los comunarios para su manejo y conservación. Al respecto Wodd (1975) citado por Queiroz *et al* (1994), recomiendan también la introducción de plantas forrajeras y cultivos para usarlos como abonos verde. Sin embargo, las intervenciones que requieren la infusión de capital y mano de obra, deben estar basadas en un conocimiento adecuado de las variables socioeconómicas y agrobiológicas.

## 2. Importancia y ventajas de la práticamente.

La práticamente como ciencia es poco conocida en nuestra región al igual que su importancia y ventajas. Flores (1989), considera a esta una actividad zootécnica que data de muchos siglos, prácticamente desde que el hombre realizó la domesticación de los animales, e inició su explotación. Posteriormente, al iniciarse la ganadería como actividad económica, nació como consecuencia la práticamente, que es la ciencia que se ocupa del

estudio general y especial de las praderas y las plantas que se destinan a la alimentación del ganado.

Duthil (1976), realza la importancia considerando que en Francia la roturación de las praderas permanentes menos productivas, las aplicaciones cuantiosas de abonos minerales, la siembra de especies y variedades seleccionadas, los nuevos métodos de explotación de la hierba, constituyen lo que se ha denominado a veces "la revolución forrajera", y hacen que la pradera sea un cultivo de igual importancia que cualquier otro de los que incluyen las alternativas regulares.

Las ventajas del establecimiento de praderas mixtas de gramíneas y leguminosas son las siguientes:

Según Carambula ( ), con estos cultivos se obtiene los máximos rendimientos de materia seca por hectárea, explotando al mismo tiempo en forma eficiente las principales bondades que presentan las gramíneas y las leguminosas.

Las gramíneas como columna vertebral de la pastura muestran: a) productividad sostenida por varios años; b) adaptación a gran variedad de suelos; c) facilidad de mantenimiento de poblaciones adecuadas; d) explotación total del nitrógeno simbiótico; e) estabilidad en la pastura (en especial si son perennes); f) baja sensibilidad al pastoreo y corte; g) baja vulnerabilidad a enfermedades e insectos y h) baja vulnerabilidad a la invasión de malezas.

Las leguminosas se presentan como: a) fijadoras de nitrógeno; b) poseedoras de alto valor nutritivo y c) promotoras de pasturas longevas.

Otra de las ventajas de las praderas mixtas es la obtención de forrajes de mejor calidad alimenticia. Flores (1989), señala que numerosos experimentos han demostrado que las leguminosas sembradas en mezcla con las gramíneas no sólo aumentan sino mejoran la calidad de las proteínas de éstas. En general las leguminosas son forrajes ricos en proteínas, en vitaminas A y en calcio, pero pobres en cuanto a hidratos de carbono. En cambio, las gramíneas forrajeras son generalmente muy ricas en hidratos de carbono y pobres en proteínas. Por eso en las praderas artificiales permanentes, resulta mejor la combinación de pastos no leguminosos en combinación con tréboles y otras leguminosas. Esta combinación produce un alimento mejor balanceado que el de una siembra pura. Con respecto a esto Duthil (1976), reconoce que la hierba pastada tiene un valor nutritivo que no siempre se ha sabido apreciar: su composición es extremadamente variable según el medio, y sobre todo, según el estado vegetativo en el cual se aprovecha y el empleo de técnicas racionales de pastoreo.

Como otra ventaja esta la obtención de un alimento más apetitoso para el ganado, según Carambula ( ), los animales que pastorean en mezclas presentan un mayor consumo que cuando las mismas especies se encuentran en siembras puras, mostrando una mayor apetecibilidad por el forraje y evitándose al mismo tiempo problemas nutricionales y

fisiológicos: meteorismo (leguminosas puras) e hipomagnesia y toxicidad por nitratos (gramíneas puras).

Con las praderas mixtas perennes ya establecidas durante la época de lluvias, Flores (1989), indica que se evita la acción de los agentes de la erosión, al formar una cubierta vegetal tupida que retiene mejor el suelo, además el aumento de materia orgánica o humos que proporciona el variado tipo de raíces y el nitrógeno que fijan las leguminosas en el suelo, son un caso típico de rehabilitación del mismo. Duthil (1976), añade al respecto señalando que a veces, incluso, la pradera se impone como un remedio necesario para el suelo, beneficiando a los restantes cultivos, al crear unas condiciones estructurales mejores y más estables.

Según Flores (1989), con las praderas mixtas se controlan mejor las hierbas espontáneas nocivas, debido a lo tupido y vigoroso del cultivo, las malas hierbas no nacen o son ahogadas si nacen.

Por último, entre otras ventajas se tiene que las praderas mixtas de leguminosas y gramíneas resisten mejor el pisoteo del ganado que una siembra pura de leguminosas.

### 3. GRAMINEAS ESTUDIADAS

#### 3.1 Características generales

Según Flores (1989), la familia de las gramíneas o poáceas en un grupo muy característico que difiere de todas las demás familias, especialmente por los caracteres de sus embriones, semillas, frutos y órganos vegetativos.

Duthil (1976), señala que el limbo de sus hojas es alargado y estrecho; la inflorescencia es en espiga o panícula; su sistema radicular, fasciculado y relativamente poco profundo. Dicho sistema es anual en la mayoría de los casos, es decir, la duración de la vida de una raíz suele ser sólo de un año. El valor nutritivo de las gramíneas está estrechamente ligado a su estado vegetativo: su contenido de celulosa, por ejemplo, varía enormemente en función de la edad de la planta.

#### 3.2 BROMO: *Bromus unioloides*

##### 3.2.1 Descripción de la planta

Carambula ( ), indica que son plantas que se presentan en matas anchas, con macollas comprimidas intravaginales que sostienen una gran cantidad de hojas glabras o vellosas, con vaina entera y lígula truncada. La inflorescencia es una panoja laxa con espiguillas achatadas, cada una de las cuales contiene de 6 a 12 flores. Sus semillas son grandes por lo que su siembra resulta fácil de realizar con cualquier equipo.

##### 3.2.2 Adaptación y manejo

Según Carambula ( ), esta especie se adapta a muchos tipos de suelo, pero en todos los casos requiere alta fertilidad, obteniéndose rendimientos excelentes en los suelos más ricos.

Berlijn (1978), señala que se puede cultivar en forma pura o asociada con otras leguminosas y gramíneas. Se puede establecer tanto en primavera como en otoño. Antes de ser sometida esta especie a un uso intenso, debe permitirse un desarrollo de la planta hasta la floración y producción de semillas. De no ser así, la pastura se deteriora rápidamente y se acorta su periodo de aprovechamiento. Su calidad disminuye a medida que avanza en su desarrollo. Al respecto Carambula ( ), añade indicando que sus plantulas presentan un crecimiento muy vigoroso pero con baja capacidad de macollaje y no tolera los pastoreos continuos ni severos. Este aspecto se complica aún más, teniendo en cuenta que se trata de una especie de alta apetecibilidad, por consiguiente, debe manejarse con gran cautela.

### 3.3 FESTUCA ALTA: *Festuca arundinacea*

#### 3.3.1 Descripción de la planta.

Presenta rizomas extremadamente cortos, macollas rollizas o poco comprimidas, vaina glabra, lámina verde oscuro con la cara exterior brillante y la interior con numerosas nervaduras prominentes. La lígula es coroniforme de 0,5 a 1 mm de alto y las aurículas de 0.5 a 2 mm. Su sistema radicular fibroso es profundo y muy extendido, lo que le permite mejorar los suelos y obtener agua de los horizontes profundos.

La inflorescencia es una panoja laxa en la cual cada espiguilla contiene de 3 a 10 flores las cuales caen a la madurez. La semilla es muy similar a la de raigrás anual de la cual se diferencia principalmente por no poseer arista. (Carambula, ). Según Berlijn (1978), existen 500535 semillas por kilogramo.

#### 3.3.2 Adaptación y manejo

Según Carambula ( ), la festuca se mantiene verde todo el año siempre que disponga de suficiente humedad y niveles adecuados de nitrógeno, mostrando una buena tolerancia a las temperaturas frías del invierno y altas del verano. Debido a que crece en un rango amplísimo de suelos y pH (4.5 a 9.5), se presenta como la gramínea más plástica en este sentido, prefiriendo los suelos fértiles, húmedos y más bien arcillosos. Por su extenso y poderoso sistema radicular, vegeta bien en suelos con drenaje pobre o inundables.

La implantación es muy lenta dado a que sus plántulas son muy poco vigorosas. Como consecuencia es fácilmente dominada por especies anuales de crecimiento rápido (Cowan 1956, citado por Carambula, ). Por esta razón, debe manejarse con mucho criterio, si no se quiere correr el riesgo de perderla por competencia, ya sea de malezas o de especies forrajeras de buen vigor inicial.

La Festuca admite defoliaciones intensas y relativamente frecuentes debido no sólo porque las sustancias de reserva se encuentran en las raíces y rizomas cortos que forman la corona de las plantas, sino también porque por lo general, las plantas presentan áreas foliares remanentes altas luego de los pastoreos (Mac Kee 1967, citado por Carambula, ---). Sin embargo, Berlijn (1978), indica que como la Festuca es una especie lenta en su crecimiento inicial, es conveniente limitar el pastoreo en el primer año de uso. De lo contrario, sería dañada en su instalación y permanencia. Una vez bien establecido el cultivo, puede ser pastoreada hasta una altura de 5 a 10 cm sobre el nivel del suelo. Este

tipo de pastoreo asegura la calidad del forraje consumido y no perjudica al cultivo. Al respecto Burns (1976), citado por Carambula ( ), demostró que con adecuada fertilidad esta especie acepta defoliaciones más o menos severas siempre que previo al corte se permita crecer la pastura aproximadamente un 50 por ciento más alta que la altura del rastrojo.

---

Esta gramínea necesita un suministro de nitrógeno importante, ya sea a través de fertilizantes nitrogenados o mediante la siembra de leguminosas asociadas. En este sentido, sus hojas relativamente erectas le permiten coexistir con las leguminosas, formando en especial con el trébol blanco, una mezcla muy valiosa en Uruguay. Berlijn (1978), añade que la siembra asociada con leguminosas aparte de proporcionar nitrógeno produce un heno de calidad.

Cuando la festuca no contiene una discreta disponibilidad de nitrógeno, cambia radicalmente su comportamiento. Se torna amarillenta, rebrota lentamente y su forraje es poco apetecido o rechazado por los animales.

### 3.3 *Eragrostis curvula*

#### 3.4.1 Descripción de la planta

Según Berlijn (1978), *Eragrostis curvula*, o pasto llorón es una especie perenne que forma una mata densa cuando se le cultiva relativamente separada. Puede llegar a formar un césped en cultivos densos manejados para corte o con alta carga animal. Sus tallos floríferos pueden alcanzar alturas de hasta 1.2 m. Su inflorescencia es una panoja abierta. Es una planta de reproducción por semilla.

#### 3.4.2 Adaptación y manejo

Su cultivo se popularizó como elemento de conservación del suelo en regiones áridas y semiáridas con suelo de poca estructura y susceptible a la erosión eólica o hídrica. Se adapta a suelos de diferentes estructuras y texturas, variando de arenosos a franco arcillosos.

Es una planta de clima templado-cálido, de crecimiento primavero-estival. Se adapta a muchos climas en cuanto a temperaturas y humedad extrema. Resiste a temperaturas superiores a 40 °C. Pero, heladas leves y tempranas detienen su crecimiento. El rango de humedad varían desde 400 mm en zonas áridas hasta más de 1000 mm anuales en zonas tropicales y subtropicales.

Una vez implantado el cultivo, hay que dejar que florezca y semille a efecto de asegurar el desarrollo de un buen sistema radicular, y con ello la permanencia del cultivo. Responde bien a la fertilización nitrogenada, no solo aumentando la producción de materia seca por ha, sino también su calidad. Covas y Cairne (1985), citado por Lobo (1995), mencionan que el pasto llorón es una especie que produce una gran cantidad de forraje si se la compara por ejemplo, con la pradera natural. La producción resulta afectada significativamente por las precipitaciones y por la fertilidad del suelo. Como referencia

para la zona de la estación experimental de Agail (Argentina) se considera normal una producción de materia seca de 5 000 a 7 000 kg/ha, en suelos de mediana y baja fertilidad.

Por tener la hoja fina se adapta a la henificación en lugares de climas húmedos y lluviosos. Sin embargo, el manejo se complica por la poca aceptación del pasto maduro por el ganado.

### 3.5 LOLIUM: *Lolium perenne*

#### 3.5.1 Descripción de la planta

Según Malpartida (1987), gran parte de *L. perenne* es llamado comúnmente, y vendido ocasionalmente, con el nombre de vallico inglés (Raigrás inglés). Bajo todo tipo de condiciones crece en manojos muy definidamente. Alcanza una altura de 30 a 60 cm y lleva mucha hoja. Las hojas suelen ser cortas, lampiñas y completamente rígidas. Están plegadas en la yema. Duthil (1976), indica que su limbo es estrecho y brillante, de color verde puro; nervaduras iguales y paralelas; prefoliación (forma de disponerse las hojas dentro de la vaina), plegada y aplastada; la base del tallo está coloreada por pigmentos antociánicos; la lígula y las aurículas son cortas. Las espigas son delgadas y relativamente rígidas, naciendo las diversas semillas en grupos a lados opuestos del tallo. La semilla carece de barbas. Berlijn (1978), indica que hay 500 535 semillas por kilogramo.

#### 3.5.2 Adaptación y manejo

Para Malpartida (1987), el vallico puede sembrarse al inicio de lluvia. En las regiones en donde los inviernos son rigurosos, se siembra en primavera. Cuando se siembra solo para forraje o para semilla, es recomendable sembrar de 11 a 28 kg por ha. Cuando se siembra con mezclas con otras gramíneas y leguminosas, la cantidad requerida suele ser de 4.5 a 6 kg por ha. Cuando se trata de defensa contra erosión, se aplica una cantidad de semilla doble.

Responde rápidamente a la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Según las condiciones que prevalezcan en cada caso, se hace la aplicación en otoño, en primavera, o a mitad del otoño y mitad de primavera.

Berlijn (1978), indica que el riegrás se cultiva preferentemente para ser destinado a pastoreo directo, aunque también puede utilizarse como heno y ensilaje. También puede cortarse para el consumo directo del ganado estabulado. Cuando se destina a pastoreo directo, responde bien tanto a pastoreo continuo como a pastoreo rotativo.

---

### 3.6 LEGUMINOSAS ESTUDIADAS.

#### 3.6.1 Características generales

De acuerdo a Berlijn (1978), la importancia de la familia de las leguminosas estriba en la cantidad de especies que comprende, en la diversidad de formas forrajeras y en su calidad como recurso alimenticio. Además de ello, poseen la característica de desarrollar, en su sistema radicular, una simbiosis con micro-organismos que les permite hacer un uso directo del nitrógeno del aire para la síntesis de la proteína. Cuando se siembra por primera vez, es aconsejable inocular con una cepa de *Rhizobium* adecuado para asegurar una

nodulación eficaz. La capacidad de fijar el nitrógeno coloca a estos cultivos en la categoría de mejoradores de la fertilidad del suelo, y en esta forma intervienen en la rotación de los cultivos agrícolas y asociados con gramíneas.

Entre las características morfológicas más importantes, según Duthil (1976), está su limbo compuesto por varios folios. La relación hojas/tallos es, por lo general, más alta que la de las gramíneas, así como también es algo superior su contenido en proteínas, que varía menos en función de la planta. Su sistema radicular no es tan fasciculado, y se establece a más profundidad. Las leguminosas tienen la tendencia de formar sus inflorescencias en primavera, en época más tardía que las gramíneas.

### 3.7 TRÉBOL BLANCO: *Trifolium repens*

#### 3.7.1 Descripción de la planta

De acuerdo a Duthil (1976), su largo peciolo soporta tres folios de longitud y anchura iguales, de forma acorazonada y dentados en sus bordes. Tallos rastreros, que emiten raíces por los nudos. Las inflorescencias son globulares y contienen un número alto (50-200) de flores blancas o ligeramente rosadas. Frutos en forma de hoz, que encierran de dos a diez semillas. Según Berlijn (1978), existen 1 764 000 semillas/kg. Como otras características de esta planta Malpartida (1987), señala que es una planta perenne, las plántulas producen hojas en una especie de roseta y una corona pequeña, de la que nacen tallos estoloníferos. Como resultado de su hábito de crecimiento, se puede formar en poco tiempo una vegetación densa, a partir de una población rala de plántulas.

#### 3.7.2 Adaptación y manejo

Según Carambula ( ), el trébol blanco es más utilizado en aquellas zonas donde las temperaturas del verano son moderadas y donde la falta de humedad del suelo no es limitante. De lo contrario, sufre enormemente la falta de agua y, en estos casos se comportaría como una especie anual, dependiendo su persistencia en la pastura de una buena resiembra natural.

Si bien no crece en suelos pobres, muy ácidos o arenosos, produce buenos rendimientos en la mayoría de los suelos siempre que tengan suficiente humedad y cantidades adecuadas de fósforo. Prosperan en suelos fértiles, particularmente arcillosos. En suelos arenosos será necesario elevar el nivel de fertilidad previo a la implantación de esta especie. Por su parte, Berlijn (1978), al respecto indica que se adapta a suelos bien drenados de tipo franco-limoso neutro a ligeramente ácido. No tolera la salinidad o la alcalinidad.

Flores (1989), manifiesta que el trébol blanco cultivar Ladino puede sembrarse en cualquier estación, pero se obtiene mejor rendimiento en la estación lluviosa. Puede sembrarse solo o mezclado con uno o varias gramíneas. Se evita con esto el peligro de meteorización de los animales. Se puede sembrar al voleo mezclado con arena para facilitar la buena dispersión.

Una vez implantado, Berlijn (1978), aconseja mantener una relación entre gramíneas y trébol blanco. Se le mantiene mediante un adecuado balance de nitrógeno que



favorecerá a la gramínea, mientras que un exceso de fósforo y calcio favorecerá a la leguminosa. Uno de los errores fundamentales del manejo, que conspira contra la vida del trébol, es permitir un desarrollo excesivo de la gramínea perenne. Si se pastorea en forma continua, la altura del forraje debe mantenerse entre los 5 y 15 cm.

### 3.8 TREBOL ROJO: *Trifolium pratense*

#### 3.8.1 Descripción de la planta

Carambula ( ), describe al trébol rojo como plantas pilosas con una raíz pivotante fuerte y una corona que se desarrolla muy cerca del nivel del suelo. De ella parten los tallos de porte erecto con hojas muy pilosas y de formas variadas. Las inflorescencias son capítulos globulares y rosados que nacen en los extremos de los tallos (terminales) y poseen de 100 a 150 flores tubulosas, sésiles de 1 a 1,5 cm. El fruto es una legumbre en forma de huevo que contiene una sola semilla. Las semillas son acorazonadas con un hombro mayor que otro y de colores que varían del amarillo al violeta.

#### 3.8.2 Adaptación y manejo

Berlijn (1978), señala que es un cultivo que requiere suelos fértiles, bien drenados, con alta capacidad de saturación de agua. Si bien tolera cierto grado de acidez, desarrolla mejor en suelos cercanos a la neutralidad y ricos en calcio y fósforo. Es muy susceptible a la falta de fósforo, siendo este uno de los principales factores limitantes de su desarrollo y difusión. Kendall ( ) citado por Carambula ( ), indica que llega a crecer con temperaturas moderadas de verano siempre que disponga de cantidades suficientes de humedad. Crece bien a temperaturas entre 7°C y 35°C, aunque las temperaturas altas parecen tener un efecto más depresivo sobre el establecimiento, crecimiento y persistencia, que las temperaturas bajas.

Carambula ( ) indica que en siembras oportunas, compiten fuertemente con otros pastos y leguminosas particularmente bajo condiciones favorables de humedad y temperatura y producen altos volúmenes de forraje en su primer año. Esta característica compensa su vida corta y justifica su inclusión en mezclas para praderas permanentes, las cuales normalmente no son muy productivas en el primer año y principios del segundo. Se desarrolla muy bien en siembras asociadas por poseer un alto grado de tolerancia a la sombra, pudiéndose sembrar hasta 8 kg por hectárea.

Por sus caracteres particulares, (crecimiento casi erecto, corona superficial, susceptibilidad al pastoreo, ciclo de reservas, etc) el trébol rojo se presenta como una planta apta para ser tratada bajo régimen de cortes.

### 3.9 VICIA: *Vicia sativa*

#### 3.9.1 Descripción de la planta

Según Flores (1989), sus tallos son débiles, rastrocos o con tendencia a trepar por otras plantas; crece de 60 cm a 1.5 m, dependiendo de la especie y de la forma de siembra. Sus hojas están compuestas por folios que terminan en zarcillos; la inflorescencia es en racimo con flores abundantes de color blanco violáceo; las vainas son alargadas,

amarillentas, con 6 o 7 semillas redondas u ovaladas de color rojizo o negruzco, a veces amarillentas.

---

### 3.9.2 Adaptación y manejo

Es una leguminosa que se acomoda a climas templados, en cuanto a suelo, requiere suelos limosos, arcillosos y también arenosos, siempre que no sean muy húmedos. Son poco resistentes a la sequía. Los mejores suelos para cultivar la *Vicia sativa*, son los de migajón con un pH ligeramente alcalino y los riegos deben realizarse según las necesidades. En cuanto a la densidad se usa 150 kg/ha en cultivo puro y 25-30 kg/ha en cultivo asociado. (Veizaga, 1984)

La preparación del terreno se efectúa con una arada profunda y dos pasadas de rastra con su respectivo mullido. Ordinariamente se siembra después de los cereales, como también en forma simultánea, no es muy exigente en nutrientes, requiere poco nitrógeno y fósforo, pero mayor cantidad de potasa y cal.

Puede utilizarse en estado verde y en seco: como ensilaje o en forma de paja, también se utiliza como abono verde. Es apto para corte y pastoreo, solo puede emplearse para pastoreo permanente siempre que la semilla este dura y tenga la capacidad de sembrarse por si mismo.

## VII. MATERIALES.

### 7.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO Y DESCRIPCION

El presente ensayo se realizará en las comunidades de Piusilla, Kolque Joya y Boquerón K'asa, ubicada la primera en la provincia Ayopaya 2ª Sección: Morochata y las dos últimas en la provincia Tiraque del departamento de Cochabamba.

Piusilla está ubicada a 62 km. de la ciudad por camino carretero. La altura es de 3400 – 3800 msnm. Se caracteriza por tener una topografía accidentada con agroecozonas que se diferencian por la altura 2800 a 3800 msnm. Tiene un clima templado, siendo su temperatura ambiental anual de 15°C, las precipitaciones empiezan en agosto y duran hasta abril; alcanzando a 800 mm como promedio anual con una humedad relativa de 35% a 77%, la ubicación geográfica es de 17°15' de latitud Sud, y 66°33' longitud oeste. (DRP: San Isidro-Piusilla, 1996)

La comunidad de Kolque Joya se encuentra al Nordeste de la población de Tiraque, a una distancia de 4 a 6 Km. La población de Tiraque se ubica a 72 Km. sobre el margen izquierdo de la carretera antigua de Cochabamba a Santa Cruz, y tiene un camino de acceso que comunica a las poblaciones de Tiraque, Cochimita y Sankayani. La micro región de Kolque Joya tiene una altura de 3 580 msnm, su ubicación geográfica es de 17° 25' latitud Sud y 65°40' longitud Oeste. La comunidad tiene una temperatura promedio de 11°C y una precipitación promedio anual de 531 mm, esta zona también se caracteriza por tener una topografía accidentada. (DRP: Kolque Joya, 1996)

Boqueron K'asa se encuentra al sur este de la población de Tiraque a la derecha de la carretera antigua Cochabamba Santa Cruz, en el kilometro 76 y tiene un camino de acceso que cruza toda comunidad comunicando con la población de Vacas además de comunicarse con otros caminos provisionales de acceso a las comunidades vecinas. Tiene una elevación de 3 580 msnm. La ubicación geográfica es de 17° 30' de latitud sud y 65° 40' de longitud oeste. La temperatura promedio es de 11°C, la precipitación promedio anual de 531 mm. Los meses de mayor precipitación y frecuencia son enero y febrero y la temperatura más elevada en los meses de octubre y noviembre; las heladas comienzan en el mes de mayo hasta agosto siendo el mes mas intenso junio. (DRP: Boquerón K'asa, 1996)

## 7.2 Material vegetal.

### Gramíneas:

- *Bromus unioloides*
- *Lolium perenne*
- *Festuca alta*
- *Eragrostis curvula*

### Leguminosas:

- *Trifolium repens*
- *Trifolium pratense*
- *Vicia sativa*

## 7.3 Material de campo.

- Cinta métrica
- Estacas
- Fertilizantes (Urea y 18-46-0)
- Bolsas plásticas
- Cuadro de muestreo (1m2)
- Máquina fotográfica
- Rollo de película
- Pita
- Rastrillos
- Tijeras para cortar muestras

## 7.4 Material de laboratorio.

- Balanza
- Estufa
- Reactivos para análisis

## 7.5 Materiales de escritorio

- Computadora
- Cuaderno de registros de campo
- Lapiceros
- Hojas de papel
- Diskettes

## VIII. METODOLOGIA.

### 8.1 Establecimiento de la pradera

En superficies de 700 – 1 000 m<sup>2</sup> se sembrará una mezcla de siete especies de pastos con un tercio de su densidad normal: leguminosas 8 kg/ha y gramíneas 6 kg/ha. utilizando el método de siembra al voleo y tapando con un rastrillo para yunta de bueyes. En el momento de la siembra se aplicará la primera fertilización con 18-46-0 a razón de 40 kg/ha, posteriormente se realizará una segunda aplicación con úrea para completar el requerimiento de 40 kg/ha.

## 8.2 Evaluación de las praderas.

Para realizar los muestreos en las praderas sembradas y las nativas, se utilizarán por parcela 10 cuadrados fijos, de 625 cm<sup>2</sup> (25cm\*25cm) y un marco de 1m<sup>2</sup> (1m\*1m), para los muestreos al azar.

Para evaluar el rendimiento de materia seca (M.S.) se tomarán 5 muestras al azar, utilizando el marco, cada 15 o 30 días, dependiendo de la velocidad de crecimiento. En la mitad de la superficie se cortará al ras del suelo y en la otra mitad a 5 cm por encima de la superficie del terreno. Las muestras se pesarán en fresco independientemente, y se identificará el lugar, de acuerdo a la fecha de corte, para realizar observaciones y evaluaciones del rebrote. De la muestra total se tomará 200 gr de forraje verde para secar en el horno a una temperatura de 60°C, hasta llegar a un peso constante. Los resultados serán expresados en kg de M.S./año. Al concluir la etapa de evaluación, paralelamente al último muestreo se determinará de la misma forma el rendimiento de materia seca en los sitios de rebrote.

La calidad nutritiva se determinará utilizando los mismos muestreos empleados para la materia seca. En el análisis bromatológico se cuantificará la proteína cruda, fibra cruda y extracto no nitrogenado.

Para establecer los patrones de crecimiento, se medirá la altura de 10 plantas por especie cortados a nivel del suelo y escogidas al azar, utilizando un cuadro, el cuál, será lanzado sobre el terreno a distancias mas o menos equidistantes.

La composición botánica se determinará mediante el conteo de las plantas en los cuadrados fijos cada 15 o 30 días dependiendo también de la velocidad de crecimiento.

En función de los patrones de crecimiento y la composición botánica de la pradera sembrada, se establecerá la compatibilidad o afinidad de los componentes en la asociación.

En el análisis económico se determinará los costos de oportunidad de establecer una pradera sembrada y de dejar en descanso el terreno para su repoblamiento natural con especies nativas.

En base a los rendimientos de materia seca mediante fórmulas se estimará la carga animal por año que puede soportar cada pradera.

Paralelamente a todo este trabajo, desde el momento de la siembra, se realizará una evaluación participativa con los agricultores del lugar. Este tipo de evaluación se dividirá en una evaluación abierta que consiste en captar mediante dialogos las impresiones de los agricultores; y una evaluación absoluta por medio de encuestas informales pre-elaboradas.

IX. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

ACTIVIDADES	EJECUTORES	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
<b>PRADERA NATIVA</b>													
Identificación de Especies claves	Tesista-asesor Agricultor		*										
Determinación de La composición botánica	Tesista-asesor		*	*									
Determinación del Rendimiento	Tesista-asesor			*	*	*	*						
Conteo de Plantas	Tesista-asesor			*	*	*	*						
Muestreo de plantas Individuales	Tesista-asesor			*	*	*	*						
<b>PRADERA ARTIFICIAL</b>													
Siembra de pastos Mejorados	Tesista-asesor Agricultor	*											
Protección con cerco Perimetral	Tesista-asesor Agricultor		*	*									
Muestreo de plantas Individuales	Tesista-asesor			*	*	*	*						
Determinación de Rendimiento	Tesista-asesor			*	*	*	*						
Conteo de Plantas	Tesista-asesor			*	*	*	*						
Evaluación Participativa	Tesista-asesor Agricultor	*	*	*	*	*	*						
<b>TRABAJO DE LABORATORIO</b>													
Análisis de Suelo	Tesista	*											
Análisis Bromatológico	Tesista						*						
<b>TRABAJO DE ESCRITORIO</b>													
Revisión de Literatura	Tesista-asesor	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Preparación del Documento final	Tesista-asesor								*	*	*	*	

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

- BERLIJN, J.D., et al. 1978. Cultivos forrajeros. Corporación Técnica Internacional de la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria. México, D.F. 104 p.
- 
- BERLINJ, J.D., et al. 1978. Pastizales naturales. Corporación Técnica Internacional de la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria. México, D.F. 76 p.
- CALZADA, B.J. 1982. Métodos estadísticos para muestreos. 3 ed. Lima, Perú. Editorial Jurídica.
- CARAMBULA, M. Producción y manejo de pasturas sembradas. ed. Montevideo, Uru. Editorial Hemisferio Sur.
- DUTHIL, J. 1976. Producción de forrajes. 3 ed. Madrid, España. Ediciones Mundi Prensa.
- FLORES, J.A. 1989. Bromatología animal. 3 ed. México, D.F. Limusa.
- JIMENEZ, A.M. 1976. Gramíneas. Cochabamba, Bol. Imprenta Visión.
- LOBO, F. 1995. Fertilización nitrogenada en producción de semilla de pasto llorón (*Eragrostis curvula Scharader Ness*). Tesis Tec. Agr. Cochabamba, Bol. Universidad Mayor de San Simón. Escuela Técnica Superior de Agronomía.
- MALPARTIDA, E. 1987. Producción de pastos cultivados. Universidad Nacional Agraria - La Molina. Perú.
- SEMINARIO SOBRE LAS DINAMICAS DEL DESCANSO DE LA TIERRA EN LOS ANDES. (1993, LA PAZ, BOL.). 1994. Uso pastoril de las tierras en descanso en una comunidad agropastoril del Altiplano boliviano. Ed. por Genin, D. y Fernandez, J. La Paz, Bol. Editorial Artes Gráficas Latina. p 201-213.
- SEMINARIO SOBRE LAS DINAMICAS DEL DESCANSO DE LA TIERRA EN LOS ANDES. (1993, LA PAZ, BOL.). 1994. La estructura y composición botánica de la vegetación de los campos agrícolas de la comunidad de San José Llanga, central, en función de los suelos y periodo de descanso. Ed. por Queiroz, J.; Barrera, C.; Valdivia, J. La Paz, Bol. Editorial Artes Gráficas Latina. p 215-224.
- VEIZAGA, J.C. 1984. Cereales menores en siembras puras y asociadas con vicia en Pocona. Tesis Ing. Agr. Cochabamba, Bol., Universidad Mayor de San Simón "Martín Cárdenas". p 23-25.

## PEFIL DE TESIS

### I. TITULO.

Monitoreo de sistemas de alimentación existente en animales de trabajo en los valles interandinos de Bolivia.

### II. RESPONSABLE.

Egr. Agr. Victor Copa Cortez.

### III. ASESORES.

Ing. Agr. Leonardo Zambrana Vidal.

Ing. Agr. Enrique Fernandez Sanguenza.

Ing. Agr. Jorge Velasco.

### IV. COLABORADORES.

Centro de Investigación, Formación y Extensión en Mecanización Agrícola (CIFEMA).

Silsoe Research Institute (SRI).

Natural Resources Intitute (NRI)

FAO División de Producción y Sanidad Animal

### V. JUSTIFICACION.

La desnutrición en animales de trabajo ha sido identificada en las comunidades de K'olque Joya (246 bueyes) y Boquerón K'asa (180 bueyes) en Tiraque; Sarco K'ucho (80 bueyes), Sarcobamba (100 bueyes) en Capinota, como uno de los problemas mas graves en el manejo de yunta de bueyes. Por éstos motivos hay la necesidad de evaluar y analizar los sistemas de alimentación existente en más detalle, para la planificación e introducción de opciones viables para mejorar la alimentación de los animales de trabajo (Flores y Cadena 1996)

La preferencia de uso es primero los bueyes, esto se debe a la utilidad del mismo en trabajos agrícolas primarias y siembra para el agricultor, porque depende de éstas actividades para que los cultivos tengan un buen rendimiento e ingresos.

Según DRP indica: Al mejorar los implementos agrícolas, se requiere también mejorar el ganado de tiro como: Alimentación, salud, raza y estabulación, con lo que se prevee un aumento de los rendimientos de cultivo.

En éste sentido es muy importante recolectar datos sobre la disponibilidad de alimento, los requerimientos nutritivos y la energía de trabajo en los bueyes, según los cambios estacionales del año en los sistemas de alimentación para mejorar el aprovisionamiento de recurso pecuario.

## V. OBJETIVO GENERAL.

- Determinar el comportamiento de la disponibilidad de alimento y la energía de trabajo para animales de trabajo según los cambios estacionales durante el año.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Identificar y describirlos sistemas de la alimentación actual en los animales de trabajo (bueyes), en las localidades donde se realiza la investigación.

Analizar y determinar los requerimientos nutritivos para animales de trabajo según las diferentes localidades , como también según las estaciones del año.

Realizar un análisis fisiológico y económico de sistemas de alimentación.

- Realizar un analisis de alternativas de alimentación según los cambios estacionales durante el año.

## VII. HIPOTESIS.

Los sistemas de alimentación de animales de trabajo no son adecuados para un normal desenvolvimiento de la yunta de bueyes durante el trabajo agrícola.



## VIII. MARCO TEORICO.

### 1. REQUERIMIENTO NUTRICIONAL.

El requerimiento nutricional para toros adultos está en relación del peso vivo del animal, si un toro que pesa 500 Kg. Peso vivo se tiene el siguiente requerimiento: Materia seca 7.89 kg. Energía digestible 19.15 Mcal., proteína cruda 789 gr. , proteína pasante 161 gr., proteína degradable 472 gr., calcio 20.3 gr., fósforo 12.5 gr.

### 2. SISTEMAS DE ALIMENTACION LOCAL DE ANIMALES DE TRABAJO EN LAS LOCALIDADES DE CAPINOTA Y TIRAQUE

#### 2.1 SITUACION ACTUAL:

**CAPINOTA:** Las comunidades de estudio son Sarco K'uchu y Sarco Bamba.

El suministro de alimento en éstas localidades son similares ; Sarco k'ucho los bueyes consumen pasto nativo de diciembre a mayo , pasto nativo con chala de maiz de junio a noviembre; Sarcobamba el consumo de pasto nativo de enero a mayo, de julio a octubre, pasto nativo mas chala de maiz y camote.

**TIRAQUE:** En la comunidad Boquerón K'asa de enero a mayo consumen pasto nativo, de julio a diciembre paja de cebada ,avena, trigo.

#### 2.2 PRODUCCION DE FORRAJE.

La producción de forraje es bastante limitado en los diferentes lugares de estudio en forma general, los factores son varios como: el costo de oportunidad del terreno, el minifundio. falta de agua para riego, y otros. Si hay producción de forraje las especies cultivadas son la alfalfa y cebada y otras especies muy raras veces.

### 2.3. ALIMENTACION CON RESIDUOS DE COSECHA.

Una vez realizado la cosecha de las mazorcas , queda como residuo de la cosecha la chala , que es consumido por los animales tal como ofrecido o realizando un corte con hós para que sea almacenado para la época ha de faltar forraje.

### 2.4. MALEZAS DE LOS CULTIVOS COMO ALIMENTO DEL GANADO.

La maleza extraído de los cultivos , es proporcionado a los animales tal como ofrecido, y aveces con chala de maíz u otro insumo.

## 3. PESO Y POTENCIA DE LOS ANIMALES.

El esfuerzo de tracción que puede obtenerse de los animales depende más que de ningún otro factor de sus características individuales , es decir, raza, sexo, edad, peso, tamaño, calidad de alimentación, entrenamiento para el trabajo , salud , etc.

Estudios generales sobre el rendimiento de los bueyes han mostrado que su rendimiento total (la energía provista por el animal, y utilizable para el trabajo dividida entre la energía contenida en su ración ) en un periodo largo de trabajo es de 0.10

Esta idea de rendimiento , que puede ser expresada con precisión , enfatiza el hecho de que los animales de trabajo sólo pueden ser eficientemente utilizados si reciben suficiente alimento.

## IX MATERIALES

- Ergómetro.
- Balanza.
- Cuaderno de registros.
- Hoja de campo.
- Máquina fotografica
- Rollo de película.
- Bolsas plásticas.
- Computadora.

## X METODOLOGIA

### 1 TECNICAS DE INVESTIGACION PARTICIPATIVA.

#### 1.1. IDENTIFICACION DE CAMPESINOS COLABORADORES.

Para el estudio participativo de monitoreo de sistemas de alimentación existente; Se identificará 4 familias campesinas en Boquerón K'asa en Tiraque, por otra parte se identificará 4 familias campesinas en Sarcobamba (Capinota).

## 1.2. PLANIFICACION PARTICIPATIVA DEL ESTUDIO.

En una reunión conjunta con los campesinos colaboradoras y tesista, se definirá un cronograma de actividades en los siguientes aspectos: Dias de visita y tiempo de estadia en cada finca, también se acordará fôrmas de procedimiento de trabajo.

## 1.3. OBTENER LOS DATOS IMPORTAANTES DE LA FINCA.

Se realizará entrevista con todos los campesinos colaboradores y otros campesinos, para determinar el tamaño y el número de las parcelas, identificar los cultivos en las finca

Iniciar el monitoreo intensivo en las localidades de Sarcobamba en Capinota y Boquerón K'asa en Tiraque, con 4 familias campesinas en cada comunidad. Cada mes se dedicará un día a cada finca para tomar datos en las áreas des critas en la hoja de campo, como: Alimentación, pastoreo, trabajo, peso y condición de los animales y datos de clima.

### 1.4.1. ALIMENTACION.

Se realizará un estudio sobre las cantidades y calidad de alimento que se suministre diariamente a los animales de trabajo asi mismo el número de suministro por día y el horario de alimentación; La fuente de alimentación ( donde se producen, como se transportan al sito de alimentación ), tiempo de acceso.

Tratamiento de la alimentación, adiciones o mezclas con ( rastrojos, cebada verde y otros).

Responsables para la alimentación de los animales, quien de la familia proporciona el alimento al ganado.

Diferencias de alimentación, en éste caso es importante conocer si la alimentación varia de día a día, semana a semana o periodicamente en relación a la disponibilidad de forraje, cambio de lugar de los animales.

Pesar la cantidad de alimento ofrecido y rechazado, para conocer la cantidad consumido por el animal; se tomará una muestra representativo del alimento ofrecido para su respectivo análisis de laboratorio.

#### a) CUANTIFICACION DE LOS INSUMOS DE A ALIMENTACIÓN

##### FORRAJE.

Se cualificará los forrajes utilizados en la alimentación de los yuntas de bueyes elaborando un registro de campo y cuantificar el aporte nutricional de cada uno de los mismos, en términos de nivel nutricional, realizando un analisis de laboratorio y aplicando fórmulas para estimar.

##### RASTROJOS.

Muchas veces los animales consumen los rastrojos a voluntad propia , para éstos casos es importante estudiar la cantidad y calidad , para lo cual se tomará muestras y se estimará el peso.

## -DESECHOS.

En ciertas épocas del año después de la cosecha de los cultivos existen desechos y malezas extraídas, para éstos casos se cualificará las malezas comestibles y las malezas no comestibles.

### 1.4.2. EVALUACION DEL TRABAJO.

Se determinará el trabajo hecho por los animales en julios, por otra parte la energía gastada en julios, para lo cual se instalará en el sistema del arado para yunta de bueyes el instrumento denominado ergómetro, se tomará dato al final de la jornada de trabajo.

Además se realizará un estudio bajo las siguientes características:

- Horario de trabajo (incluyendo tiempos de descanso), en la mañana como también en la tarde.
- Lugar de trabajo ( lugar, distancia de la casa).
- Tareas a la que son sometidas en el jornal de trabajo con la yunta de bueyes.
- Responsables para realizar el trabajo con los animales, es caso de alquiler bajo que condiciones se realiza.
- Condiciones del suelo como las propiedades físicas que presenta el lugar de trabajo.

## 2. ANALISIS PROXIMAL DE LOS INSUMOS ALIMENTICIOS.

### 2.1. FRACCIONAMIENTO QUIMICO.

- Determinación de la materia seca y la cantidad de agua.
- Determinación de extracto etéreo.
- Determinación de la proteína bruta
- Determinación de la ceniza
- Determinación de la fibra cruda.
- Determinación de extracto libre de nitrógeno.

## 3. ESTIMAR LA ALIMENTACION PARA LOS BUEYES

### 3.1. PESO VIVO DEL ANIMAL (buey).

En función del peso vivo del animal, se determinará el requerimiento nutricional que debe recibir el buey que la misma debe ser recomendada con los insumos locales.

### 3,2. DETERMINAR EL REQUERIMIENTO NUTRICIONAL.

Según el peso vivo del animal se define el requerimiento en:

- DMI consumo de cantidad de materia seca en kilogramos por día.
- ME energía metabólica en megacalorías por día.
- PC proteína cruda en gramos.
- UIP proteína pasante en gramos.
- DIP proteína degradable en gramos.
- Ca calcio en gramos.
- P fósforo en gramos.



## HOJA DE CAMPO

Localidad.....

..Fecha.....

Actividades	Agricultor 1	Agricultor 2	Agricultor 3	Agricultor 4
Alimentación: Horario de oferta Peso alim.(ofrec) Peso alim (rechasado) Mezcla de alim. Responsable Cambio de alim.				
Pastoreo: Horas y duración Lugar Distancia Amarrado o libre Tamaño sogas Formas de				
Trabajo: Horario de trab. Descanso Distancia a Hrs de trabajo Signos de cansancio Responsable (s) Alquiler Precio				
Clima: Temperatura Humedad Nubosidad				
Peso vivo Condición del animal..				

## PROYECTO DE TESIS

### I. TITULO

**“RENDIMIENTO DE TRES ESPECIES FORRAJERAS AVENA, CEBADA Y TRITICALE EN SIEMBRA PURA Y ASOCIADA PARA MEJORAR LA ALIMENTACION DE ANIMALES DE TRABAJO”**

### II. RESPONSABLE.

Egr. Agr. Silvio Nina Martinez

### III. ASESORES:

Ing. Agr. M.S, c. Leonardo Zambrana Vidal

Ing. Agr. M.S, c. Jorge Velasco Lora.

Ing. Agr. M.S, c. Franz Gutierrez

Bsc. MSc. PhD. Rob Paterson

### IV. COLABORADORES

- Proyecto Mejoramiento Tracción Animal
- Natural Resources Institute (NRI)
- División de Producción y Sanidad Animal (FAO)
- Centro de Investigación de Forrajes (C.I.F.).
- Centro de Investigación Agrícola Local (CIAL)-Piusilla
- Silsoe Research Institute (SRI).



## V. JUSTIFICACION.

La zona de Piusilla (Morochata) y Tiraque presentan condiciones climáticas para el cultivo de la papa y debido a su topografía accidentada la forma de trabajo se basa en la utilización de yuntas de bueyes. La mecanización agrícola en base a fuerza motriz es posible ver en una proporción muy limitada en la zona de Tiraque, donde existen parcelas con menos pendiente. Sin embargo, aún en estos suelos el uso generalizado es la yunta de bueyes.

En ambas zonas existe un sistema de producción casi común que es la papa en primer lugar, haba en segundo lugar y una gramínea que puede ser trigo, cebada o avena. El propósito de la incorporación de la cebada en la rotación, en la zona de Tiraque, podría pensarse de que se trata como producción de forraje, sin embargo también es para el mercado como materia prima para la fabricación de cerveza. Por lo tanto la producción de forraje es mínima y no cubre las necesidades del mantenimiento de los animales de trabajo, en cambio la producción de avena, en superficies reducidas (500-1000 m<sup>2</sup>) es para la alimentación del ganado exclusivamente. A consecuencia de la escasa producción de forraje algunos agricultores venden sus yuntas pasada la época de siembras y vuelven a comprar para la siguiente época pagando sumas elevadas en relación al precio de venta por yunta, esto implica pérdida de dinero y tiempo en adiestrar una yunta nueva.

La alimentación de las yuntas esta basada en la avena en algunos casos y los residuos de cosecha de cebada, maíz, haba, trigo y papa ("yura") siendo la forma más habitual de alimentación. Como complemento de esta forma de alimentación es el pastoreo en los terrenos de descanso, como pradera natural con especies nativas de crecimiento lento y escasa producción; en la zona de Piusilla, (Morochata) existen praderas nativas a donde echan el ganado cuando no existen ninguna reserva de alimento.

El propósito del presente trabajo es estudiar la posibilidad de incrementar producción de forraje en cantidad y calidad, para satisfacer la demanda de alimentación de los animales de

trabajo, lo cuál requerirá estimar la superficie mínima de terreno que deba destinarse en base a los rendimientos obtenidos en el estudio. Por lo tanto los objetivos del presente trabajo son:

#### OBJETIVO GENERAL.

- Incrementar la disponibilidad, cantidad y calidad de forraje para la alimentación de los animales de trabajo.

#### OBJETIVOS ESPECIFICOS.

-Determinar los niveles de rendimiento y calidad nutritiva de cereales menores, avena, cebada y triticale puro y asociada con *Vicia sativa*.

- Estimar la superficie mínima de terreno que debe destinarse para la producción de forraje para cumplir los requerimientos de alimentación suplementaria.

- Diseñar sistemas de manejo para optimizar su uso.

Realizar el análisis económico y costo de oportunidad de producción de forrajes.

#### HIPOTESIS

Las diferentes especies forrajeras no tienen igual rendimiento en producción de materia seca en cultivo puro y asociado con *Vicia sativa*.

## 1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Importancia de las especies forrajeras

Cabrera (1966), manifiesta que la falta de forraje durante los meses de temperaturas bajas, las heladas determinan el estancamiento del crecimiento de las pasturas generalmente a partir del mes de mayo hasta los primeros calores primaverales de septiembre.

La selección de especies de invierno constituye una de las principales preocupaciones de la ganadería. En dicha situación, el productor debe tener en cuenta la elección de diferentes especies de cultivos, los cuales de acuerdo con sus características podrán cumplir las necesidades de cada una de ellas.

La selección de especies forrajeras es un método de selección que debe tener en cuenta las características favorables y que se puedan satisfacer las exigencias de la ganadería en la región determinada.

Berlyand (1966), manifiesta que un incremento en la eficiencia de la producción forrajera puede lograrse mediante la introducción al cultivo de especies de pasturas mejores en referencia a la cantidad y calidad de producción.

Cabrera (1966) cita que la introducción de especies de pasturas de otras regiones es el más eficiente y económico método de selección.

## **2. Importancia de los cultivos anuales, puros y asociados.**

La importancia de la producción de forrajes, en base a cultivos anuales constituye un recurso en la alimentación del ganado debido a que reduce el costo de producción, proporcionando un alimento barato y equilibrado en periodos críticos.

Berlijn (1978), sostiene que los cereales forrajeros tienen la característica de producir alta cantidad y calidad de alimento concentrado en un corto período de tiempo. Los cereales forrajeros de invierno tienen un alto contenido de proteínas e hidratos de carbono solubles y un bajo contenido de fibra que es muy poco lignificado.

Carambula ( ), menciona que las gramíneas constituye indudablemente el volumen más importante de forraje para los animales.

Sin embargo, para que mantengan una alta producción es necesario contar con una fuente apropiada de nitrógeno, lo que se logra fundamentalmente mediante siembras asociadas con leguminosas con la aplicación de fertilizantes nitrogenadas.

Berlijn (1978), indica que la leguminosa posee la característica de desarrollar, en su sistema radicular, una simbiosis con micro-organismos que les permite hacer uso directo del nitrógeno del aire para la síntesis de la proteína. Esta coloca a estos cultivos en la categoría de mejoradores de la fertilidad del suelo, y en esta forma intervienen en la rotación de los cultivos agrícolas y asociados con gramíneas.

Malpartida (1987), indica que las mezclas de leguminosas y gramíneas tienen ventajas. como la disminución de problemas de timpanismo, suministran un alimento de mejor calidad al ganado, puesto que las gramíneas suministran energía y las leguminosas suministran proteínas necesarias. Con las mezclas de forrajes los gastos de fertilizantes se reducen en parte, debido a que las leguminosas suministran nitrógeno atmosférico al suelo y con este elemento ayuda a mantenerse vigorosa a la gramínea; solamente necesitarán fósforo y potasio. Las mezclas elevan el rendimiento y la calidad de los forrajes y es más apetecible para el ganado.

### 3 Característica de las p... en tud

Cereales.

Machado. tado por Gutierrez ( 98 ), indica que en las regiones templadas des menores participan de la programación del cultivo de forrajeras, pa alimenta gan po periodo definido que el rendimiento de especies perennes disminuye considerablemen como ocurre la estación fría del año

El de estos cereales depend principalmen de la cantida de prof mas ien: (Berlijn, 97 ).

Se trata de plantas muy diversas, pero todas muy hojosas. La duración de su ciclo vegetativo habrá de siempre reducida (tres cuatro meses por término medio), ore inferior año de forma que se pueda cultivar consecutivamente (Duthil, 97

En los cereales, conveniente brar semilla proveniente del año agrícola ant semilla seleccionada de variedad apropiada. Est favorece una germina mas pidamente uniforme crecimiento narejo (Carambola,

En condiciones normales de humedad del suelo las semillas germinan entre los cinco die días de la bra De una semilla de cereales se desarrollan vario tallos sto se llam amacollamiento El número de tallos depende primer lugar de la variedad. embargo uando se ibr yor distancia, btien amacollamiento. Los días cortos duran germinación, también favorecen el amacollamient (Berlijn, 97

**Ave** (*Avena sativa*).

egún Flo ( ), es forraj bien conocida tiene papel mporta la limentación de los animales Es forrajera propia para el cultivo de las zonas frías templade fr

Se puede utilizar como forraje verde. Puede recolectarse cuando el grano se halla en media evolución. Con este se puede preparar también heno que resulta algo duro, nutritivo y aceptado de buen grado por los animales. Donde vegeta la cebada suele cultivarse la avena en mezcla con ella para la alimentación del ganado.

#### Distribución y adaptación.

La avena es uno de los cereales que puede adaptarse a una gran variedad de climas semicálidos, templados y fríos, puesto que se cultivan desde una altura de 1000 msnm. En general crece en regiones de clima frío seco y frío húmedo, regiones donde las bajas temperaturas son factor limitante, pueden emplearse variedades de invierno. En Bolivia la avena se cultiva hasta 3000 metros sobre el nivel del mar.

Malpartida (1977), indica que las características de la avena son su rusticidad, es muy exigente con los suelos, tolera las sequías y es resistente a las fuertes heladas. En zonas altas (más de 3000 m.) con aplicaciones de guano de corral y cierta disponibilidad de agua, la avena da buenos rendimientos.

Flores (1989), menciona que la avena forrajera propia para el cultivo de las zonas frías y templado frías.

Crece bien en suelos más variados, pero alcanza mayor producción en los suelos livianos y húmidos.

Arambula (1981) señala, que cuanto más precoz sea la avena, tanto más importante es su contribución a la producción de forraje de las mezclas, mayor es la respuesta al fertilizante nitrogenado.

Quintero y A. (1981), mencionan que el cultivo de la avena en regiones frías secas y frías húmedas, siendo más exigente con la humedad del suelo que otros cereales menores.

debiéndose esta **que consume más agua** que otros cereales para la síntesis de **kilogramo de materia seca**, adaptándose bien a las condiciones de alta precipitación pluvial.

## 2.2 Cultivo

Según Berlijn (1978), la cantidad de semilla en un kilogramo **la cantidad sembrar de la** **ativa es 2866 kg y 65- 00 kg/ha** la profundidad de siembra será lo **superf** **uniforme posible**. Dicha profundidad no será mayor de **no menor de**

Se **la** considera como exigente **cuanto** **la** preparación del suelo, **conviene** mullir bien **el terreno** debido **que** oportuna preparación permite **obtener rendimientos buenos**.

Berlijn (1978), menciona que antes de cultivar **la** **avena**, **necesario** analizar el suelo **para** determinar **fertilidad, acidez y salinidad**.

La planta necesita agua durante la época de germinación. Luego necesita bastante agua **hasta** **la** formación del **huevo**, el periodo de **maduración** **primera** etapa de **maduración** del **grano**.

El nitrógeno **es** necesario **para** mantener **el** follaje **de** este **es** indispensable **para** **se** realice **la** función fotosintética. La cantidad de nitrógeno disponible influye **la** **cantidad** de **proteínas** contenidas **en** el **grano** también **el** follaje requieren **mayor** cantidad de **nitrógeno** **durante** el periodo de **maduración**.

Gutiérrez (1989), indica que por tratarse de líneas **variedades** seleccionadas **para** **la** producción de forraje **los** rendimientos de **forraje** **seca** son satisfactorios superiores **1000** **g/ha**.

### 3.2.3. Utilización.

Según Gutierrez (1989), la *Avena sativa* entre los cereales menores es la especie más utilizada como forrajera de primavera y verano en los valles andinos y el altiplano de Bolivia. Por ser la más productiva, de alto valor nutritivo, excelente palatabilidad y por su facilidad de conservación, como heno o ensilaje, constituye una alternativa para la época crítica del año (otoño-invierno), donde la escasez del forraje se manifiesta porque las especies pratenses en esta época bajan considerablemente su producción.

Veizaga (1984), indica que por su calidad forrajera puede consumirse en estado verde, henificado o ensilado. Se utiliza generalmente en estado fresco, estado en que es más apetecible y de mayor rendimiento. Cuando la producción sobre pasa las necesidades, se puede transformar en heno o ensilaje.

Malpartida (1987), también sostiene que el estadio de floración, es el más recomendable para su empleo, bien sea como forraje de corte, heno o preparación de ensilaje.

Con la madurez del forraje se incrementa la materia seca, fibra cruda y energía bruta, pero disminuye el contenido de proteína cruda.

### 3.3. Cebada (*Hordeum vulgare*).

Apaza y Coulombe (1982), indican que la cebada (*Hordeum vulgare*), es considerada como el primer cereal utilizado para la alimentación humana desde tiempos remotos y se supone que procede de los centros de origen en el Sud-Este de Asia y en Etiopía.

Cereal cosmopolita, con formas muy precoces que lo destacan sobre los de más cultivos. Soporta temperaturas altas pero no es resistente a la sequía. No soporta humedad excesiva. Es altamente susceptible a daños por efectos del diente y pisoteo sobre todo en suelos húmedos, por su sistema radicular superficial. Muestra gran facilidad para espigar muy temprano y es poco



resistente a la acción de las heladas. Para pastoreo directo es poco tolerante comportándose en forma similar a *Avena sativa*. Esta especie es altamente susceptible a varias enfermedades a hongos, (Carambula, ).

### 3.3.1. Distribución y adaptación.

Crecimiento de la planta trae consigo, evidentemente la necesidad de encontrar condiciones muy favorables, desde el punto de vista climático y de nutrición. Referente al clima es tolerante a la sequía, debido a su menor transpiración y buen desarrollo radicular resiste muy bien a la helada; en cuanto al suelo el cultivo de cebada, no es mayormente exigente, se adapta preferentemente a las de mediana consistencia, con tal de estar bien drenado. (Veizaga, 1984).

Carambula ( ) señala, que la cebada se adapta a suelos franco y franco-limosos, tolerando mejor que la avena y el trigo los suelos alcalinos pero siendo más sensible que dichos cultivos a los suelos ácidos.

Tapia y Flores citado por Gutierrez (1989), indica que la cebada por ser de periodo vegetativo más corto que la avena, se puede cultivar en zonas más frías y elevadas y se adecúa a suelos más pobres, tienen una germinación bastante rápida y el ideal sería asociarla con leguminosas anuales.

### 3.3.2. Cultivo.

La preparación de la “cama” de siembra empieza inmediatamente luego de la cosecha del cultivo anterior, ya que favorece la descomposición de residuos de cosecha y el control de muchas hierbas, además la conservación de humedad dentro el suelo.

Profundidad de labranza de 10-15 cm. es generalmente suficiente para permitir el desarrollo normal de las raíces. El suelo debe estar mullido, nivelado para facilitar la aniformidad de germinación y el buen rendimiento del cultivo.

La siembra puede realizarse con yuntas, distribuyendo la semilla a chorrillo continuo, la cantidad de semilla puede variar de 100-120 kg/ha.

Resiste muy bien a bajas temperaturas, teniendo menor resistencia en el estadio de floración (espigado) y mayor resistencia desde el macollaje hasta cuando aparece la cigota de la última hoja por su gran actividad vegetativa.

La cebada es una planta tolerante a la sequía requiere como mínimo de 300 a 400 mm. de precipitación de acuerdo al requerimiento durante el ciclo vegetativo de la cebada, siendo necesario las lluvias para que las semillas puedan germinar y tener un buen ahijamiento y formación de la espiga.

Responde bien a la fertilización nitrogenada y fosfatada, pero no habiendo respuesta al potasio.

Se puede mejorar los rendimientos con el uso de una adecuada fórmula de abonamiento en la época adecuada, la época en que más necesidades de nitrógeno tiene la cebada, es la que transcurre desde el macollaje hasta la floración, (Apaza y Coulombe, 1982).

### 3.3.3. Utilización.

La cebada forrajera se puede utilizar tanto en estado verde como ensilado, se presta bien para desecado y proporciona un heno tierno y agradable para el ganado, si la cebada fue segada en su momento oportuno.

La paja de cebada es también suave como la avena y se usa sobre todo en la alimentación del ganado caballar, mular, vacuno. (Caranbula, -----).

### 3.4. Triticale. (*Triticum secale*).

El triticale es una gramínea anual, de ciclo invernal, rústica, cuya principal característica es la sanidad (Silverira, 1996). Además se adapta muy bien al clima templado y subtropical, en suelos de mediana a alta fertilidad, siendo muy tolerante a las heladas principalmente en su fase vegetativa. (Rios, 1996).

#### 3.4.1. Distribución y adaptación.

Medina, citado por Espinoza (1994), señala que su resistencia a la sequía parece ser una ventaja del triticale respecto a los demás cereales.

El cultivo de triticale es apropiado para ambientes marginales. Al respecto el CIMMYT, citado por Rios (1996), destaca que muchos triticales dan mejor que el trigo en condiciones ecológicas adversas: escasa precipitación, suelos ácidos, o de fertilidad pobre: donde el trigo no prospera o lo hace con dificultad.

#### 3.4.2. Cultivo.

CIMMYT, citado por Rios (1996), menciona que el triticale es una alternativa de cultivo, para la obtención de grano y forraje. No requiere de una preparación rigurosa del terreno. Sin embargo conviene preparar de tal manera que el suelo puede estar bien mullido, para proporcionar mayor oportunidad a las raíces y absorber así los nutrientes necesarios. La semilla se siembra al voleo, con máquina o plantador, la germinación de la semilla sembrada al voleo, es algunas veces relativamente mala y la población de plantas es irregular. La cantidad de semilla y la cantidad a sembrar es de 70-100 kg/ha.

### 3.4.3. Utilización.

Espinoza (1994), indica que constituye una alternativa forrajera importante en la alimentación animal tanto en la región de los valles como en las zonas altas de Bolivia, su precocidad y comportamiento excelente en épocas frías y secas del año se hacen un cultivo adaptable a diversos climas.

Sobre los muchos usos potenciales para el triticale, Qualset (1985) comenta que se puede utilizar en la industria de alimento para animales. así, el grano producido es generalmente valorado como un grano alimenticio y por supuesto para el consumo humano. Los rendimientos de forraje son elevados y es usado como componente para mezclas de forrajes, (Rios, 1996).

### 3.5. Leguminosas.

Flores (1989), señala que las leguminosas forrajeras desempeñan un importante papel en la alimentación del ganado, debido a diversas cualidades que las hacen superiores a todas las demás plantas utilizadas como forraje; su calidad es superior en los siguientes aspectos:

- Dan mayor rendimiento por hectárea.
- Son más ricas en proteínas que todas las demás forrajes ordinarios.
- Sus proteínas compensan las deficiencias de proteína de los granos de cereales
- El heno de leguminosas bien henificado posee muchas más cantidad de caroteno y, por tanto, mucho mayor valor en vitamina A que el heno de las gramíneas y otros forrajes secos. Sin embargo, a veces es difícil hacer un buen heno porque caén las hojas.

Las leguminosas por medio de la fijación de nitrógeno aumentan el rendimiento y la riqueza en proteínas de las gramíneas.

### *Vicia sativa*

Esta planta es leguminosa muy nutritiva, que puede cultivarse tanto para paja verde como semilla, los cuales pueden utilizarse para la alimentación de los animales. Su tallo es débil y se acostumbra sembrarla con alguna gramínea para que estos sirvan de apoyo. La primera facilita así el desarrollo. (Veizaga, 1984).

### Distribución y adaptación

Es leguminosa que se acomoda a climas templados, en cuanto a suelo, soporta suelos limosos, arcillosos y también arenosos, siempre que no sean muy húmedos. (Veizaga, 1984).

### 3. Cultivo.

La preparación de terreno se efectúa con aradura profunda (50 cm) y de pasadas de rastra respectivo mullido.

Ordinariamente se siembra después de los cereales, como también forma simultánea, es muy exigente en nutrientes, requiere poco-nitrógeno y fósforo, pero mayor cantidad de potasa y cal.

Son plantas rústicas, sumamente fáciles y económicas de cultivar. Generalmente se la cultiva al voleo razón de 50- 60 kg/ha cuando sola, pudiendo disminuir a 30 kg/ha cuando se asocia con cereales.

Raramente se la cultiva sola, por lo regular se la asocia con una planta cuyos tallos le servirán de sostén, puede ser avena, cebada o triticale. (Veizaga, 1984).

### 3. Utilización.

Se puede utilizar en estado verde de ensilaje en forma de paj también se utiliza como bono verde. Es apto para y pastoreo solo puede emplearse para pastoreo permanente siempre que la semilla está dura tenga la capacidad de sembrarse naturalmente.

Es un forraje muy bien aceptado por el ganado puede ser consumido en estado fresco. Las variedades nutritivas son más digestibles.

La recolección debe hacerse al comenzar la floración más tarde se lignifica y es menos aceptado por los animales, (Vizcacha, 1984).

## VI. MATERIALES.

### 7. Ubicación y descripción

El estudio se realizará en las localidades de Kolque K hoy, Boquerón K y Piusilla.

La localidad de Kolque K hoy encuentra al Noreste de la población de Tiraque, a una distancia de 72 km; la población de Tiraque está a 72 km sobre el margen izquierdo de la carretera principal Cochabamba - Santa Cruz y tiene un camino que conduce a las localidades de Tiraque, Cochumita y Ankay.

La región de Kolque K hoy tiene una altura de 800 m; la ubicación geográfica es de 17° 30' S de latitud sur y 65° 30' W de longitud oeste.

La comunidad tiene una temperatura promedio de 15 °C y una precipitación promedio anual de 1000 mm. El clima se caracteriza por ser templado y la topografía es plana.

Boqueron Kasa se encuentra al sur este de la población de Tiraque a la derecha de la carretera antigua Cochabamba Santa Cruz en el kilómetro 76 y tiene un camino de acceso que cruza toda comunidad comunicando con la población de Vacas además de comunicarse con otros caminos provisionales de acceso a las comunidades vecinas. Tiene una elevación de 3 580 msnm. La ubicación geográfica es de 17° 30' de latitud sud y 65° 40' de longitud oeste. la temperatura promedio es de 11°C, la precipitación promedio anual de 531 mm. Los meses de mayor precipitación y frecuencia son enero y febrero y la temperatura más elevada en los meses de octubre y noviembre; las heladas comienzan en el mes de mayo hasta agosto siendo el mes mas intenso junio.

Piusilla está ubicada a 62 km. de la ciudad por camino carretero. La altura es de 3400 - 3800 msnm. se caracteriza por tener una topografía accidentada con agorecozonas que se diferencia por la altura 2800 a 3800 msnm. Tiene un clima templado, siendo su temperatura ambiental anual de 15°C, las precipitaciones empiezan en agosto y duran hasta abril; alcanzando a 800 mm como promedio anual con una humedad relativa de 35% a 775, la ubicación geográfica es de 17°15' de latitud Sud, y 66°33' longitud oeste.

## 7.2. Material vegetal

- Avena (*Avena sativa*) variedad águila.
- Cebada (*Hordeum vulgare*) variedad IBTA 80.
- Triticale (*Triticum secale*) variedad renacer
- *Vicia sativa*.

## 7.3. Material de campo.

- |                    |                                 |
|--------------------|---------------------------------|
| - Cinta métrica    | - Rastrillo                     |
| - Estacas          | - Fertilizante (18-46-0 y Urea) |
| - Pita             | - Cámara fotográfica            |
| - Bolsas plásticas | - Rollos de películas.          |

- Cuadro de muestreo (0.5 m<sup>2</sup>)
- Hos

#### 7.4 Material de laboratorio.

- Balanza
- Estufa.

#### 7.5. Material de escritorio.

- Computadora
- Cuaderno de registros de campo
- Diskettes
- Lapiceros.
- Hojas de papel

### VIII. METODOLOGIA.

#### 8.1. Establecimiento de la siembra.

Primeramente se preparará el terreno utilizando el arado combinado y la rastra para bueyes con el objetivo de eliminar la grama, posteriormente se procederá con el estaqueado del terreno para delimitar los diferentes tratamientos.

Se sembrarán tres gramíneas en forma pura y asociada con *Vicia sativa*, en 100 m<sup>2</sup> por tratamiento, con una densidad de:

	Puro	Asociado
Avena	100 kg/ha	70 kg/ha
Cebada	100 kg/ha	80 kg/ha
Triticale	100 kg/ha	80 kg/ha
Vicia sativa		25 kg/ha.



Utilizando el método de siembra al voleo y tapado con un rastrillo para yunta de bueyes.

En el momento de la siembra se aplicará 18-46-0 a razón de 40 kg de por hectarea. Posteriormente, la segunda aplicación se efectuará en el estado de macollamiento con urea de 22 kg de nitrógeno por hectarea.

## 8.2. Determinaciones de Materia Seca (M.S.) y calidad.

Para la evaluación de la materia seca (M.S.) y calidad nutritiva se realizarán tres muestreos por tratamiento en los diferentes estadios de desarrollo (macollamiento, encañamiento, comienzo de floración, estado de leche y estado de la cosecha del agricultor), utilizando el método de cuadrados al azar de 0.50 m<sup>2</sup> de superficie. En el análisis bromatológico se determinara: Proteína cruda y fibra cruda.

Para el diseño y el uso eficiente de los forrajes se tomará en cuenta tanto la M.S. producida en los diferentes estadios de desarrollo como la calidad (macollamiento, estado de leche y estado de cosecha del agricultor), para recomendar la cosecha o corte en el momento en que estas dos variables se encuentran en nivel óptimo.

Tratándose de suministro de los forrajes como suplemento de la alimentación se deberá descontar la alimentación que normalmente proporciona el agricultor del requerimiento diario necesario.

## 8.3. Modelo estadístico.

Se realizará el diseño de "bloques al azar con tres repeticiones y seis tratamientos con arreglo en parcelas divididas".

Referencias:

- Bloques (parcelas de los cooperadores.).
- Tratamientos (especies de gramíneas en cultivo puro y asociado).

$$Y_{ijkl} = U + B_k + S_i + E_a + C_j + SC_{ij} + E_b + N_l + NS_{li} + NCl_j + NSCl_{ij} + E_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = efecto total de la unidad experimental

$U$  = media general del ensayo

$B_k$  = efecto del k-esimo bloque

$S_i$  = efecto de la i-esima especie

$E_a$  = efecto aleatorio debido a las repeticiones de las especies.

$C_j$  = efecto del j-esimo cultivo

$SC_{ij}$  = Interacción especies por cultivo

$E_b$  = error b

$N_l$  = efecto del l-esimo nitrógeno

$NS_{li}$  = interacción nitrógeno por especie

$NCl_j$  = interacción nitrógeno por cultivo

$NSCl_{ij}$  = interacción nitrógeno, especie y cultivo

$E_{ijkl}$  = error experimental

#### IX. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Actividades	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Elaboración del proyecto de tesis	■	■										
Busqueda y selección de terrenos			■									
Preparación del terreno			■									
Siembra de los forrajes			■									
Seguimiento al cultivo				■	■	■	■	■				
Determinación del rendimiento y valor nutritivo				■	■	■	■	■				
• Evaluación participativa con los agricultores			■	■	■	■	■	■				
• Elaboración del documento final							■	■	■	■	■	
Defensa de la tesis												■

**VI. BIBLIOGRAFIA CITADA.**

- ERLIJN, D. Cultivos forrajeros. Corporación Técnica Internacional de  
Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria. México D.F. p.
- BERLIJN, D. Trigo vena, cebada. Corporación Técnica Internacional la  
Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria. México D.F. 6-49
- ALZADA, J. 1982 Métodos estadísticos para muestreo de Lima, Perú. Edi  
torial. 1-4.
- CARAMBULA, M. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo  
Uru. Editorial Hemisferi. -2
- FLORES, A. Fisiología animal. 2da. ed. México D.F. Lim. 1-4.
- MALPARTIDA, J. Producción de pasto cultivados. Universidad Nacional Agraria  
La Molina. Perú.
- VEIZAGA, C. Cereales Menores. Siembras Agrícolas Asociadas. Vici  
Técnica. Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas Ecuatorianas "Martín  
Cárdenas". Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- ESPINO, A., O.A. 1999. La Producción y Manejo de Materia Orgánica en Avena  
Triticale. Tesis. Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Ecuatoria "Martín  
Cárdenas". Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- LUZA, M.M. 1999. Evaluación de Especies Forrajeras. Cuenca. Cordillera  
Técnica. Tesis. Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas Ecuatoria "Martín  
Cárdenas". Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 5-6.

GUTIERREZ, F.; CABRERA, M. 1989. Programa Cereales Menores. Forrajes y Semillas Forrajeros. Bol. 8: 24-35.

RIOS, R.D. 1996. Producción Potencial de Cultivos de Tipo C3 - Avena, Triticale y Ray Grass Italiano - En "La Violeta. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Forestales y Veterinarias "Martín Cardenas", Universidad Mayor de San simón p. 7-8-11.

## PROYECTO DE TESIS

### I. TITULO.

“DIVERSIFICACION DEL EMPLEO DE ANIMALES DE TRABAJO  
EN LA LABRANZA DEL SUELO “

### II. RESPONSABLE.

Egr. Agr. Julio César Antezana Coca

### III. ASESORES.

Ing. Agr. M.S.c. Leonardo Zambrana Vidal.

Ing. Agr. M.S.c. Jorge Velasco Lora.

Ing. Agr. M.S.c. Brian G. Sims

Ing. Agr. M.S.c. José Amurrio

### IV. COLABORADORES.

- Centro de Investigación, Formación y extensión en Mecanización Agrícola (CIFEMA).
- Visión Mundial.
- Silsoe Research Institute (SRI).
- Natural Resources Institute (NRI).

FAO. División de Producción y Sanidad Animal

### V. JUSTIFICACION

La agricultura de la región interandina está caracterizada por el uso de animales de trabajo en las labores agrícolas dado que debido a las condiciones técnicas y fisiográficas existentes en el medio. La tracción animal está siendo utilizado en forma tradicional constituida por semovientes, fundamentalmente bovinos (toros y bueyes), yugo tradicional y arado de palo. El uso de los bovinos tiene sus grandes limitaciones en regiones como los del Valle Bajo de Cochabamba, donde hay escasez de tierra para producir forraje; ya no existen tierras comunales de pastoreo, situación que se agrava por la gran cantidad de forraje que consume el animal, por otro lado los bueyes están más acostumbrados a trabajar en par (yunta) y no individual, por que su entrenamiento es más difícil además de no disponer de yugos individuales, razón por lo que el uso de un solo animal es dificultoso.

Frente a estos problemas, la utilización de equinos como animales de tracción sería una alternativa viable por las ventajas que ofrece este animal que actualmente sólo es utilizado para transporte y carga. Su fácil adiestramiento, su velocidad de trabajo y su disponibilidad para el trabajo hasta más horas por día. Permitiría a las zonas con minifundio y con uso intensivo de la tierra, un complemento ideal a su sistema de explotación agrícola minimizando los costos de producción, además de que se optimiza el uso del recurso pecuario que posee el campesino.

La situación relegada que se tiene en cuanto al uso de equinos no se debe a la escasa existencia de dichos animales, si no al poco conocimiento que tiene el campesino con respecto a equipos, aperos y sistemas de transmisión para la labranza primaria y secundaria del suelo, sumándose a todo ello la costumbre ancestral del campesino de usar bueyes en la labranza del suelo. Además el uso de los equinos está siendo reemplazado cada vez más por los camiones, esto debido a que su rendimiento y diversidad de usos es mayor, añadiéndose a todo ello la idea errónea del campesino de que el camión es más rentable y es un signo de progreso.

En la actualidad los esfuerzos de investigación en cuanto a la tracción animal con animales no convencionales (equinos) en Bolivia no existe y a nivel internacional son aislados y poco apoyados por los organismos de desarrollo agropecuario.

Un aspecto importante que nos lleva a realizar el presente estudio referente al empleo de equinos como animales de tracción en la labranza del suelo, es la poca o escasa información del uso de equipos y sistemas de transmisión (arneses, correas) más adecuadas para la zona en estudio; además se podrá aclarar aspectos referentes al adiestramiento, alimentación y cuidados varios de los equinos. Los mismos que permitan obtener una mayor información referido a posteriores estudios con el fin de contar con resultados buenos y de que manera influye en el rendimiento y producción.

La preocupación que tienen los comunarios es fundamentalmente minimizar sus costos de producción y mantenimiento, queriendo por tal motivo deshacerse de los animales "de poco uso", dentro de los cuales se hallan los caballos y burros, por cuanto sus funciones han sido quitadas por los camiones (transporte y carga), no viendo la posibilidad de utilizarlas como alternativas de producción (surcado, aporcado, deshierbe) donde el uso de la yunta de bueyes se ve restringida.

## **OBJETIVO GENERAL**

Proveer implementos y sistemas de transmisión (arneses, correas) para equinos en la labranza del suelo.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Adaptar y construir arneses para equinos (caballos, burros) tomando en cuenta las características externas del animal.

Determinar la potencia y fuerza máxima desarrollada por un caballo y burro con los diferentes arneses.

Adaptar y construir implementos para labranza del suelo y cuidados en cultivos tomando en cuenta la fuerza de los caballos, burros y la disponibilidad de los materiales del lugar.

Determinar el esfuerzo de tracción requerido, la calidad de trabajo y rendimiento de los implementos para caballo y burro comparado con el sistema actual .

Realizar una comparación económica desde el punto de vista del agricultor (evaluación Participativa). Tomando en cuenta sus opiniones, para una mejor calidad y cantidad de trabajo a un bajo precio de inversión.

## **HIPOTESIS**

Los arneses e implementos adaptados a los equinos para trabajar en la labranza del suelo, permite una mejor utilización de los recursos pecuarios y una diversificación de su uso.

## **VI. REVISION BIBLIOGRAFICA**

### **6.1. IMPORTANCIA DE LA TRACCION ANIMAL EN LAS LABORES AGRICOLAS (Zona Interandina)**

Respecto al punto de vista social, Zambrana (1980), señala que la tracción animal “cumple una función social, porque es la herramienta principal del agricultor; o sea que está completamente arraigada a la vida del campesino, a tal punto que su sustitución crea ciertos cambios y problemas de tipo social.”

Según Céspedes (1981), las labores de preparación del suelo en Bolivia se caracteriza por el empleo casi generalizado de la tracción animal, su yugo doble de nuca y sus aperos tradicionales (arado de palo y umbral). El uso de los tractores casi se limita sólo a la región tropical del país y áreas cercanas a los centros poblados.

Del total de la tracción animal utilizada en Bolivia, casi el 90% está constituida por bueyes, el resto son caballos, mulas, burros. (Céspedes, 1981)

Por todo lo visto y considerando que la tracción animal es el único recurso aún económico con que cuentan los pequeños agricultores de Bolivia, es necesario mejorar la eficiencia de su uso investigando nuevos prototipos o mejorando los ya existentes.

A pesar de los grandes progresos alcanzados por el uso de la energía motriz en la agricultura, no debe olvidarse que el empleo de la maquinaria mecánica sólo puede hacer allí donde el sistema agrícola produce ingresos suficientes para poder sufragar la adquisición, el funcionamiento, la conservación, la reparación y la depreciación de dicha maquinaria, el dinero necesario únicamente puede materializarse merced a ingresos mayores o a una disminución de los gastos de ejecución, juntamente con la existencia de mercados accesibles para los productos vendibles.

Según Sánchez (1986), la proporción de uso de energía animal y energía motriz, en la zona de los valles es de 70 y 30% respectivamente. Este estudio pone en manifiesto la gran importancia que aún tiene la tracción animal en el valle. Además pone de manifiesto que el tractor se utiliza en un 90% en la preparación de los suelos, y solo en un 10% para la siembra, labores culturales y cosecha.

Según Meier (1993), el uso de animales aumenta considerablemente la "fuerza de trabajo" del agricultor. Le permite llevar a cabo diversas tareas adicionales, como diversificar sus cultivos, aumentar la superficie cultivada, tiene la posibilidad de alquilar equipo con animales o sin ellos y realizar a tiempo las labores agrícolas necesarias.

El uso de animales de tiro permite al agricultor integrar la producción pecuaria y agrícola. La tracción animal en los países hoy industrializados, fue utilizada en el pasado para los más diversos trabajos como laboreo, siembra, cultivo y cosecha. Pero las posibilidades para este fin tenía su limitación, ya que la fuerza animal solo podía ser empleada para jalar máquinas e implementos.

En la mayoría de los países industrializados la tracción animal fue desplazada debido a las ventajas relativas de la tracción motriz. En estos países el tractor representa la pieza angular de la mecanización agrícola.

En regiones y países económicamente menos desarrollados, se han hecho muchos esfuerzos para introducir tractores y maquinaria agrícola. Esfuerzos que en la mayoría de veces han fracasado. (Meier, 1993)

Por esta razón, la utilización y el mejoramiento de la tracción animal se ofrece como alternativa de seguir promoviendo la agricultura con una fuente de tracción racional y económicamente rentable.

Según el PROMECH (1997), el hombre al trabajar el suelo se dio cuenta que con el solo uso de la fuerza y algunas herramientas manuales no era suficiente para hacer producir el suelo con buenos resultados. Esto le llevo a la desición de incorporar animales de tiro (bovinos, caballos, mulas, asnos, etc.) para la ejecución de labores agrícolas.

En la actualidad debido a los altos costos de la maquinaria agrícola se ha hecho necesaria intensificar el uso de animales de trabajo. La tracción animal es una alternativa para pequeños y medianos agricultores que no tienen la disponibilidad de usar maquinaria agrícola motriz.

## **6.2. ANIMALES UTILIZADOS PARA LA TRACCION EN LA LABRANZA DEL SUELO**

Los animales más comúnmente utilizados en la tracción de los implementos agrícolas y/o transporte son los siguientes: bovinos (bueyes, toros y vacas); equinos (caballos, mulas y asnos); también se utilizan en menor proporción, los búfalos, camellos, etc. (Céspedes, 1981).



El trabajo que realizan los animales de tiro depende de su fuerza y de su diferente adaptabilidad para realizar determinadas tareas. Sin embargo, dicho trabajo tiene que estar en relación con el rendimiento del trabajo humano y con el grado de eficiencia que se pueda alcanzar al utilizarlos.

#### 6.2.1. Tracción animal con caballos.

Según Meier (1993). El caballo presenta algunas ventajas con referencia al ganado vacuno: tiene un paso más rápido, su resistencia es mayor, se puede emplear en terrenos con relieve desfavorable e incluso en condiciones de mal tiempo.

Los caballos soportan trabajos continuos durante largo tiempo; puede utilizarse prácticamente durante 300 días de trabajo anuales y asimismo puede exigirse de ellos un rendimiento más alto en épocas de mayor trabajo, si se les suministra una alimentación adecuada.

Debido a estas características, son también muy apropiados para el trabajo de los implementos. Para el desarrollo y la difusión de la maquinaria agrícola remolcada, el potencial de tiro de los caballos ha sido un factor muy importante.

El grado de eficiencia del trabajo humano, puede ser incrementado, valiendose del caballo o del burro como ayuda , más que valiendose del ganado vacuno, pero el tiempo ahorrado gracias al paso más rápido, a la mayor resistencia y a la mejor mecanización que permite el ganado caballar, hay que compararlo con el gasto adicional de tiempo necesario para dar de comer y para cuidar a los animales.

Las grandes ventajas que ofrece el caballo como animal de tiro, tienen que ser conseguidas a expensas de los gastos de una yunta. Los gastos fijos que producen son el rubro más elevado, ya que estos animales no tienen otra utilización que el trabajo; los gastos mínimos de alimentación y la reducción natural del valor no pueden ser disminuidos debajo de determinados límites, por lo tanto si los animales se utilizan pocos días al año, su utilización puede resultar una carga financiera considerable para una explotación agrícola.

Según el PROMECH (1997), el uso del caballo con respecto al buey presenta algunas ventajas y desventajas como ser:

##### 6.2.1.1. Ventajas

- Precio de adquisición menor.
- Fácil de adiestrar.
- Mayor existencia.
- Más rápido (caminar).
- Se puede utilizar un solo animal.
- Se puede usar para; monta; carga o tiro.
- Menos propenso al robo (burros).

### 6.2.1.2. Desventajas

Menor fuerza de tracción.(depende se su peso).  
Trabajos pesados se fatiga más rápido.  
Se necesita aperos apropiados (arneses).

### 6.2.2. Mulas

Son producto del apareamiento de la yegua con el asno. Se caracterizan por ser fuertes y resistentes a las enfermedades, asimismo son muy útiles en zonas montañosas con declives pronunciados, porque caminan muy bien en terrenos accidentados, con frecuencia tiene mal carácter. Pero si se les adiestra sin dureza, con mucha paciencia son más obedientes (Meier. 1993).

Los mulos necesitan los mismos cuidados y alimentos que el asno, se les puede utilizar para un trabajo diario de 8 horas.

### 6.2.3. Asno

El asno es útil para trabajos ligeros, como para la rastra, cultivar aporcar y sembrar. Un par de asnos uncidos pueden arar tierras ligeras, es útil también para el transporte porque caminan fácilmente en terrenos accidentados.

El mantenimiento de un asno cuesta menos que el de un buey, raramente se enferma y es fácil de alimentar y cuidar, puede ser adiestrado a partir de los 18 meses.

## 6.3. CARACTERISTICAS FISICAS EXTERNAS DESEABLES EN EL CABALLO DE TIRO.

Los caballos se deben seleccionar según las siguientes características:

- Deben ser de temperamento tranquilo y dócil.
- Cuello corto y ancho de buena conformación.
- Extremidades cortas y gruesas con buenos aplomos.
- Aspecto general robusto, sano y vigoroso.
- Deben ser sobrios y rústicos.

Para Meier (1993), La capacidad de tracción depende de varios factores:

- El peso del animal
- Velocidad de trabajo (en función al ángulo de tiro).
- De las horas de trabajo durante el día.
- Largura de piernas del animal con relación a su peso.
- El estado físico en que se encuentra el animal (depende de la sanidad del animal).
- El cuidado y alimentación que recibe.
- La voluntad que tiene el animal para esforzarse (buen adiestramiento).

Según el PROMECH (1997), la capacidad de tracción del caballo depende de la buena conformación de sus partes, las cuales deben tener ciertas características:

- Piernas cortas de musculatura gruesa y densa (para aradura), si es para transporte deben ser largas y musculatura elástica; en ambos casos con aplomos correctos.
  - Brazo grande y bien musculoso.
  - Pecho amplio y profundo (punto de tracción).
  - Tórax voluminoso, para una mayor capacidad pulmonar (mayor resistencia en trabajo).
  - Ancas amplias y musculosas.
  - Otros:
- Edad de adiestramiento comenzar a los 2 años. Animal amansado puede adiestrarse para labores agrícolas en 3 o 6 días.
  - Temperamento manso, tranquilo y docil.
  - Sexo preferentemente macho amaestrado.

*Smith et al.*

Según el Boletín 110 de la FAO (1994), existen métodos para describir la condición física de los animales, éstos requieren por lo general un conocimiento profundo de la fisiología de los animales. Para el presente procedimiento se recomienda 3 categorías:

1: Animales demacrados con ausencia de grasa subcutánea, costillas visibles y las vértebras se sienten afiladas al tacto.

2: animales en condición normal para la estación. La condición "normal" variará según la estación, por ejemplo: al final de la estación de sequía podría ser que la condición normal sea un poco demacrada; mientras que al final de la época de lluvias los animales probablemente estarán gordos.

3: Animales gordos. No se sienten las vértebras aún bajo bastante presión de la mano y los animales tienen cuerpos "lentos".

Se anotará cualquier presencia de enfermedades u otra anomalía detectada.

#### 6.4. DURACION DE LA JORNADA DE TRABAJO DEL CABALLO

En términos generales un animal o una yunta puede trabajar por periodos prolongados, realizando trabajos ligeros o pueden ejercer una fuerza grande en periodos cortos.

Los factores climáticos (temperatura, humedad relativa) influyen mucho en la duración de la jornada, En un día caluroso un animal rinde menos por mayor cansancio; ocurre lo contrario en un ambiente fresco.

El agricultor reconoce dicho efecto y adecua su jornada, prefiriendo trabajar desde cinco o seis de la mañana hasta que inicie el periodo caluroso a medio día.

El requerimiento de fuerza para las diferentes labores agrícolas es muy variable y depende de factores como la textura, la humedad del suelo, la profundidad, el ancho de

trabajo, del diseño y estado del implemento, de la vegetación y pedregosidad encontrada en el terreno a trabajar (Meier, 1993).

## VII. MATERIALES.

### 7.1. UBICACION DEL ENSAYO Y DESCRIPCION

La ejecución del presente estudio se llevará a cabo en CIFEMA y en parcelas de las comunidades de Sarcobamba y Sarcok'uchu de la Provincia Capinota del Departamento de Cochabamba.

Capinota de halla a 74 ~~Km~~ de Cochabamba, sobre una altitud de 2 400 a 2 800 m.s.n.m. presenta temperatura media anual de 17.8°C, una precipitación media anual de 470 a 600 mm. (DRP, 1996).

*autores*  
Sus coordenadas son:

17°09' y 17°43' Latitud Sur  
66°09' y 66°01' Longitud Oeste

### 7.2. IMPLEMENTOS A UTILIZAR EN EL ENSAYO

#### 7.2.1. Arados.

##### 7.2.1.1. Arado para caballos y burros.

Construido en los talleres de CIFEMA en base al prototipo traído por el <sup>Prof.</sup> Dr. Frank Inns. Consta de un armazón liviano, preferentemente hueco; además de una costanera que cumple la función de apoyo; posee un peine para graduar el ángulo de tiro; la mancera es graduable y la reja es una sola juntamente con la vertedera.

Las dimensiones del arado ~~tanto para el burro como para el caballo~~ guardan una relación de ~~1:2:3:4 respectivamente.~~ *respecto al arado de caballo*

##### 7.2.1.2. Surcadora para caballos y burros.

Se utilizará el mismo armazón y mancera del arado antes mencionado, acoplándose la surcadora a dicha estructura.

La surcadora consta de dos vertederas unidas por una reja y reguladas por una mariposa. La relación en cuanto a sus dimensiones es la misma (sección 7.2.1.1.).

##### 7.2.1.3. Sistema actual (surcadora de palo).

Es similar al arado de palo, con la diferencia de que es más pequeño, consta de un tinón curvo que se comunica con dos balancines que forman un rectángulo y estas se conectan a dos palos que hacen de tirantes para unirse con la correa que hace de pechera.

##### 7.2.1.4. Arado de palo.

Consta de las siguientes partes

**Cuerpo o cabeza:** es amplio, ensanchado en la parte posterior y cónica en la anterior donde se fijan la reja, el timón, la telera y la mancera, es construida de madera y tiene una longitud de 0.5 a 0.8 m.

**Reja:** es la pieza metálica que rotura la tierra. Su longitud es de 0.30 m. Pero varía de acuerdo a las condiciones del suelo.

**Timón:** es el nexo entre el cuerpo del arado y el yugo, es de madera y tiene una longitud de 3.70 m. Aproximadamente. En la parte delantera tiene unos orificios que en conjunto se denominan “el clavijero” y es donde se introduce la clavija para enganchar el barzón del yugo.

**Telera y cuña:** sirven para regular la profundidad de aradura y darle firmeza a la unión del timón con el cuerpo del arado.

**Mancera:** es la parte del arado mediante la cual el yuntero (arador) ejerce cierto dominio sobre el arado, dirigiendo y levantando en el transcurso de la labor (Perdomo,1984).

## 7.2.2. Arneses

### 7.2.2.1. Arnés de collar

Consta de un aro de cuero (collero) y un collar metálico o de madera, que se complementa con un conjunto de almohadillas y correas regulables, además consta de dos tirantes de cuero que se unen al balancín transfiriendo de esta forma el esfuerzo del animal al implemento.

### 7.2.2.2. Arnés de pechera (sistema actual)

Posee una correa regulable de cuero que rodea el tórax por debajo de la cruz, dicha correa descansa sobre una carona (pedazo de cuero o tela). Está conectada a dos balancines por medio de dos palos que hacen de tirantes y el balancín posterior está unido a la surcadora de palo por medio de un timón curvo.

### 7.2.2.3. Arnés de pechera rústica.

Puede ser fabricado con tres sacos; dos forman la pechera y el otro va colocado en el dorso para sostener los tirantes a cada lado del animal. Los tirantes van unidas a la pechera por medio de dos argollas, cada tirante pasa por una argolla doble que sujeta al saco del dorso comunicándose luego al balancín de madera.

### 7.2.2.4. Arnés de pechera nueva.

Tiene tres correas construidas de una tela resistentes; dos forman la pechera unidas ambas por dos tirantes regulables, la otra correa va sobre el dorso del animal, además consta también de dos tirantes que van unidas a las argollas de la pechera y las del dorso del animal, dichos tirantes se comunican con el balancín y éste con el implemento.

### 7.3 MATERIAL DE CAMPO

- estacas.
- cinta métrica.
- pita
- cargas o pesos.
- tacómetro.
- tablero portapapel.
- wincha.
- metro de madera.
- papel bond especial para dinamógrafo.
- cronómetro.
- ergómetro.
- balanza

### 7.4. MATERIAL DE ESCRITORIO

- libreta de campo
- marcadores
- lapiceros
- bolígrafos
- computadora
- hojas
- goma de borrar
- calculadora

## VIII. METODOLOGIA

### 8.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la evaluación de los implementos de trabajo, se usará el diseño de bloques al azar con tres repeticiones y siete tratamientos; realizando para ello un estudio técnico y económico de las pecheras más convenientes para el trabajo tanto para caballos como para burros (trabajos a realizarse en CIFEMA).

#### Referencias

Repeticiones I,II,III.

Las repeticiones se realizarán en parcelas de diferentes comunidades que tengan una superficie máxima de 2000 m<sup>2</sup>. En el caso de que no se tenga dicha superficie se trabajará con lo que se tenga.

#### Tratamientos:

- T1 = sistema actual (surcadora de palo + pechera rústica). "caballo".
- T2 = sistema actual (surcadora de palo + pechera rústica). "burro".
- T3 = pechera + surcadora de metal. "caballo".
- T4 = pechera + surcadora de metal. "burro".

T5 = pechera + arado de metal. "caballo".  
T6 = pechera + arado de metal. "burro".  
T7 = yunta de bueyes + arado de palo.

Los aperos que se usarán tanto para caballos como para burros serán los mismos, con la única diferencia de que variarán en su tamaño (relación de 3 a 4).

Se harán dos análisis estadísticos, uno para las surcadoras y otra para los arados.

### 8.1.1. ANALISIS ESTADISTICO.

El análisis estadístico se realizará de acuerdo al siguiente modelo lineal (Calzada Benza, 1970)

*Calzada*

$$Y_{ij} = U.. + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = efecto total de la unidad experimental  
 $U..$  = media general del ensayo  
 $T_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento  
 $E_{ij}$  = error experimental

## 8.2 VARIABLES DE EVALUACION

### 8.2.1. Variables de evaluación de las pecheras y animales.

Se evaluará todas las pecheras con excepción de la pechera actual debido a que esta servirá de testigo cuando se haga las evaluaciones en campo (tanto caballos como burros por separado).

#### 8.2.1.1. Determinación de la potencia máxima sostenida.

Previa a esta determinación se debe entrenar al animal con pesos ligeros en la instalación para medir tracción y potencia, para que de esta forma se familiarice el animal tanto a la forma de trabajo como a las diferentes pecheras.

La instalación consta de:

- dos fajas circulares separadas por un muro pequeño.
- disco giratorio.
- bolillo de eucalipto seco de 780 cm.
- trineo portador de carga.

- cargas o pesos (Céspedes, 1981).

Colocar al animal en la instalación con la pechera a ser probada, se une el balancín al bolillo a través del ergómetro. Se colocará pesos de manera reiterada (aumentar 20 Kg/día) .

El trabajo se hará 6 h/día con una carga, incluyendo descansos de 30 min.cada 90 min. de trabajo o en su defecto dar descansos de 5 min. cada 15 min. de trabajo para evitar que el animal se maree rápidamente.

Se tomará datos adicionales tales como: velocidad, fuerza, tiempo de cada vuelta, número de vueltas realizadas en un tiempo de 15 min. (tomar 150 lecturas por cada combinación), además se debe observar si el animal se fatiga, se molesta, si el desplazamiento es uniforme, ritmo de desplazamiento del trineo, altura al punto de enganche, fricciones, presiones y tensiones.

Los datos adicionales de velocidad y fuerza sirven para sacar un promedio y así obtener la potencia que se requiere para mover una cierta carga.

La potencia máxima sostenida se mide cuando el animal presenta síntomas de cansancio (presencia de baba viscosa y flemosa, sudor en el morro, respiración acelerada y dificultosa, desplazamiento desuniforme y renguante) tras haber sufrido la adición de pesos. Por tanto el animal debe recorrer 10 m con éste peso y tomar datos de velocidad y fuerza en esta distancia. Se seguirá añadiendo pesos más ligeros si el animal sigue dando vueltas. (esperar hasta que se detenga).

#### **8.2.1.2. Determinación de la velocidad promedio y potencia**

Se obtiene para cada carga, teniendo los datos de tiempo, fuerza y distancia, según el procedimiento de la sección 8.2.1.1.

#### **8.2.1.3. Determinación de la carga máxima arrastrada**

Aumentar la carga sobre la marcha del animal. La carga máxima se la obtiene en 10 m de desplazamiento con descansos de 15 a 20 min. Después de cada vuelta (60 m); se debe hacer 2 pruebas por día (uno en la mañana y otra en la tarde) tomando tiempos transcurridos en cada desplazamiento de 10 m y observar además el aspecto físico del animal (sumar los pesos, el peso del trineo y sus accesorios).

#### **8.2.1.4. Velocidad de avance.**

Es la media que se toma en el momento de llegar a la carga máxima (ver sección 8.2 ).

#### **8.2.1.5. Determinación de las fuerzas correspondientes a las diferentes cargas**



Acoplar al balancín el trineo (unido por el ergómetro) y hacer estirar una distancia de 20 m (trayecto recto). Hacer 16 lecturas de fuerza por carga (hasta determinar la tracción máxima).

#### 8.2.1.6. Alimentación.

Durante las mediciones.

##### 1ª Ración.

7 A.M. una brazada de chala por animal (2.5 Kg de chala

8:30 A.M. dar agua e iniciar jornada.

##### 2ª Ración.

11:30 A.M. termina pruebas, dar agua y una brazada de chala.

##### 3ª Ración.

13 P.M. comenzar el trabajo.

16:30 P.M. termina el trabajo, dar una brazada de chala.

17 P.M. dar agua.

Durante la medición de fuerza máxima

##### 1ª Ración.

7:30 A.M. una braza de chala por animal

9:30 A.M. dar agua e iniciar pruebas.

##### 2ª Ración.

12 P.M. dar agua y una brazada de chala

13- 15 P.M. dejar pastar

15 P.M. iniciar mediciones.

##### 3ª Ración.

16 P.M. terminan las pruebas.

16-17 P.M. dejar pastar.

17 P.M. dar agua y una brazada de chala.

#### 8.2.2. Análisis físico del suelo.

Las evaluaciones de las propiedades físicas del suelo se realizarán tanto antes como después de las determinaciones de las variables de los aperos. Se tomarán muestras con una pala a distancias regulares en zig zag , una vez tomadas las muestras se cuartearán para luego llevarlas al laboratorio, aproximadamente 1 Kg. para su posterior análisis.

Dichas variables son:

- Textura. (laboratorio)
- Densidad aparente (método de la anilla).
- Resistencia.
- Humedad. (laboratorio).
- Cobertura vegetal.
- Cultivos anteriores.

#### 8.2.2.1. Textura.

En campo se puede determinar la textura del suelo de la siguiente manera:

Hacer un hoyo de 0.5-0.5-0.25 y sacar 200 g de muestra. Formar luego una bola con la muestra de suelo (2.5 cm de diámetro) y agregar agua lentamente hasta que llegue al punto de pegamiento para después usar tabla (usar el tacto).

Se realizará un muestreo por tratamiento.

#### 8.2.2.2. Densidad aparente.

Consiste en extraer una muestra sin disturbar con la ayuda de un cilindro de volumen conocido, luego se lleva al laboratorio y se pesa, se coloca a la estufa a 110 °C de temperatura, evitando que sea mayor a esta temperatura por que se calcinará la materia orgánica. Se tiene que realizar varias lecturas hasta que sea constante el peso seco. luego se calcula el volumen del cilindro, teniendo estos datos se determinará la densidad aparente en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad aparente secada al horno (Db)} = M/\pi R^2 L$$

Donde:

M = masa de la muestra seca

R = Radio interno del cilindro

L = Largo de la muestra cilíndrica corregida por cualquier pérdida de suelo

Las mediciones post labranza requiere determinaciones más precisas, se recomienda hacer al menos 10 repeticiones de las determinaciones por sitio en incrementos de 0.05 m desde la superficie del suelo hasta 0.10 m por debajo de la profundidad de labranza.

#### 8.2.2.3. Resistencia (firmeza del suelo).

Es medido usando un penetrómetro apropiado en base a estándares reconocidos. Dicho aparato indica la dureza del suelo y lo expresa como la fuerza por cm<sup>2</sup> ( o kilo Pascales, Kpa) de un cono para penetrar el suelo.

Se harán tres pruebas por tratamiento.

#### 8.2.2.4. Humedad.

Utilizando el mismo procedimiento de muestreo de la densidad aparente, las muestras deben transferirse a una bolsa de papel de peso conocido (W1) y pesadas inmediatamente en el campo (W2) y su peso registrado. Las muestras de laboratorio

son secadas al horno por 8 h a 105 °C, enfriadas y luego repesadas (W3). El contenido de agua del suelo es presentado como porcentaje del peso del suelo seco al horno.

$$\text{Contenido de humedad del suelo, \% (base peso seco)} = \frac{W2-W3}{W3-W1} \times 100$$

Donde:

W1 = peso de la bolsa de papel.

W2 = peso de la bolsa y suelo húmedo.

W3 = peso de la bolsa y suelo secado al horno.

#### 8.2.2.5. Cobertura vegetal

Se realizarán muestreos representativos de las especies vegetales presentes en la superficie a ensayar y cuantificar porcentualmente la cobertura vegetal. Dicha determinación se la hará con el marco de un metro cuadrado, haciéndose 5 muestreos por tratamiento.

#### 8.2.2.5. Cultivos anteriores.

Se preguntará al campesino sobre qué cultivos fueron sembrados hace uno o dos años atrás, esto para determinar el estado físico del terreno y su grado de uso. Además que se sabrá qué rastros se hallan presentes en el terreno.

#### 8.2.3. Determinación de las variables técnicas de la aradura.

Se deben realizar ensayos preliminares en terrenos adyacentes a las parcelas de prueba para realizar ajustes en el apero (regular el ángulo de penetración), también se debe chequear los implementos accesorios y los equipos de prueba para una operación correcta.

Todas las determinaciones se la harán en campo, juntamente con la ayuda supervisión de los comunarios.

##### 8.2.3.1. Ancho de aradura.

Con la ayuda de una regla se procede a medir el ancho de la huella que deja el implemento, se mide 10 veces por tratamiento (Boletín 110)

##### 8.2.3.1.1 Determinación del ancho efectivo de trabajo.

se mide el ancho de la melga a trabajar, luego se cuentan todas las idas y vueltas necesarias para arar dicha melga; se toma una lectura al azar para cada repetición. El valor se obtiene de la siguiente fórmula: (Andrade, 1997).

$$\text{Ancho efectivo} = \text{Ancho trabajado} / N^{\circ} \text{ de idas y vueltas}$$

### 8.2.3.2. Determinación de la profundidad de trabajo.

Se medirá desde el fondo del surco, hasta la superficie del suelo no arado; se tomarán cuatro lecturas por tratamiento para luego trabajar con el promedio y obtener información confiable.

### 8.2.3.3. Velocidad de avance.

Colocar estacas formando un rectángulo en el terreno de prueba, las estacas se ubicarán a una distancia de 20 m y con la ayuda de un cronómetro se medirá el tiempo que se requiere para trabajar dicha distancia. Se tomarán 10 mediciones por tratamiento y se sacará un promedio.

### 8.2.3.4. Tracción y ángulo o geometría de tiro.

Se la realiza en una distancia de 20 m, para lo cual se usará un ergómetro. La variación del ángulo de tiro depende de las características físicas del suelo, razón por la cual se hacen las modificaciones en parcelas adyacentes (Boletín 110, 1994).

Determinar una vez por tratamiento.

Cálculos previos:

$$1) \text{ tracción} = \frac{\text{tiro} * \sqrt{[L^2 - (H-h)^2]}}{L}$$

$$2) \text{ encontrar } \theta \quad \text{Donde: } \text{Sen } \theta = \frac{H-h}{L}$$

Luego

$$D = P * \text{Cos } \theta$$

donde

D = Tracción

P = Tiro medido con un ergómetro

$\theta$  = Ángulo entre la línea de tiro y la horizontal

7

### 8.2.3.5. Patiraje

Se harán observaciones tanto de la maniobrabilidad como del ángulo de ataque del implemento en 20 m de distancia

### 8.2.3.6. Determinación de tiempos perdidos por vueltas.

Para el efecto en arados simétricos, la forma de trabajo es de idas y vueltas; para determinar los tiempos perdidos durante las vueltas en las cabeceras, se tomarán los tiempos transcurridos en cada vuelta, con el fin de trabajar con promedios confiables se registrarán cuatro lecturas por cada tratamiento. Este parámetro incide en forma directa en el cálculo de la capacidad efectiva de cada implemento (Andrade, 1997).

### 8.2.3.7. Ancho total de aradura.

#### 8.2.3.7.1. Determinación de la sección de corte.

Este valor resulta de multiplicar el ancho efectivo de trabajo, expresado en decímetros por la profundidad de trabajo también expresados en las mismas unidades, y el porcentaje de superficie removida (Andrade, 1997).

$$SC = (A1 * P)(\%SR/100)$$

Donde:

SC = Sección de Corte (dm<sup>2</sup>)

A1 = Ancho Efectivo (dm)

P = Profundidad de Trabajo (dm)

%SR = Porcentaje de Superficie Removida

### 8.2.3.8. Estimación del porcentaje de volteo

Antes del ensayo se debe proceder a pintar un metro cuadrado de superficie de suelo una vez por repetición y al azar, con el fin de apreciar el porcentaje de volteo del prisma de tierra. Se tomará una lectura por repetición (Andrade, 1997).

### 8.2.3.9. Determinación del % de superficie removida

Se realizará con la ayuda del marco cuadrado, arrojando al azar una vez por repetición. Se extrae la tierra y se procede al conteo del número de cuadrados que ocupa la superficie no removida, determinándose por regla de tres simple la superficie removida (Andrade, 1997).

$$\%SR = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Cuadros}}{400} * 100$$

Se sacarán fotos para ver con más detalle las diferencias entre araduras.

#### 8.2.3.10. Determinación del microrelieve del suelo luego de la aradura

Se usarán 2 estacas de 60 cm. que serán enterradas a la misma profundidad; estas se unirán mediante una cuerda de plástico a la misma altura, (30 cm.) desde la superficie y 5cm. entre estacas. Luego se tomarán lecturas de la altura existente desde el suelo arado hasta la cuerda (línea de referencia), las lecturas se tomarán cada 25 cm, los valores obtenidos serán graficados para obtener el microrelieve del suelo (Andrade, 1997).

#### 8.2.3.11. Capacidad efectiva y eficiencia de campo.

El tiempo perdido en el campo para girar y otros factores incluyendo el no uso del ancho total del implemento afectará la eficiencia del campo, esto se calcula como sigue: (Boletín 110, 1994).

$$\text{Eficiencia de campo} = \frac{\text{Capacidad efectiva de campo}}{\text{Capacidad teórica de campo}} \times 100$$

Donde

$$\text{Capacidad efectiva de campo (ha/h)} = \frac{\text{Area total cultivada (ha)}}{\text{Tiempo total de trabajo (h)}}$$

$$\text{Capacidad de campo teórico (ha/h)} = \frac{\text{Ancho de trabajo x velocidad x 36}}{10\ 000}$$

Tanto para el ancho de trabajo (cm) como para la velocidad (m/s), se usarán los promedios.

### 8.3. EVALUACION ECONOMICA.

La evaluación se hará tanto a los implementos a usar como a la mantención de los diferentes animales.

#### 8.3.1. Costos fijos. *Smith et al.* (Boletín 110, 1994).

Los componentes más importantes a considerar son:

- Depreciación: Esta dada por la fórmula

$$\text{Depreciación} = (\text{VN}-\text{VR})/\text{VU}$$

Donde:

VN = valor nuevo de adquisición.

VR = Valor residual de venta

VU = vida útil

Interés: Usando la fórmula.

$$\text{Interés} = (\text{VN}+\text{VR})/2xi$$

Donde:

i = Tasa de interés expresado en %

### 8.3.2. Costos variables.

Se hallan los items de mantenimiento, repuestos, tiempo del operador, mano de obra, materiales, alimentos suplementarios, veterinario, cuidados, etc. Los items antes mencionados se harán por separado tanto para los animales como para los implementos.

Los costos fijos y variables serán sumados por separado y convertidos en costo horario, para luego realizar la suma total (Boletín 110, 1994).

### 8.3.3. Costo de producción.

Se calcula a través de las variables técnicas de los implementos como ser: ancho de trabajo, velocidad de avance promedio, eficiencia de campo (Boletín 110, 1994)

$$\text{Prod. (ha/h)} = (\text{W} \times \text{V} \times \text{C} \times \text{FE})/\text{H}$$

Donde:

W = ancho de trabajo. cm

V = velocidad de avance promedio. m/s

FE = eficiencia de campo. %

H = hectárea. 10 000 m<sup>2</sup>

### 8.3.4. Relación Beneficio/Costo.

Esta relación determina cuanto beneficio se obtendrá al realizar modificaciones del producto frente a los costos que realizan en todo el proceso (Boletín 110, 1994).

## 8.4. EVALUACION PARTICIPATIVA.

Sirve para obtener directamente de los productores sus opiniones y reacciones acerca de innovaciones tecnológicas propuestas independientemente del concepto de los investigadores. Es un conjunto de métodos, diseñados para permitirles a los productores

contribuir activamente en las decisiones para planear y ejecutar la generación de tecnología agrícola.

La investigación participativa permite a investigadores y productores generar y compartir información sistemática sobre las reacciones de los productores a cerca del desempeño de la tecnología en los ensayos.

En la presente investigación se utilizarán los siguientes métodos:

#### **8.4.1. Entrevista semiestructurada.**

Se entrevistará a grupos o personas individuales, en las cuales se conversará con los entrevistados y se escuchará sus preocupaciones y puntos de vista del tema en cuestión.

Para saber si el uso de caballos en las labores agrícolas va a ser provechosa, será necesario recurrir a la encuesta semiestructurada, además de realizar observaciones directas y seguimientos en campo (Ashby, 1991).

#### **8.4.2. Aplicación del método CIAL (IPRA).**

Para la evaluación participativa de los diferentes aperos y arneses (rústicos, especiales), se aplicará necesariamente el método CIAL (IPRA) dentro del cual se usarán las siguientes técnicas:

##### **8.4.2.1. Evaluación abierta.**

La evaluación abierta es un método para captar y consignar las reacciones espontáneas de los productores a la tecnología sin usar preguntas directas. Es un primer paso hacia el desarrollo de un formato de entrevista de evaluación más estructurado.

Se puede recoger respuestas del productor a la pregunta: "que opina de este implemento", por ejemplo: peso, su diseño, el largo y el alto, etc. El objetivo de la evaluación abierta es captar los comentarios espontáneos del productor y analizarlos como indicadores de los que él ve como características más importantes de la tecnología.

De esta forma se llegará a conocer las inclinaciones que tiene el campesino hacia una determinada tecnología.

Por otro lado se pretende recibir opiniones del grupo que participa acerca del ancho y profundidad de la aradura, la velocidad de avance, tiempo perdido por vueltas, ángulo y tracción, etc. (Ashby, 1991).

##### **8.4.2.2. Evaluación absoluta.**

Como resultado de una buena evaluación con productores, se desea obtener una imagen clara de las preferencias que ellos tienen por un tratamiento o tecnología frente a otro, y de las razones o criterios que usan conforme tales preferencias.



La evaluación absoluta, es aquella en la cual el productor manifiesta su posición de agrado o desagrado sobre cada tratamiento según sus propios méritos, es con frecuencia el mejor enfoque debido a dos razones:

- Elige las mejores alternativas.
- Las elige de acuerdo a sus necesidades.

Mediante la utilización de éste método, se pretende identificar cuál de los tratamientos es el que les parece bueno, regular y malo a los agricultores. Estas identificaciones se realizan desde el momento del surcado del suelo hasta su culminación. (Ashby, 1991)

## IX. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
Reconocimiento y ubicación de la zona.	*												
Elaboración del perfil de tesis.		*	*										
Ejecución del trabajo de campo.				*	*	*	*						
Procesamiento y discusión de resultados.								*	*	*			
Redacción de la tesis.								*	*	*	*	*	
Defensa de la tesis.													*

## X. PRESUPUESTO.

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs.)	PRECIO TOTAL (Bs.)
<b>ARNES RUSTICO</b>				
Bolsas sintéticas	piezas	4	9	36
Pita Ø 3/8	m	10	1.5	15
Pita Ø 5/8	m	10	3.5	35
Cuerda para amarrar	m	1	9	9
Argollas metálicas	piezas	4	10	40
Electrodos	piezas	7	0.25	12.25
Rollo de película	pieza	1	52	52
Caballo	animal	1	1500	1500
Burro	animal	1	400	400
Arado CIFEMA	pieza	1	300	300

Implementos-Caballo	piezas	1	646.8	646.8
SUB TOTAL				3046.05
Imprevistos (10%)				304.605
TOTAL				3350.6

## XI. BIBLIOGRAFIA.

- ANDRADE, C.J. 1997. Comparación y efecto al medio ambiente del arado ecológico (CIFEMA), con arados simétricos de puna. Tesis de grado. Cochabamba, Bolivia. p. 36-40.
- ASHBY, J.A. 1991. Manual para la evaluación de tecnología con productores. Proyecto de Investigación Participativa en Agricultura (IPRA), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 102 p.
- BERLIJN, D.J., *et al.* 1978. Organización del trabajo de campo. D.G.E.T.A., Mexico. 125 p.
- CADENA, O. ; FLORES, R. 1996. Diagnóstico rural participativo-Capinota: Sarcobamba y Sarcok'uchu. NRI-CIFEMA-UMSS. 26 p.
- CALZADA, B.J. 1970. Métodos estadísticos para investigación 3ª ed. Lima, Ed. Jurídica 26-149; 482-484.
- CESPEDES, E. 1981. Estudio de diversos yugos y arneses como elementos para mejora La tracción de los bovinos. Tesis de grado. Cochabamba, Bolivia. p. 147.
- MEIER, H. 1979. curso electivo de maquinaria agrícola. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias agrícolas y Pecuarias. Cochabamba, Bolivia. p. 63.
- MEIER, H. 1993. Mecanización agrícola, Proyecto HERRANDINA. Cooperación Técnica Del Gobierno Suizo, primera edición, Lima, peru. p.1-10.
- PERDOMO, T. A.D. 1984. Investigación y uso de implementos agrícolas para tracción animal. Tesis Ing. Agr. La Ceiba, Atlántida, honduras, C.A. Universidad Autónoma de Honduras. 14-15 p.
- PROMECH. 1997. Curso internacional de formación de instructores en mecanización agrícola, Honduras. p. 18-28.
- SANCHEZ, H. 1986. La mecanización agrícola y los talleres rurales en el departamento de Cochabamba. Tesis Ing. Agr. Cochabamba, Universidad Mayor de San Simón.

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. p. 116.

SMITH, D.W., *et al.* 1994. Principios y prácticas de prueba y evaluación de máquinas y equipos agrícolas. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 110. Roma. p. 110-120.

ZAMBRANA, V. L. 1980. Estudio comparativo de diferentes arados a objeto de mejorar el Trabajo de labranza con tracción animal. Tesis Ing. Agr. Cochabamba, Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, p. 147.

## ANEXO 5

### Availability and Use of Work Animals in the Middle Andean Hill Farming Systems of Bolivia

J. T. Dijkman<sup>a1</sup>, B. G. Sims<sup>b</sup> & L. Zambrana V.<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Natural Resources Institute (NRI), Central Avenue, Chatham Maritime, Chatham ME4 4TB, UK

<sup>b</sup>Silsoe Research Institute (SRI), Wrest Park, Silsoe, Bedford MK45 4HS, UK

<sup>c</sup> Centro de Investigación, Formación y Extensión en Mecanización Agrícola (CIFEMA), Casilla 831, Cochabamba, Bolivia

#### ABSTRACT

#### INTRODUCTION

Work animals continue to make a significant contribution to many rural and urban economies. In fields that tractors cannot reach, such as terraced or steep hillsides and on farms where the scale of enterprise, as well as finance, doesn't permit the procurement of a tractor, animal power is the only means of cultivating the land other than by hand (Pearson & Dijkman, 1994). The recognition of their enduring importance has stimulated interest in research on work animals. This is clearly indicated in recent reviews by Petheram *et al.* (1989) and Starkey *et al.* (1991), which list organisations and institutes working on the subject. Although farmer-felt constraints ranging from a lack of feed resources, the access and availability of work animals to the absence of suitable implements and spare-parts have been reported from a number of hillside farming systems (Gatenby *et al.*, 1990; Pariyar & Singh, 1995; Starkey, 1995), the majority of the research has concentrated on the lowland areas of sub-Saharan Africa and Southeast Asia. As a result, relatively little data are available on the rôle of work animals in hillside farming systems, particularly within Latin America. To enable the initiation of the much needed research in this region, a preliminary requirement was the execution of a preparatory study. This paper presents the results of a Participatory Rural Appraisal (PRA) and a confirmatory workshop attended by community representatives, intermediate users and scientists. These activities were organised in the Cochabamba region of Bolivia in the second half of 1996 to describe and analyse current availability and use of work animals, and to enable the preparation of detailed recommendations for demand-led research in hillside farming systems in the middle Andean hills.

#### MATERIALS AND METHODS

In close coordination with the Universidad Mayor de San Simón (UMSS), a three day rapid overview survey was conducted in the Cochabamba region. To enable the examination of livestock and work animal systems under a wide range of conditions, three provinces were selected for the PRA- Capinota, Ayopaya and Tiraque - which represent the broad spectrum of agro-ecological zones, socio-economic circumstances and work animal usage within the mid Andean hill region. Following the selection of these three areas, Non-Governmental Organisations (NGOs) and development projects working in each of these provinces were contacted and agreed to collaborate in the study. In close consultation with these NGOs (Asociación de Servicios Artesanales y Rurales (ASAR), Centro de Investigación y Promoción

---

<sup>1</sup> Present address: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Animal Production and Health Division, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy

del Campesino (CIPCA), Centro de Desarrollo Social y Económico (DESEC), Programa de Investigación de la Papa (PROINPA) and World Vision), two communities in each of the provinces were selected to participate in the study. Village meetings were organised to introduce the proposed PRA and to request the permission and the collaboration of the people in the execution of the study. The selected communities; Sarco Kucho and Sarcobamba in Capinota; Piusilla and San Isidro in Ayopaya; Boqueron K'asa and Kolque Joya in Tiraque, all agreed to participate in the studies, which were conducted over a period of three weeks each per community. During the PRA exercise, a checklist, elaborated with the help of all project collaborators, incorporating a variety of methods such as historical transects, seasonal calendars, mobility maps, resource flow diagrams and matrix and problem ranking, was used to obtain basic data on communities, history, farming and livelihood systems, livestock and work animal sub-systems. The confirmatory workshop, held over a two day period in October 1996, was organised to present and discuss the results of the PRA with community representatives, NGOs and scientists and to define the research activities for the next project phase. During the workshop, following the presentation and discussion of the PRA results, delegates were divided into four groups to analyse further the observed problems. The results of this group work were thereafter presented during a plenary session to generate a problems and objectives tree. Following the generation of these diagrams, the project goal and purpose were established, after which the project outputs required to attain the purpose were discussed in small groups. The outcome of these group discussions were presented during a plenary session during which the project outputs were prioritised. Subsequently, plenary decisions were taken on the specific activities needed to secure the defined outputs, to finalise the project's logical framework.

## RESULTS

### Brief description of the communities

The two communities in Capinota are situated at an altitude of about 2400 meters above sea level (masl). The average annual temperature in the communities is 15 °C, with frost during May, June and July and the highest ambient temperatures between September and December. The total average annual rainfall of about 500 mm is distributed over a period of 5 months with the highest precipitation between November and March (Fig. 1). Most of the agricultural land of both communities are made up by alluvial river valley bottoms, which are predominantly cultivated with a range of horticultural crops (carrots, garlic, onions etc.) or potatoes. Size of land holding ranges from 0.2 to seven ha. Farmers with larger holdings also own land on the adjacent hillsides (slope 0 - 30 %) which is mostly utilised for grazing sheep or goats. An estimated 90 % of the cultivated terrain benefits from the availability of an irrigation canal system which has water available throughout the year. Apart from the described crop cultivation activities, most families also rear a variety of farm animals such as a pair of draught oxen, dairy cows, equids, pigs, sheep, goats, poultry and rabbits. Whereas all families in the communities own some form of livestock, ownership of large farm animals is restricted by lack of land, feed resources and finance. Sarco Kucho, which has approximately 400 inhabitants, and Sarcobamba, with roughly 1000 inhabitants, were connected to the electricity grid in 1995. In addition, provisions for potable water have also been installed recently. Both communities have a primary school, but no health facilities are available.

Piusilla and San Isidro in the Ayopaya province, neighbouring villages located at an altitude of between 3400 to 3800 masl. Average annual temperature is 15 °C, with frost occurring

between May and August and the highest ambient temperatures in November. The total average rainfall of about 650 mm/annum is distributed over a five month period with the highest precipitation in the months of December, January and February (Fig. 1). The cultivated land (slope 10 - 60 %), is divided in four distinct altitude zones, which, in ascending order, are: Miska, Llujchi, Temporal and Wata Tarpuy, the two lowest of which profit from year-round availability of irrigation water. Potato is the main crop in all zones, but the crop rotations, planting dates and fallow periods differ substantially. In the Miska, for example, potatoes are planted in May and harvested in November, followed by a maize crop which is superseded by a one year fallow period. In the Wata Tarpuy, potatoes are planted in October, followed by forage oats and a fallow period of eight years. Size of land holding ranges from 0.3 to three ha. Farmers also have access to communal land (Wata Tarpuy) for grazing and cultivation, the allocation of which is decided in village meetings. Apart from a pair of oxen, which is owned by all families and which is used solely for cultivation of the land, livestock ownership in most cases also constitutes either horses or donkeys, sheep, pigs, poultry and at the highest elevations, llamas. Piusilla, which has approximately 850 inhabitants, and San Isidro, with roughly 1200 inhabitants have had access to provisions for potable water since 1976. Although the two communities have a generator, this only provides electricity between 18.00 and 21.00 hours. The two villages share a health clinic and have had a primary and secondary school since 1940.

The two communities in Tiraque are situated at an altitude of about 3600 masl. The average annual temperature in the communities is 11 °C, with frost occurring from May till September. The highest ambient temperatures are recorded in October and November. The total average annual rainfall of approximately 530 mm is distributed over a four month period between December and April, with the highest precipitation in January and February (Fig. 1). The cultivable land (slope 0 - 35 %), is divided into three altitude zones, which are in ascending order of altitude and descending order of fertility: Hura Jallpas, Chapi Jallpas and Pata Chirijallpas. Between 50 and 80 % of the two lower zones profit from the availability of irrigation channels, although water is not available year-round. Crop rotations, potato followed by a cereal and a one to two year fallow period, are similar in the different zones, but planting dates are varied due to the differences in altitude and ambient temperature. Size of land holding varies between 0.1 and five ha. All households own a pair of oxen, one or two donkeys, sheep, pigs, poultry and about 10% of the population in both villages owns a horse. Boqueron K'asa, which has about 2400 inhabitants, has no electricity or potable water facilities. The community does have a primary and secondary school and a resident village health worker. Kolque Joya, with approximately 450 inhabitants, has been connected to the electricity grid since 1995 and has had potable water facilities, which serve about 70 % of the population, since 1994. No school or health services are available in the community.

[insert Fig 1]

#### *Aynokas system*

Farming families in Ayopaya, in addition to their privately owned land, also have access to areas of communal land. This communal system of land use, called the *Aynokas* system, has been described in detail by Zimmerer (1991), Hervé *et al.* (1994) and Pestalozzi (1997). Briefly, a community may have several high altitude hillside areas or *Aynokas* dedicated to this system of land use. Access to, and use of the *Aynokas* by each family is decided on a communal basis. *Aynokas* are normally subdivided in ten to 13 distinct plots. At any one time, three plots of the *Aynoka* will have been under cultivation for one, two and three years,

respectively. Each year, this rotational cultivation system moves along one plot, with the area that has been cultivated for the past three years entering into a seven to ten year fallow period and the plot that has finished this fallow period entering into a three year cultivation period. During their fallow, plots are used for extensive grazing by livestock. The areas of the *Aynoka* where cultivation is taking place, however, are excluded from grazing. As only parts of the plots dedicated to cultivation are actually planted with crops, a substantial area of natural vegetation within the plots has the opportunity to recuperate from grazing. These areas hence are an abundant source of animal feed once they enter into their fallow period.

### **A change in agricultural landscape**

Following the Agricultural Reform Bill of 1954, when Bolivian peasants, who previously worked the land belonging to large landowners under a feudal system, acquired ownership rights to the land they were cultivating, the agricultural landscape has changed significantly (Bentley, 1996). Not only did peasant farmers enter into the market economy, but also the agricultural development in the country now focused on the millions of subsistence farmers that had to provide the country with food. The more recent opening of large parts of the Andean hinterland by an ever expanding network of all-weather roads, has also meant that NGOs and other development organisations can now relatively easy access communities that were previously virtually beyond their reach. Through this improved accessibility and availability of information. Farming communities were able to obtain inputs such as chemical fertilisers, phyto-sanitary chemicals and improved potato varieties. These technologies have had a major impact on the production of this crop with yields, in some cases, increasing more than tenfold. As a result, families that previously produced *c.* 1000 kg of potatoes of which about 800 kg was used for auto-consumption whilst the remainder was marketed, may now have several tonnes to sell (Dijkman & Sims, 1997).

### **Work animal husbandry and use**

#### *Capinota*

Oxen are used for three to four months a year, predominantly for cultivation tasks such as ploughing, harrowing, ridging and earthing-up. At the end of the cultivation season, some farmers may sell one or even both oxen. Prior to the start of the next tillage season, these farmers will purchase new animals of about two years of age at the local market. Farmers use this system to reduce feeding and labour costs connected to maintaining a pair of work oxen. In addition, it also helps to optimise income from the work animal resource if animals are sold when they are in a good condition. Animals can be acquired for anything between 1500 and 2500 Bolivianos (Bs)<sup>1</sup>, depending on their size and condition. Working life of oxen varies between one and four years. The training of the new animal is said to be accomplished within a week, during which period the new ox is yoked and worked together with the older, more experienced animal. As not all households own a pair of oxen, animals are commonly hired at 45 Bs per day, or an equivalent payment in kind. There are also three tractors available in the area, but the rate of 60 Bs per hour is found to be prohibitively expensive by most farmers.

Transport requirements and possibilities have significantly changed in the past two decades through increases in marketable surpluses and the extension of the all-weather road network. As a result, equids, which previously provided the only source of non-human transport, have

---

<sup>1</sup> United States dollar = 5 Bolivianos

been largely replaced by trucks for long journeys. Nevertheless, the animals are still employed to carry agricultural inputs and harvested materials the short distance from the field to the road, on fields which cannot be reached by motorised transport. In addition, some farmers have diversified the use of their equids and are using them for low-draft cultivation tasks such as earthing-up in horticultural crops and in the threshing of harvested crops. During the rainy period, equids also provide the only source of transport capable of passing the river to the main road from Capinota. Contrary to oxen, equids are only replaced through death. Donkeys and horses are bought at one to three years old at nearby livestock markets. Prices range from 200 to 400 Bs and 400 to 1000 Bs, for donkeys and horses respectively. Whilst most animals are sold untrained, premiums are paid for trained animals. Working life is reported to vary between five and ten years, which suggests that life span varies from six to 13 years.

Whereas the feeding of small farm animals is the responsibility of the women and children, men are responsible for the feeding of work animals. Alfalfa, which is commonly grown by livestock owning farmers, is fed to the oxen during the working period. The remainder of the year, however, animals have to content themselves with the available natural pasture or crop residues from cereal and legume crops. Equids are fed throughout the year on natural pasture and crop residues. Work animals are not provided with housing and are normally tethered outside the house at night.

#### *Ayopaya*

Oxen are used intensively throughout the year for cultivation tasks such as ploughing and harrowing, with the exception of the months of February and March. As almost all farmers own a pair of oxen, renting of animals is not common. Animals are, however, occasionally loaned to other farmers, for which the same favour is returned. Oxen are bought at the livestock market at one or two years of age and range in price from 1500 to 1800 Bs. The working life of oxen varies between four to five years, after which time, due to the coarseness of their diet, the animals' teeth have completely worn down and hence have to be sold. Training of young oxen takes from one to four weeks. During this training period the new animal is yoked and worked together, using the head yoke commonly used in Bolivia, with an older, more experienced animal. Trained oxen are also occasionally bought, but these animals are sold at a premium and their purchase is an exception rather than the rule.

Horses, donkeys, mules and llamas are all utilised as transport animals. In the past years, however, there have been marked changes in their utilisation. Equids and llamas used to be the only means of transport available in the area for both people and goods. Hence, they not only formed part of the essential lifeline with the outside world, but they also constituted an integral part of many on and off-farm activities involving the need for transport. Nowadays, all transport of produce, inputs and people to and from the market towns is carried out by truck, bus or pick-up. Nevertheless, animals are still employed for operations such as the transport of firewood, fodder and agricultural produce the short distance from the field to the road. Apart from their use for transport, horses are also used in the threshing of harvested cereals and legumes. In addition, and importantly, these animals also still provide a means of emergency transport when no vehicles are available or when weather conditions have made roads impassable to motorised transport. Pack saddles are not commonly used in the area. In general only a blanket or a fertiliser bag is thrown over the animal's back for protection before the load is applied. Loads, which are carried over the back rather than over the withers, either hang loose or are tied up with a rope under the animal's belly. Although traditionally used as a pack animal and a fibre and meat provider, the transport function of the llama is at present only



rarely utilised due to their limited pack capacity (30 kg). Equids are bought at the one of the livestock markets at two to three years of age for prices ranging between 300 to 1200 Bs, 300 to 800 Bs and 2000 Bs for horses, donkeys and mules, respectively. Working life of equids is reported to vary between five and ten years, which suggest that life span varies from six to 13 years. Llamas are bought at one to two years of age, for a price that may range between 200 to 250 Bs. The life span of llamas is reported to be about 12 to 14 years.

Feeding and management of work animals is the responsibility of the men. Animals feed on natural pasture on fallow or communal lands. Oxen and equids also have access to cereal crop residues and whole forage oats crop during May through to September. Work animals are not provided with housing and, depending on the need for their use, they either spend the night tethered outside the house or on the communal pastures.

### *Tiraque*

As described for the other communities, oxen are used predominantly for primary cultivation tasks with the exception of the months of November, February, March and April. Oxen are bought at the livestock markets for 1800 to 2000 Bs at one to two years of age. Normal working life ranges between five and six years, and hence life span varies between six and seven years. However, due to fodder shortages, some farmers have resorted to selling their animals at the end of the cultivation season. Although this allows farmers to capitalise on the investments they have made in terms of feed and labour, it does mean that farmers are continuously working with a relatively inexperienced pair of oxen which may have an influence on the ease of handling the oxen as well as the quality and speed of working.

Training of young animals is carried out in a similar fashion as that described for the other communities. As in Ayopaya, all families own a pair of oxen and hence renting arrangements are not common. Animals can be given on loan, however, in return for manual labour or the same service.

As has been mentioned before, transport needs and possibilities have changed significantly in the past four decades. In spite of all these changes, the majority of rural households still own one or two donkeys and a horse, which are regularly employed to transport cut fodder to the farm or agricultural inputs and harvested material from the field to the road head (Fig. 2). Donkeys and horses are often acquired trained (100 - 200 Bs for donkeys; 200 - 300 Bs for horses), but even when the animals are purchased untrained, farmers report that they learn much quicker than oxen. Working life and life span in the communities in Tiraque is similar to those reported in the other areas.

The feeding of work animals is based on natural pasture from communal or fallow land. During the drier periods of the year, animals also receive cereal straw and stover which is stored in heaps or sheaves near the homestead (Fig. 3).

As was reported for the other communities, work animals are not provided with housing. Although farmers are well aware of the value of organic manure, the type of management and the small number of animals kept makes collection difficult. Sheep, however, are kept in corrals overnight and this manure is commonly collected and used on the cropping land. Farmers also purchase organic manure (chicken or cattle) by truck load in Cochabamba. This type of fertiliser, which is said to be more economical than chemical fertiliser, is mainly used in the cultivation of potatoes, the major cash crop.

[insert Fig. 2 and Fig. 3]

### *Work animal health*

Although severe health problems in work animals are not common in any of the studied communities, the change from the drier to the wetter periods does occasionally bring outbreaks of foot and mouth disease in cattle and angina and colic in equids. Helminths, seasonal mineral deficiencies, foot rot and excessive hoof growth are also reported, but, in concurrence with most of the other health problems mentioned, these could be avoided through an improvement in management practices. Although sporadic vaccination campaigns are carried out by NGOs, veterinary care is virtually non-existent due to a general lack of knowledge of medications and treatments, difficult access to sources and high costs. The few traditional treatments that are practised within the communities are reported to have variable success rates.

A worrying new development, is the importation of draught oxen from the Bolivian tropical lowlands, which could potentially have significant effects on the work animal health situation in the communities through the importation of exotic pathogens and vectors that maybe able to establish themselves in the lower altitude valleys with their relatively mild climate.

### *Farmer felt constraints*

Problem ranking related to the use of work animals was divided into two distinct parts; animals and implements. The results of this exercise are shown in Table 1 and 2, Table 3 and 4 and Table 5 and 6 for the communities in Capinota, Ayopaya and Tiraque, respectively.

[insert Table 1 - 6]

## CONFIRMATORY WORKSHOP

The presentation of the PRA results during the workshop and the subsequent group analysis of the observed problems, resulted in the construction of the problem tree presented in Fig 5.

[insert Fig. 4]

Following detailed plenary discussions, the project goal and project purpose were specified as 'Performance of livestock (including work animals) in hillside (crop/livestock or livestock) production systems optimised' and 'Optimise the exploitation of animal power in hillside production systems', respectively.

The outputs required to attain the defined project purpose were elaborated in small groups, after which the various proposals were prioritised during a plenary meeting. Though a rather slow and detailed process, it ensured the full participation and agreement of all stakeholders in the research project. Subsequently, the specific activities needed to obtain the defined project outputs were decided upon during further plenary sessions. The project's logical framework, which was the final outcome of the workshop is presented in Table 7.

[insert Table 7]

## PROJECT FOLLOW-UP

Following the finalisation of the preparatory field work, a project memorandum, based on the PRA findings and the results of the confirmatory workshop, entitled *Improved management*

*and use of work animals in the Andean hill farming systems of Bolivia* was prepared and submitted for funding to the United Kingdom (UK), Department for International Development (DfID) Livestock Production Programme of the Renewable Natural Resources Research Strategy in November 1996. This proposed three year research project will address the major constraints identified with respect to work animal husbandry (animal health, feeding, diversification of animal use and animal housing), implements (transport, soil cultivation, seeding, weeding and harvesting) and soil and water conservation (equipment and practices linked to fodder production), using participatory methodologies to select and evaluate appropriate technologies (Table 7). Project objectives will be achieved within the established collaborative framework of CIFEMA, UMSS, NGOs and other DfID funded activities within the area. The project was approved for funding in October 1997 and has been operational since that time (Sims *et al.*, 1997).

## ACKNOWLEDGEMENTS

The preparatory study on which this paper is based was financed by the UK DfID. We are particularly grateful to our local collaborators from the Universidad Mayor de San Simón and the various NGOs. In addition, the inhabitants of Sarcobamba, Sarco Kucho, San Isidro, Piusilla, Kolque Joya and Boqueron K'asa are thanked for their willingness to share their knowledge with us. FAO kindly arranged the availability of J. T. Dijkman during part of the study.

## REFERENCES

- Bentley, J. W. (1996). Factores humanos del manejo de suelo y agua en Bolivia. In: *Estrategias para prácticas mejoradas de conservación de suelo y agua en los sistemas de producción de ladera en los valles andinos de Bolivia*. Cochabamba, Bolivia. Universidad Mayor de San Simón, Silsoe Research Institute. Memoria taller Proyecto Laderas 25-26 de octubre. pp 9-14.
- Dijkman, J.T. & Sims, B. G. (1997). From beast of burden to multi-purpose power source: Changes in, and challenges for the utilization of equines in Bolivia. *Paper presented at the International Workshop on Improving donkey utilisation and management*. Debre Zeit, Ethiopia, 5 - 9 May 1997
- Gatenby, R.M., Thapa, B. & Shrestha, N.P. (eds.) (1990). *Livestock in the hills of Nepal*. Proceedings of the second livestock workshop held at Pakhribas Agricultural Centre, 11-16 March 1990.
- Hervé, D., Genin, D., & Riviere, G. (1994). Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes. IBTA – ORSTOM, La Paz, Bolivia.
- Pariyar, M.P. and Singh, G. (1995). Farm mechanisation in Nepal. *Agricultural Mechanisation in Asia, Africa and Latin America*, Vol.26 No.2, 55-61.
- Pearson, R. A. & Dijkman, J. T. (1994). Nutritional implications of work in draught animals. *Proceedings of the Nutrition Society*, 53, 169-179.

- Pestalozzi, H. U. (1997). Descanso y recuperación de fertilidad en un agroecosistema altoandino. In: Estrategias para Practicas Mejoradas de Conservacion de Suelo y Agua en los Sistemas de Produccion de Ladera en los Valles Andinos de Bolivia. (Ed. Sims, B.). Memoria Segundo Taller del Proyecto Laderas. 22-24 Octubre 1997, Cochabamba, Bolivia. pp. 98-105
- Petheram, R.J, Goe, M.R. & Abiye Astatke (1989). *Approaches to research on draught animal power in Indonesia, Ethiopia and Australia*. Graduate School of Tropical Veterinary Science, James Cook University, Townsville, Australia.
- Sims, B. G., Dijkman, J. T., Zambrana, L. & Mendoza, J. (1997). Animales de trabajo en sistemas de producción: El reto de la investigación. Paper presented at the *Segundo Encuentro Latinoamericano de Traccion Animal*. Red Latinoamericana de Traccion Animal (RELATA), Programa Regional de Fomento de la Tracción Animal (FOMENTA), Tegucigalpa, Honduras, 4 - 6 Noviembre 1997.
- Starkey, P. H., Sirak Teklu & Goe, M.R. (1991). *Animal Traction. An annotated bibliographic database*. ILCA, Addis Ababa.
- Starkey, P. H. (1995). *Animal traction and sustainable agriculture in the Dominican Republic*. Consultancy report prepared for Winrock International Institute for Agricultural Development. 20p.
- Zimmerer, K. S. (1991). Agricultura de barbecho sectorizada en las alturas de Paucartambo; luchas sobre la ecología del espacio productivo durante los siglos XVI y XX. *Allpanchis*, 23 (38), 189-225.

**TABLE 1**  
**Problem, Causes and Solutions Connected to the Use of Work Animals (ranked) as Identified**  
**by Farmers in Sarcobamba and Sarco Kucho, Capinota, Bolivia**

<i>Problems</i>	<i>Causes</i>	<i>Solutions</i>
<i>Sarcobamba</i>		
Lack of veterinary assistance	No information available about agencies /institutes that provide these services	Community training in basic veterinary care; request assistance from NGOs
Diseases	Lack of veterinary services; lack of knowledge about diagnosis and treatments	Request assistance from NGOs
Lack of feed	No knowledge about improved forages; lack of land to grow forages	Request information and assistance from organisations and institutes active in this area
Purchase price of animals	Distance of livestock market; cost of transport from market to community	Request permission to organise livestock markets in own locality
Reproduction	Time lapse from calf to working animal	Request information and assistance from organisations and institutes active in this area
Sale of animals	Prices controlled by middle men; necessity of sale	Organise livestock market in own locality
Time needed to train animals	No replacement animals raised in the community; lack of knowledge about training techniques	Purchase trained animals; improve training techniques
<i>Sarco Kucho</i>		
Time/cost required to train animals	No replacement animals raised in the community; lack of knowledge about training techniques	Raise animals within the community; improve training techniques
Lack of technical and veterinary assistance	No information available about agencies/ institutes that provide these services	Community training in basic veterinary care; request assistance from NGOs
Transport costs of animals from market to farm	Distance community to livestock market; lack of local transport	Raise own animals; organise livestock markets in own locality
Purchase price of animals	Prices controlled by livestock traders and middle men	Raise own animals; organise livestock markets in own locality
Diseases <sup>5*</sup>	Management practices; lack of knowledge about diagnosis and treatments	Community training; request assistance from NGOs
Lack of forage <sup>2</sup>	No knowledge about improved forages; lack of land to grow forages	Request information from organisations and institutes active in this area
Reproduction <sup>1</sup>	Time lapse from calf to working animal; lack of knowledge about genetic improvement	Request information from organisations and institutes active in this area
Sale of animals	Prices controlled by middle men; necessity of sale	Establishment farmer/community marketing organisation

<sup>5\*</sup> = Problems ranked equally

**TABLE 2**  
**Problem, Causes and Solutions Connected to Work Animal Implements and Tools (ranked)**  
**as Identified by Farmers in Sarcobamba and Sarco Kucho, Capinota, Bolivia**

<i>Problems</i>	<i>Causes</i>	<i>Solutions</i>
<i>Sarcobamba</i>		
Lack of carts and other transport facilities	Carts are not available in the area; high cost of public transport	Requests institutes to produce and test a cart prototype
Lack of harvesting implements	Implements are not available on the market	Request institutes to produce or adapt prototype
No blacksmith <sup>3*</sup>	No blacksmith available in the community	Request training for a community blacksmith
Lack of weeding implements <sup>3*</sup>	Implements are not available on the market	Request institutes to produce or adapt prototype
No earthing-up implements available	Lack of information about these type of implements	Request CIFEMA for demonstration of available implements
High price of implements <sup>6*</sup>	Most implements are not available locally	Request producers to market implements with the locality
No metal ploughs available <sup>6*</sup>	Not marketed within the area; high price of implements	Request CIFEMA for demonstration of available implements
Wooden plough wears out quickly	No hard wood species available for their construction	Introduce metal ploughs
<i>Sarco Kucho</i>		
Lack of post-harvest equipment <sup>1*</sup>	Lack of information about these type of implements and organisations which produce them	Request appropriate institutes to produce adapt prototype
Lack of carts and other transport facilities <sup>1*</sup>	Carts are not available in the area	Requests institutes to produce and test a cart prototype
Lack of harvesting implements	Implements are not available on the market; lack of information	Request institutes to produce or adapt prototype
No earthing-up implements available	Lack of information about these type of implements	Request CIFEMA for demonstration of available implements
No blacksmith	No blacksmith available in the community	Request training for a community blacksmith
Lack of sowing/planting implements <sup>6*</sup>	Lack of information about these type of implements and organisations which produce them	Request appropriate institutes to produce or adapt prototype
Lack of information <sup>6*</sup>	No extension or diffusion of new information	Request appropriate institutes for demonstrations and information
Lack of 'improved' ploughs <sup>6*</sup>	Not available on local markets	Ask appropriate institutes for demonstrations
High cost of implements	Most implements are not available locally	Request producers to market implements with the locality
Wooden plough wears out quickly	No hard wood species available for their construction	Introduce metal ploughs

<sup>\*\*</sup> = Problems ranked equally

**TABLE 2**  
**Problem, Causes and Solutions Connected to Work Animal Implements and Tools (ranked)**  
**as Identified by Farmers in Sarcobamba and Sarco Kucho, Capinota, Bolivia**

<i>Problems</i>	<i>Causes</i>	<i>Solutions</i>
<i>Sarcobamba</i>		
Lack of carts and other transport facilities	Carts are not available in the area; high cost of public transport	Requests institutes to produce and test a cart prototype
Lack of harvesting implements	Implements are not available on the market	Request institutes to produce or adapt prototype
No blacksmith <sup>3*</sup>	No blacksmith available in the community	Request training for a community blacksmith
Lack of weeding implements <sup>3*</sup>	Implements are not available on the market	Request institutes to produce or adapt prototype
No earthing-up implements available	Lack of information about these type of implements	Request CIFEMA for demonstration of available implements
High price of implements <sup>6*</sup>	Most implements are not available locally	Request producers to market implements with the locality
No metal ploughs available <sup>6*</sup>	Not marketed within the area; high price of implements	Request CIFEMA for demonstration of available implements
Wooden plough wears out quickly	No hard wood species available for their construction	Introduce metal ploughs
<i>Sarco Kucho</i>		
Lack of post-harvest equipment <sup>1*</sup>	Lack of information about these type of implements and organisations which produce them	Request appropriate institutes to produce or adapt prototype
Lack of carts and other transport facilities <sup>1</sup>	Carts are not available in the area	Requests institutes to produce and test a cart prototype
Lack of harvesting implements	Implements are not available on the market; lack of information	Request institutes to produce or adapt prototype
No earthing-up implements available	Lack of information about these type of implements	Request CIFEMA for demonstration of available implements
No blacksmith	No blacksmith available in the community	Request training for a community blacksmith
Lack of sowing/planting implements <sup>6*</sup>	Lack of information about these type of implements and organisations which produce them	Request appropriate institutes to produce or adapt prototype
Lack of information <sup>6*</sup>	No extension or diffusion of new information	Request appropriate institutes for demonstrations and information
Lack of 'improved' ploughs <sup>6*</sup>	Not available on local markets	Ask appropriate institutes for demonstrations
High cost of implements	Most implements are not available locally	Request producers to market implements with the locality
Wooden plough wears out quickly	No hard wood species available for their construction	Introduce metal ploughs

<sup>\*\*</sup> = Problems ranked equally

**TABLE 1**  
**Problem, Causes and Solutions Connected to the Use of Work Animals (ranked) as Identified**  
**by Farmers in Sarcobamba and Sarco Kucho, Capinota, Bolivia**

<i>Problems</i>	<i>Causes</i>	<i>Solutions</i>
<i>Sarcobamba</i>		
Lack of veterinary assistance	No information available about agencies /institutes that provide these services	Community training in basic veterinary care; request assistance from NGOs
Diseases	Lack of veterinary services; lack of knowledge about diagnosis and treatments	Request assistance from NGOs
Lack of feed	No knowledge about improved forages; lack of land to grow forages	Request information and assistance from organisations and institutes active in this area
Purchase price of animals	Distance of livestock market; cost of transport from market to community	Request permission to organise livestock markets in own locality
Reproduction	Time lapse from calf to working animal	Request information and assistance from organisations and institutes active in this area
Sale of animals	Prices controlled by middle men; necessity of sale	Organise livestock market in own locality
Time needed to train animals	No replacement animals raised in the community; lack of knowledge about training techniques	Purchase trained animals; improve training techniques
<i>Sarco Kucho</i>		
Time/cost required to train animals	No replacement animals raised in the community; lack of knowledge about training techniques	Raise animals within the community; improve training techniques
Lack of technical and veterinary assistance	No information available about agencies/ institutes that provide these services	Community training in basic veterinary care; request assistance from NGOs
Transport costs of animals from market to farm	Distance community to livestock market; lack of local transport	Raise own animals; organise livestock markets in own locality
Purchase price of animals	Prices controlled by livestock traders and middle men	Raise own animals; organise livestock markets in own locality
Diseases <sup>5*</sup>	Management practices; lack of knowledge about diagnosis and treatments	Community training; request assistance from NGOs
Lack of forage <sup>5*</sup>	No knowledge about improved forages; lack of land to grow forages	Request information from organisations and institutes active in this area
Reproduction <sup>5*</sup>	Time lapse from calf to working animal; lack of knowledge about genetic improvement	Request information from organisations and institutes active in this area
Sale of animals	Prices controlled by middle men; necessity of sale	Establishment farmer/community marketing organisation

<sup>\*\*</sup> = Problems ranked equally



**TABLE 3**  
**Problem, Causes and Solutions Connected to the Use of Work Animals (ranked) as Identified**  
**by Farmers in Piusilla and San Isidro, Avopaya, Bolivia**

<i>Problems</i>	<i>Causes</i>	<i>Solutions</i>
Lack of forage; lack of forage management and conservation techniques	Climate; lack of improved forage species; lack of information	Request information from appropriate institutes; initiation of appropriate research
Lack of veterinary services	No veterinary services available in the area	Request appropriate institutes to establish a permanent veterinary post in the region
Purchase price of animals	Lack of market competition; no knowledge about alternative markets	Request permission to organise livestock market in own locality
Lack of knowledge about livestock improvement and management techniques	No information available	Community training in these subjects
Lack of knowledge on training techniques for work animals	No information available	Community training in this subject

**TABLE 4**  
**Problem, Causes and Solutions Connected to Work Animal Implements and Tools (ranked)**  
**as Identified by Farmers in Piusilla and San Isidro, Ayopaya, Bolivia**

<i>Problems</i>	<i>Causes</i>	<i>Solutions</i>
Lack of balers and choppers for forage conservation	No information available about these type of tools	Request appropriate institutes to produce or adapt prototypes; Request information about the availability of these tools
Lack of spike-toothed or narrow width harrows	Implement is not available	Request appropriate institutes to produce or adapt prototypes
Lack of harvesting implements	Implements are not available on the market; lack of information	Request CIFEMA for demonstration of available implements
Lack of carts and other transport facilities	Carts are not available in the area	Requests institutes to produce and test a cart prototype
Lack of post-harvest equipment	Lack of information about these type of implements and organisations which produce them	Request appropriate institutes for information/demonstrations and to produce or adapt prototypes
No blacksmith	No blacksmith available in the communities	Request training for a community blacksmith
Lack of weeding and earthing-up equipment for hillside agriculture <sup>7*</sup>	No information available about these type of implements	Request appropriate institutes to produce or adapt prototypes; Request information about the availability of these implements
Metal plough produced by CIFEMA is too heavy <sup>6*</sup>	Oxen used in the region are too small for this plough	Request CIFEMA to produce, test and demonstrate lighter plough
Wooden plough wears out quickly <sup>7*</sup>	No hard wood species available for their construction	Introduce metal ploughs

<sup>\*\*</sup> = Problems ranked equally

**TABLE 5**  
**Problem, Causes and Solutions Connected to the Use of Work Animals (ranked) as Identified**  
**by Farmers in Boqueron K'asa and Kolque Joya, Tiraque, Bolivia**

<i>Problems</i>	<i>Causes</i>	<i>Solutions</i>
<i>Boqueron K'asa</i>		
Lack of improved forage species <sup>1*</sup>	No information about institutes which work are active in this field	Request information and assistance from organisations and institutes active in this field
Lack of veterinary services <sup>1*</sup>	No veterinary services available in the area	Request appropriate institutes to establish a permanent veterinary post in the region
Lack of forage management and conservation techniques	No information available about these techniques	Request information and assistance from organisations and institutes active in this field
Diseases	No veterinary services available in the area	Request appropriate institutes to establish a permanent veterinary post in the region
Lack of forage <sup>5*</sup>	No knowledge about improved forages; lack of land to grow forages	Request information and assistance from organisations and institutes active in this field
Lack of livestock management and improvement techniques <sup>5*</sup>	No information available about these type of management techniques	Request information and assistance from organisations and institutes active in this field
<i>Kolque Joya</i>		
Lack of veterinary services	No veterinary services available in the area	Request appropriate institutes to establish a permanent veterinary post in the region
Lack of stables	No information available about the construction of stables	Request information and assistance from organisations and institutes active in this field
Improvement of available animals	No knowledge about livestock improvement techniques	Request information and assistance from organisations and institutes active in this field
Diseases	No veterinary services available in the area	Request appropriate institutes to establish a permanent veterinary post in the region
Lack of forage and forage conservation techniques	Lack of knowledge about improved forage species and conservation techniques	Request information and assistance from organisations and institutes active in this field

<sup>\*\*</sup> = Problems ranked equally

**TABLE 6**  
**Problem, Causes and Solutions Connected to Work Animal Implements and Tools (ranked)**  
**as Identified by Farmers in Boqueron K'asa and Kolque Joya, Tiraque, Bolivia**

<i>Problems</i>	<i>Causes</i>	<i>Solutions</i>
<i>Boqueron K'asa</i>		
No blacksmith	No blacksmith available in the community	Request training for a community blacksmith
Ploughshares wear out quickly	Inferior material used for their production	Request producers to use better quality materials
Lack of spike-toothed or narrow width harrows	Implements are not available on the market	Request CIFEMA to produce or adapt prototypes
Lack of ploughshares <sup>4*</sup>	Infrequent visits of CIFEMA staff	Request CIFEMA staff to visit more frequently
High price of ploughshares <sup>4*</sup>	No market competition; ploughshares wear out quickly	Request explanation from CIFEMA why they are so expensive
Potato lifter <sup>4*</sup>	No information on how to use the potato lifter	Request demonstrations by CIFEMA
Reversible plough breaks down often	Inferior material used for their production	Request producers to improve design and to use better quality materials
Lack of specific hillside implement for earthing-up	Implement is not available on the market	Request appropriate institutes to produce or adapt prototypes
Lack of carts and other transport facilities	Carts are not available in the area	Requests institutes to produce and test a cart prototype
Lack of potato graders	No information available about this type of machines	Request demonstrations by CIFEMA
<i>Kolque Joya</i>		
No blacksmith	No blacksmith available in the community	Request training for a community blacksmith
Lack of information on the use of available implements	No demonstrations given by manufacturers	Request demonstrations by manufacturers on the use of their implements
High price of ploughshares <sup>3*</sup>	No market competition; ploughshares wear out quickly	Request explanation from CIFEMA why they are so expensive
Lack of potato selector/grader <sup>3*</sup>	No information available about this type of machines	Request demonstrations by CIFEMA
Mouldboard of metal plough wears out quickly <sup>5*</sup>	Inferior material used for their production	Request producers to use better quality materials
Lack of spike-toothed or narrow width harrows <sup>5*</sup>	Implements are not available on the market	Request CIFEMA to produce or adapt prototypes
Wooden plough wears out quickly <sup>7*</sup>	No hard wood species available for their construction	Introduce metal ploughs
Reversible plough breaks down often <sup>7*</sup>	Inferior material used for their production	Request producers to improve design and to use better quality materials

<sup>\*\*</sup> = Problems ranked equally

Sarcobamba and Sarco Kucho, Capinota, Cochabamba Region, Bolivia

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Precipitation (%)	30	30	10								10	20
Temperature (°C)	15	15	15	15	<15	<15	<15	15	>15	>15	>15	>15
Frost												
Winds								+++	++	++		
									+			

NB.: Average annual temperature 15°C, total average rainfall 500 mm/anum

Piusilla and San Isidro, Ayopaya, Cochabamba Region, Bolivia

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Precipitation (%)	26	26	11								11	
Temperature (°C)	15	15	15	15	<15	<15	<15	15	>15	>15	>15	
Frost												
Winds	++	++	++	++	++	++	++	+++	++	++	++	++
									+	+		

NB.: Average annual temperature 15°C, total average rainfall 650 mm/anum

Boqueron K'asa and Kolque Joya, Tiraque, Cochabamba Region, Bolivia

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Precipitation (%)	38	38	12									12
Temperature (°C)	11	11	11	11	<11	<11	<11	<11	11	>11	>11	11
Frost												
Winds								+++	+	+		

NB.: Average annual temperature 11°C, total average rainfall 530 mm/anum

+ = Light winds; ++ = moderate winds; +++ = strong winds

Fig. 1. Climate calendars for the communities in Capinota, Ayopaya and Tiraque as elaborated by farmers during the PRA.

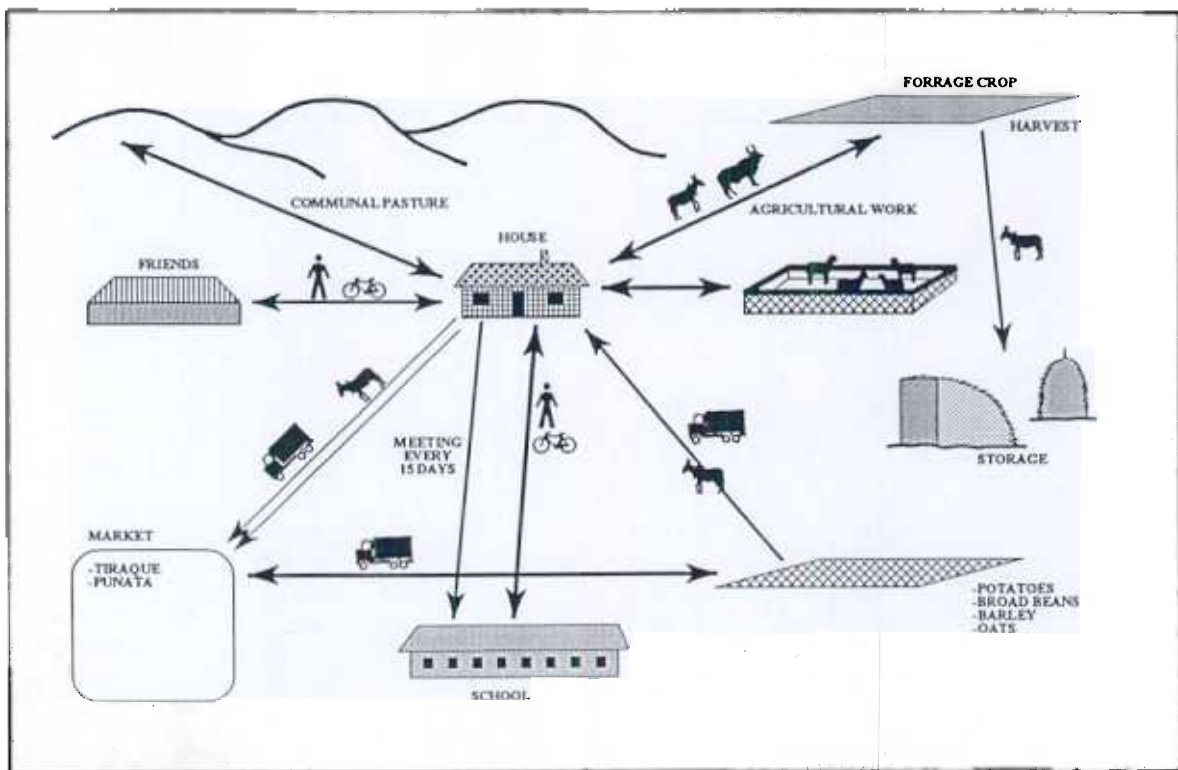


Fig. 2. Mobility diagram of the Boqueron K'asa community

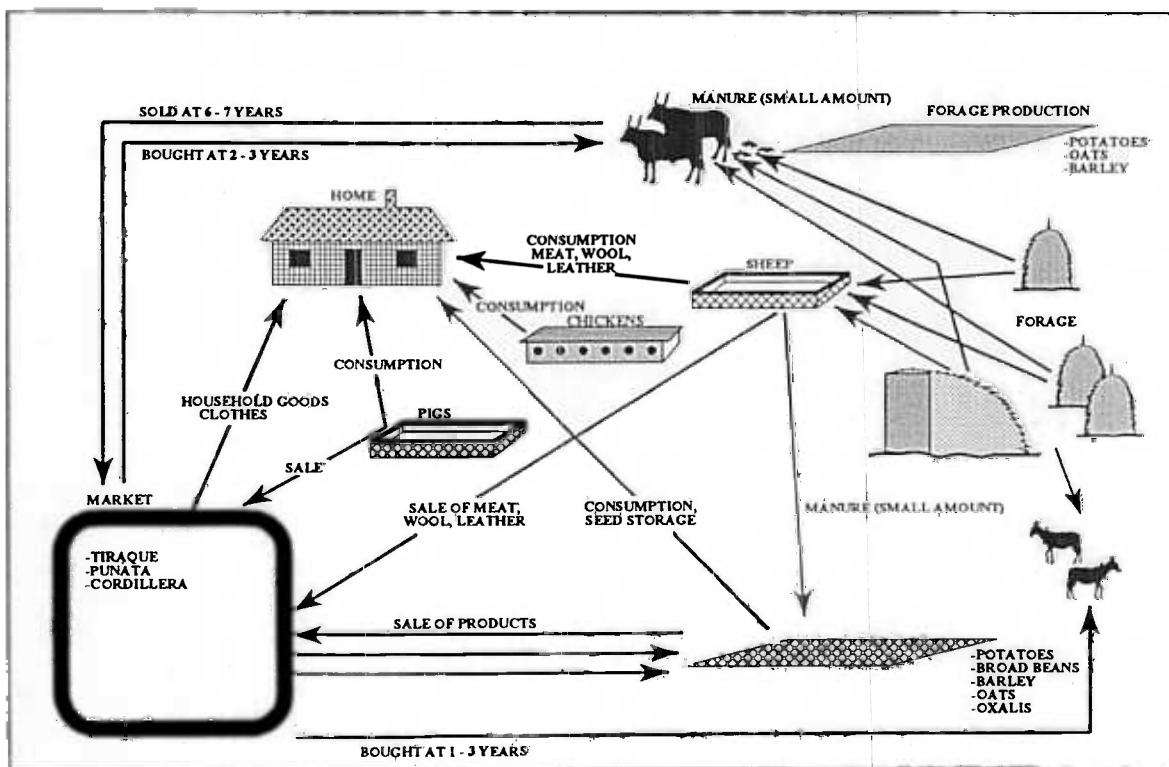


Fig. 3. Resource flow diagram of the Boqueron K'asa community