



AUTORIDAD BINACIONAL DEL

LAGO TITICACA (ALT)

**PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO (PNUD)**

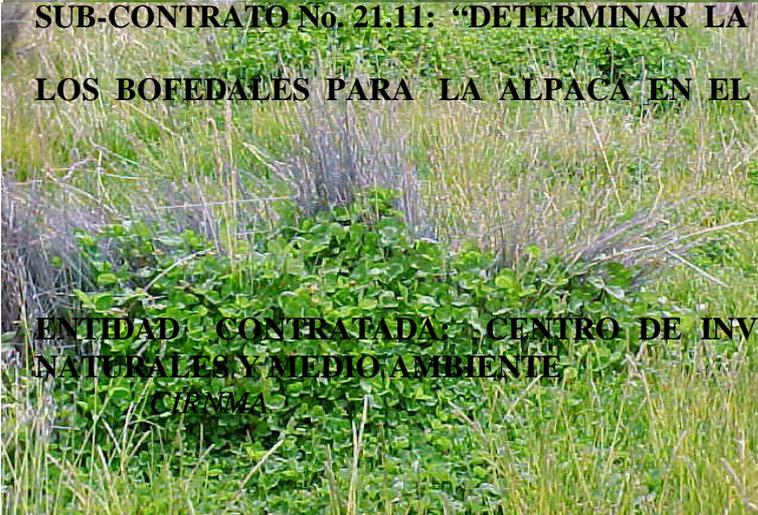
PROYECTO PER/98/G-32

**CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD EN LA CUENCA DEL LAGO
TITICACA – DESAGUADERO – POOPO – SALAR DE COIPASA (TDPS)**



INFORME FINAL

**SUB-CONTRATO N° 21.11: “DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA DE
LOS BOFEDALES PARA LA ALPACA EN EL AMBITO PERUANO”**



**ENTIDAD CONTRATADA: CENTRO DE INVESTIGACION DE RECURSOS
NATURALES Y MEDIO AMBIENTE
CIRNMA**



FECHA DE CONCLUSIÓN: FEBRERO 2001

Puno, Marzo del 2001

PRESENTACIÓN

La Cuenca del Lago Titicaca, ubicada en el altiplano peruano - boliviano, tiene una extraordinaria biodiversidad acuática y terrestre tanto de importancia nacional como regional. Esta se encuentra bajo una fuerte presión como consecuencia de inadecuadas técnicas de manejo .

De acuerdo con un reciente estudio todas las ecorregiones de la Cuenca del Titicaca y del Sistema Desaguadero, Poopo y Salar de Coipasa han sido declaradas como de máxima prioridad regional.

Las variaciones agro climáticas dentro del año y entre años han provocado fragilidad en los sistemas que son especialmente vulnerables a las prácticas de manejo inadecuado. Los cambios de uso de la tierra están aumentando los riesgos y la presión sobre los recursos naturales y su diversidad de especies asociadas.

La crianza de camélidos es una característica del Altiplano, sin embargo aumentos en las tasas de población aunados al tamaño de las propiedades, están causando mayor presión de uso de los pastizales, especialmente de los bofedales sobrepasando en muchos casos la capacidad de carga. A fin de mejorar el manejo para la crianza de ganado y proteger el hábitat de los bofedales se diseñó el Plan Estratégico Binacional de la Autoridad Binacional del Lago Titicaca (ALT).

En este contexto la Autoridad Binacional del Lago Titicaca en convenio con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y a través del Proyecto PER/98/G-32 “Conservación de la Biodiversidad en la Cuenca del Lago Titicaca –Desaguadero – Poopo - Salar de Coipasa (TDPS), convocaron a concurso el Sub.-Contrato No 21.11 “DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA DE LOS BOFEDALES PARA LA ALPACA EN EL AMBITO PERUANO”. Este Estudio fue Sub-Contratado con el Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente, el mismo que se presenta para su discusión.

El Estudio Consta de ocho capítulos. En su primera parte se describe la información bibliográfica encontrada, compuesta por estudios e investigaciones realizadas por diferentes investigadores e instituciones y organizada en dos capítulos con los temas de: Descripción Agroecológica, Clasificación y Composición Botánica, Caracterización de los Sistemas de Producción y Uso y Manejo de Bofedales.

En la segunda parte (Capítulos III a V), se efectúa un análisis de la información, por Zonas de Producción como son la Puna Seca y Puna Húmeda, describiendo en 4 temas las Características Generales de los Bofedales, Condiciones y Capacidad de Carga de las Asociaciones Agrostológicas de los Bofedales, Características de los Suelos de los Bofedales Producción, Productividad de Carne y Fibra.

La tercera parte esta referida a las Herramientas de Análisis utilizadas (capítulo VI), describiéndose un resumen del concepto del enfoque/análisis de Sistemas, el marco conceptual del Modelo de Simulación usado y la relación entre las salidas de este y un diseño de composición central rotatable que ayude a estimar el punto (s) óptimo (s) biológico y la evaluación económica para determinar la mejor alternativa de capacidad de carga.

La cuarta parte consiste en la cuantificación para la determinación biológica de la capacidad de carga con la aplicación del modelo de simulación de hato alpaquero y la determinación del óptimo biológico (Capítulo VII).

El Capítulo VIII trata el análisis económico sobre la base de la información generada por el modelo para la Zona de Puna Seca y Puna Húmeda (Nativas); así como Puna Seca y Puna Húmeda (Mejoradas) con la incorporación de pasto perenne. Para ello se definió la composición de un hato alpaquero tipo, estimándose por capacidad de carga y por zona los costos de producción, los ingresos brutos, la rentabilidad y las mejores opciones tecnológicas de capacidad de carga.

El presente informe fue elaborado por los Ings. Jorge Reinoso R., Roberto Valdivia F., Juvert Coila A., y el Dr. Carlos León Velarde.

INDICE

	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
I. DESCRIPCIÓN AGROECOLOGICA	3
Zona Agroecológica Circunlacustre	3
Zona Agroecológica Suni	3
Zona Agroecológica Puna	3
Puna Seca	3
Puna Húmeda	4
II. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS BOFEDALES	7
2.1 Distribución de Bofedales	8
Puna Seca	9
Puna Húmeda	9
2.2 Ubicación y Cobertura de las Asociaciones	11
2.2.1 Puna Húmeda	11
Asociación Distichetum	11
Asociación Eleocharetum	12
Asociación Festuchetum I	12
Asociación Calamagrosetum II	13
2.2.2 Puna Seca	13
Distichetum (Dimu)	13
Calamagrosetum (Caan)	14
Eleocharetum (Elal)	14
Festuchetum IV (Feri)	15
Wernerichetum (Wepi)	15
2.3 Composición Florística de las Asociaciones	16
2.3.1 Composición Florística de la Puna Seca	16
Distichetum (Dimu)	16
Eleocharetum (Elal)	17
Festuchetum IV (Feri)	17
Wernerichetum (Wepi)	17
2.4 Variación de la Composición Florística en Bofedales	17
2.4.1 Frecuencia y Predominancia de Especies en Bofedales	17
a. Especies Frecuentes en Puna Seca	20
b. Especies Frecuentes Puna Húmeda	22
2.4.2 Clasificación y Composición Florística de Especies en Puna Seca y Húmeda	22
a. Composición Florística de Especies en Puna Seca	22
b. Variación de la Composición Florística de Especies en Puna Húmeda.	22

	25
III. CONDICION Y CAPACIDAD DE CARGA DE LAS ASOCIACIONES AGROSTOLOGICAS DE LOS BOFEDALES.	25
3.1 Puna Seca	27
3.2 Puna Húmeda	28
3.2.1 Capacidad de Carga Pastizales Microregión Melgar	30
IV. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS DE BOFEDALES	30
4.1 Puna Húmeda	30
4.1.1 Características de Suelos en Bofedales en la Microregión Melgar.	30
Tierras Aptas para Pastos (P)	30
Suelo de Bofedales Subclase P2 WC.	31
4.1.2 Características de Suelos en Bofedales Provincias de Huancane y Azángaro	33
4.2 Características de Suelos en Bofedales en la Puna Seca.	33
4.2.1 Clasificación de Tierras de Acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor.	33
Calidad Agrológica Media (P2)	33
Calidad Agrológica Baja (P3)	34
Tierras de Protección (X)	34
4.2.2 Características de Suelos en Bofedales de la Zona Reservada Aymara Lupaka (Fuente CEDAFOR, 1995).	34
Suelo ILLPA	35
Suelo Lupaka	35
Suelo Aurincota	36
Suelo Lacalaca	36
Suelo Huatlao	37
Suelo Arasaya Bofedal	37
Suelo Patalaca	38
Suelo Viluta	38
Suelo Tupala	38
V. PRODUCCIÓN, PRODUCTIVIDAD DE CARNE Y FIBRA Y SU RELACION CON FACTORES CLIMATICOS.	39
VI. HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA EN BOFEDALES.	46
6.1 Modelos de Simulación Físico – Biológicos.	46
6.1.1 Consideraciones Generales en el Uso de Modelos	47
6.1.2 Componentes y Elementos de los Sistemas de Producción	47
Animal	49
6.1.3 El Componente Animal: El Hato	49

6.1.4	El Componente de Alimentación	50
•	Consumo de Proteína	54
6.1.5	Componente Reproductivo	55
6.1.6	Componente de Sanidad	56
6.1.7	Componente Económico	56
6.2	Modelo de Simulación del Sistema de Producción de Alpacas en el Altiplano.	56
6.2.1	Descripción del Sistema	56
6.2.2	Estructura del Modelo	57
6.2.3	Consumo de Materia Seca	58
6.2.4	Partición de la Energía	61
6.2.5	Requerimiento para el Mantenimiento (MR)	62
6.2.6	Regulación Térmica (TR)	63
6.2.7	Costos de Cosecha (HC)	63
6.2.8	Balance de Energía (EB)	64
6.2.9	Gestación	64
6.2.10	Lactación	65
6.2.11	Cambio en el Peso Corporal o Vivo	65
6.2.12	Reproducción	66
6.2.13	Producción de Fibra	67
6.2.14	Crías	68
6.2.15	Peso al Nacimiento	68
6.2.16	Consumo	68
6.2.16	Cambios en el Peso Vivo	71
6.2.17	Utilización de Forraje	72
6.3	Validación del Modelo de Alpacas	72
6.3.1	Experiencias en la Zona Agroecológica de Puna del Altiplano.	74
6.4	Análisis de la Superficie de Respuesta.	77
6.5	Análisis de Presupuesto Parcial (APP)	79
VII.	SOPORTABILIDAD DE LOS BOFEDALES EN EL ALTIPLANO	81
7.1	Descripción del Sistema Alpaquero	82
7.2	Planteamiento del Análisis	84
7.3	Producción bio – Económica de los Sistemas Alpaqueros.	87
7.4	Valor de la Producción a nivel de finca	97
7.5	Recomendaciones	100
VIII.	EVALUACION ECONOMICA DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE LOS BOFEDALES EN EL ALTIPLANO	101

8.1	Introducción	101
8.2	Organización de la Información para las Estimaciones Económicas.	102
8.2.1	Producción de Carne y Fibra.	104
8.2.2	Organización del Hato Alpaquero.	
8.3	Costos de Producción, Ingreso y Rentabilidad	104
a.	Costos Variables	105
b.	Costos Fijos	105
c.	Costo Total	105
d.	Ingreso Bruto de la Producción	106
e.	Rentabilidad	106
8.4	Estimación Económica	106
8.4.1	Valorización de la Producción de Carne y Fibra, por Zona de Producción y por Capacidad de Carga.	106
8.4.2	Valorización de la producción de carne y Fibra, por hato en zona de producción mejoradas y capacidad de carga.	108
8.4.3	Variaciones porcentuales de la producción de carne y fibra intra e Inter. zonas de producción.	109
8.5.	Análisis económico.	111
8.5.1.	Puna Seca.	111
	Bofedal nativo.	112
	Bofedal mejorado	114
8.5.2	Puna Húmeda.	114
	Bofedal nativo.	115
	Bofedal mejorado.	117

CONCLUSIONES

CITAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

Anexo I Relación de especies por familias.

Anexo II Composición y condición de asociaciones vegetales.

III Variables de entrada y salida consideradas en la construcción de modelos de simulación.

Anexo IV Costos de producción.

RELACION DE CUADROS

- Cuadro 1. Características Climáticas de las Zonas Agro Ecológicas en el Altiplano.
- Cuadro 2. Precipitación y Temperatura mínima absoluta para las estaciones de Macusani (Puna Húmeda) y Mazo Cruz (Puna Seca), considerada como promedio de 19 y 28 años respectivamente.
- Cuadro 3. Tipo de Asociaciones de Praderas en Puna Seca en Zonas de Pastoreo.
- Cuadro 4. Tipo de Asociaciones de Praderas de la Microregión Melgar, considerada como Puna Húmeda de Acuerdo a la Ubicación Fisiográfica.
- Cuadro 5. Tipo de Asociaciones de Praderas en Puna Húmeda de Acuerdo a la Zona de Producción.
- Cuadro 6. Superficie, Cobertura, Nombre Local y Símbolo de las Asociaciones Vegetales de la Zona Puna Seca.
- Cuadro 7. Presencia de Especies y su Predominancia en Bofedales de Puna Seca (n=31) y Húmeda (n=22).
- Cuadro 8. Composición Florística (%) en Bofedales de Puna Seca.
- Cuadro 9. Composición Florística en % en Bofedales de Puna Húmeda.
- Cuadro 10. Condición del Pastizal, para Asociaciones Características de los Bofedales.
- Cuadro 11. Carga Animal para Diferentes Condiciones de Pastizales de Puna Seca.
- Cuadro 12. Soportabilidad de las Asociaciones de Praderas en Puna Seca para Alpacas.
- Cuadro 13. Carga Animal Recomendable para Condiciones de Pastizales Nativos para Puna Húmeda.
- Cuadro 14. Soportabilidad de las Asociaciones en Praderas de Puna Húmeda Provincias de Huancané y Azángaro para Alpacas.
- Cuadro 15. Soportabilidad de las Asociaciones en Praderas de Puna Húmeda Microregión Melgar para Alpacas.
- Cuadro 16. Características de los Suelos de Bofedales en Puna Húmeda.
- Cuadro 17. Tasas de Crecimiento Anual (%) de Carne y Fibra de Alpaca Periodo (1970-1988).
- Cuadro 18. Tasas de Crecimiento de Carne y Fibra de Alpaca para el Periodo 1970 – 1999.

- Cuadro 19. Validación de la Subrutina Consumo Voluntario.
- Cuadro 20. Composición del Peso Proyectado del Cuerpo Actual de las Alpacas a Diferentes Edades.
- Cuadro 21. Factores y niveles considerados para establecer las combinaciones analizadas en el diseño de composición central rotatable.
- Cuadro 22. Número de tratamientos y códigos de las combinaciones de carga animal, tasa de crecimiento y digestibilidad de pasturas alto andinas utilizadas en el análisis de un sistema de producción de alpacas en condiciones de puna seca y húmeda en el Altiplano.
- Cuadro 23. Promedio y error estándar de la producción de fibra, carne en carcasa y valor de la producción de los sistemas analizados considerando diferentes condiciones de carga animal, tasa de crecimiento y digestibilidad de pastizales en puna seca y húmeda alto andina.
- Cuadro 24. Ecuaciones obtenidas del análisis de los sistemas de producción alpaquera para generar las superficies de respuesta de producción de fibra y carne en carcasa con diferentes combinaciones de carga animal, tasa de crecimiento y digestibilidad de pastizales (pradera y bofedal).
- Cuadro 25. Valores óptimos de producción de fibra, carne e ingreso por tipo de pastizal en condiciones de puna seca y húmeda nativa y mejorada enfatizando la producción de fibra, carne y valor de la producción en mercado.
- Cuadro 26. Valores óptimos para producción de fibra y carne considerando la fibra como prioridad en las zonas de Puna seca y húmeda.
- Cuadro 27. Valor de la producción fibra y carne a nivel de finca en condiciones de puna seca Nativa y mejorada.
- Cuadro 28. Valor de la producción fibra y carne a nivel de finca en condiciones de puna húmeda Nativa y mejorada.
- Cuadro 29. Producción de fibra y carne de un sistema alpaquero bajo diferentes capacidades de carga en pradera de puna seca y húmeda mejorada y sin mejorar.
- Cuadro 30. Producción de Carne y Fibra en Puna Seca y Puna Húmeda (Kg/UA.).
- Cuadro 31. Producción de Carne y Fibra en Bofedales Mejorados de Puna Seca y Puna Húmeda; en función a diferentes capacidades de carga. (Kg./ UA.).
- Cuadro 32. Composición de Hato de Alpacas.
- Cuadro 33. Indices de Composición del Hato y de Conversión a Unidades Animal.

- Cuadro 34. Ingreso Bruto por la Producción de Carne y por Zona de Producción.
- Cuadro 35. Ingreso Bruto por la Producción de Fibra por Zona de Producción.
- Cuadro 36. Ingreso Bruto de Producción de Carne por Zona de Producción.
- Cuadro 37. Ingreso Bruto de la Producción de Fibra por Zona de Producción.
- Cuadro 38. Variación Porcentual de Carne y Fibra por Zonas y Capacidades de Carga.
- Cuadro 39. Variación Porcentual en la Producción de Carne y Fibra entre Zonas y Capacidades de Carga.
- Cuadro 40. Rentabilidad por Capacidad de Carga.
- Cuadro 41. Estimación de la Tasa de Retorno Marginal por Capacidad de Carga (%).
- Cuadro 42. Rentabilidad por Capacidad de Carga, para Bofedales Mejorados.
- Cuadro 43. Estimación de la Tasa de Retorno Marginal por Capacidad de Carga (%).
- Cuadro 44. Rentabilidad por Capacidad de Carga.
- Cuadro 45. Estimación de la Tasa de Retorno Marginal por Capacidad de Carga.
- Cuadro 46. Rentabilidad por Capacidad de Carga en Bofedal Mejorado.
- Cuadro 47. Estimación de la Tasa de Retorno Marginal por Capacidad de Carga (%).

RELACION DE GRAFICOS

- Gráfico 1. Precipitación mensual, promedio de 19 y 28 años, para Puna Húmeda y Puna Seca, respectivamente.
- Gráfico 1a. Presencia de Especies en Bofedales.
- Gráfico 2. Presencia de Especies en Bofedales de Puna Seca.
- Gráfico 3. Presencia de Especies en Bofedales de Puna Húmeda.
- Gráfico 4. Precipitación y Producción de Carne.
- Gráfico 5. Temperatura Promedio y Producción de Carne.
- Gráfico 6. Precipitación y Producción de Fibra.
- Gráfico 7. Temperatura Media y Producción de Fibra.
- Gráfico 8. Costos de Cosecha como Función de la Energía Disponible del Forraje.
- Gráfico 9. Efecto de una Carga de 0.9 UAO/ha sobre la Sostenibilidad de los Pastos Naturales en el Altiplano.
- Gráfico 10. Efecto de una carga de 1.5 UAO/ha sobre la Sostenibilidad de los Pastos Naturales del Altiplano.
- Gráfico 11. Efecto del Clima y la Carga Animal sobre la Sostenibilidad de los Pastos Naturales en el Altiplano.
- Gráfico 12. Características del Vellón de Alpaca en Función de la Edad.
- Gráfico 13. Producción de Fibra en Pastizales de Puna Seca y Puna Húmeda Bajo Condiciones de Pastos Nativos.
- Gráfico 14. Producción de Carne en Puna Seca y Húmeda Bajo Condiciones de Pastizal Nativo.

Gráfico 15. Ingreso Bruto por la Producción de Carne por Zona de Producción.

Gráfico 16. Ingreso Bruto de la Producción de Fibra por Zona de Producción.

Gráfico 17. Ingreso Bruto por Producción de Carne y Fibra por Zona de Producción.

Gráfico 18. Índice de Rentabilidad de Puna Seca y Puna Seca Mejorada.

Gráfico 19. Índice de Rentabilidad de Puna Húmeda y Puna Húmeda Mejorada.

RELACION DE FOTOS

Foto 1. Método de Transección Puntual en Cuadrante

Foto 2. Asociación menor Distichetum Alto Collana – Melgar

Foto 3. Asociación menor Eleocharitum La Raya – Melgar

Foto 4. Asociación mayor Festuchetum I

Foto 5. Asociación mayor Calamagrosetum

Foto 6. Asociación menor Distichetum (Dimu)

Foto 7. Asociación mayor Calamagrosetum (Caan)

Foto 8. Asociación menor Eleocharitum (Elal)

Foto 9. Asociación mayor Festuchetum IV (Feri)

Foto 10. Asociación menor Wernerichetum (Wepi)

Foto 11. *Alchemilla diplophylla* en asociación con *Eleocharis sp.*

III. RELACION DE FIGURAS

Figura 1. Representación Esquemática de los Componentes y Elementos de un Sistema de Producción Animal.

Figura 2. Esquema de la Dinámica de un Hato en Relación al Valor Económico y de la Producción.

Figura 3. Esquema del Efecto de Variables Exógenas en el Consumo de Materia Seca al Pastoreo.

Figura 4. Esquema de las Interacciones entre el Consumo Potencial y Voluntario de la Materia Seca con la Pastura en Términos de Disponibilidad Real de Materia Seca, Proteína en Relación a la Época del Año.

Figura 5. Esquema Resumido del Uso de la Energía Proveniente del Consumo de Materia Seca Consumida.

Figura 6. Esquema Resumido del Uso de la Energía Proveniente del Consumo de Materia Seca Consumida.

Figura 7. Diagrama del Proceso de Reproducción en un Hato en Relación al Incremento de Hato y Producción.

Figura 8. Estructura General del Modelo de Alpacas.

Figura 9. Diagrama de Flujo de la Subrutina del Consumo Voluntario.

Figura 10. Efecto de la Digestibilidad de la Materia Seca Disponible y el % de Utilización Sobre el Índice de Selección.

Figura 11. Diagrama de Flujo de la Subrutina de Partición de la Energía.

Figura 12. Diagrama de Flujo de la Subrutina Reproducción.

Figura 13. Diagrama de Flujo de la Subrutina Producción de Fibra.

Figura 14. Diagrama de Flujo de la Subrutina Crías.

Figura 15. Diagrama de Flujo de la Subrutina Forraje.

Figura 16. Estructura General del Modelo de Alpacas.

Figura 17. Producción de Carne en A) Puna seca y B) húmeda bajo condiciones de pastizal nativo y mejorado.

Figura 18. Producción de fibra en A) Puna seca y B) húmeda bajo condiciones de pastizal nativo y mejorado.

Figura 19. Superficie de respuesta estimada para el valor de la producción fibra y carne en Puna Seca bajo condiciones de pastizal A) nativo y B) mejorado.

Figura 20. Superficie de respuesta estimada para el valor de la producción por fibra y carne en Puna Húmeda bajo condiciones de A) pastizal nativo y b) mejorado.

INTRODUCCIÓN

En el Altiplano peruano - boliviano, los pastizales alto andinos constituyen la base de la alimentación del ganado camélido, bovino y ovino. La disponibilidad de este recurso, está influenciado por las condiciones medio ambientales, especialmente las relacionadas con la precipitación, temperatura, suelo y altitud; así como por el manejo que le dan los productores.

Existen básicamente dos tipos de pastizales, las praderas alto andinas y los bofedales. Ambos se encuentran en la denominada zona agro ecológica de Puna. En esta es posible diferenciar la Puna Seca, sobre los 3900 msnm. con un clima frío seco; y la Puna Húmeda, con influencia de la cuenca Amazónica y por tanto con mayor humedad ambiental. En cada una de estas zonas, los diversos sistemas de producción de Alpacas, están basados en la explotación de **bofedales**. Las características más sobresalientes de estas unidades de productivas son:

- **Adecuación de diferentes actividades productivas en diferentes tiempos y espacios.** El papel de la ganadería y en especial de la crianza alpaquera es importante en la asignación del tiempo y en la formación del ingreso de los productores de las zonas de Puna, sin embargo no es la única.
- **Heterogenidad socioeconómica,** es decir la presencia de diferentes estratos económicos entre las familias de una comunidad y de productores individuales así como entre las comunidades y las diferentes zonas de producción como la Puna Seca y Puna Húmeda implican que no existen soluciones técnicas y económicas válidas para todos los productores; por lo tanto es necesario realizar adecuados esfuerzos de adaptación de tecnologías a las condiciones locales diferenciales.
- **División de áreas para la producción del alimento,** tanto de las escasas áreas para la producción de alimentos de consumo directo como para la crianza del ganado, que buscan condiciones naturales que favorezcan una producción que reduzca el riesgo ante la variabilidad climática existiendo una marcada preferencia de fraccionar la propiedad para un mejor uso como son los bofedales y la pradera natural e inclusive al interior de esta tener parcelas diferenciales.
- **Interdependencia productiva,** en la que las diferentes actividades en las unidades productivas están totalmente relacionadas operando como un gran portafolio cuidadosamente organizado, por lo que es importante analizar la economía alpaquera como un todo y no como la suma de los componentes.
- **Aversión al riesgo.** La minimización de los riesgos productivos, del mercado y económicos en general constituyen una estrategia de los productores debido a la escala económica cercana a los límites en muchos casos de sobrevivencia. Pese a ello el productor asume voluntariamente riesgos determinando una especie de seguro que le permite controlar el riesgo pero no eliminarlo. Esta actitud puede constituir en el corto plazo y para ciertas innovaciones tecnológicas obstáculos al cambio tecnológico.

Todas estas características hacen complejo el análisis de las relaciones que se dan al interior e exterior de las unidades productivas alpaqueras. Sin embargo dado que estos ecosistemas han sido manejados por cientos de años y, aún siguen vigentes es conveniente estudiar sus condiciones de soportabilidad dentro de un concepto de sostenibilidad.

De esta manera, si se considera que los bofedales son ecosistemas que se desarrollan en suelos con alto nivel de humedad y, al tener disponibilidad de agua durante el año, se convierten en una de las pocas fuentes alimenticias del ganado especialmente, en el largo periodo de la época seca característico de los andes centrales; entonces se requiere medir la amplia gama de respuestas que tendría un bofedal ante diferentes capacidades de carga (manejo), condiciones de digestibilidad y tasas de crecimiento de las especies que se desarrollan en él, entre los principales factores.

Para ello, haciendo uso de Información Secundaria, se ha encontrado que en la actualidad los bofedales tienen un nivel de manejo muy variable en cuanto a capacidad de carga; pudiéndose clasificar de acuerdo al piso ecológico, tamaño, disponibilidad de agua, asociaciones vegetales y composición botánica. Asimismo información de base levantada para el presente estudio, encontró que la relación entre la unidad productiva, la composición del hato alpaquero, el manejo del hato y del bofedal, así como la comercialización, son elementos de la cadena producción - consumo indesligables.

De esta forma, la información de campo y secundaria, fue usada como entradas (input) de un modelo de simulación de alpacas (Arce, et al 1994), obteniéndose respuestas biológicas del sistema (a nivel de hato) en producción de carne y fibra. El modelo ofrece infinidad de combinaciones (salidas – outputs), las cuales generan parámetros que son ajustados mediante un análisis de superficie de respuesta, para encontrar los óptimos biológicos a diferentes capacidades de carga, digestibilidad de los pastizales y tasas de crecimiento diferenciales. A partir de esta información y al aplicar un análisis de costos diferenciales, el cual junto con un análisis de dominancia, nos permite determinar en que rangos de capacidad de carga, deben ser manejados los bofedales para tener una respuesta económica y de manejo sostenible de estos ecosistemas.

I. DESCRIPCIÓN AGROECOLOGICA

El departamento de Puno, con una superficie de 72,328 Km², se ubica al sur este del Perú. Presenta una zona de Altiplano (70%) y otra de Ceja de Selva y Selva (30%). En la primera se encuentra la cuenca endorreica del Titicaca, formada por 7 ríos afluentes que se inician en las cumbres nevadas de la cordillera oriental y occidental de los andes en su camino hacia formar el nudo de Vilcanota. En las partes altas de estas cordilleras, se produce el *divortium aquarium* en aguas para el río Amazonas, océano Pacífico y lago Titicaca. De esta forma el Titicaca se convierte en el depositario de una gran masa de agua, cuya evaporación genera condiciones medio ambientales distintas en las zonas ribereñas, al resto del altiplano. Además, por las diferencias en altitud, topografía y clima, se configuran zonas agroecológicas con diferente vocación productiva.

Las principales características de cada una de estas zonas se pueden apreciar en el Cuadro 1 y en el Mapa 1. Una descripción breve de las mismas se presenta a continuación:

Zona Agroecológica Circunlacustre. El efecto termoregulador del lago Titicaca es la característica mas importante. Aquí se encuentra la mayor población rural (135 hab./km²). Se concentra la actividad agrícola y engorde de vacunos. Los pobladores son en su gran mayoría pequeños productores individuales agrupados en comunidades campesinas. Los pobladores se dedican también al comercio, pesca y migran frecuentemente a los centros urbanos para lograr mayores ingresos.

Zona Agroecológica Suni. Los pastizales de buena calidad hacen que esta zona sea potencialmente productiva en ganadería extensiva. Los suelos tienen aptitud para la producción de papa y quinua. El efecto termoregulador del lago Titicaca es mínimo. La densidad poblacional es menor que en la zona circunlacustre.

Cuadro 1. Características Climáticas de las Zonas Agro Ecológicas en el Altiplano.

Zona Agro Ecológica	Altitud m.s.n.m.	Precipitación mm /año	Periodo Libre de Heladas	Temp. Min. Promedio Ene-Jul
Circunlacustre	3800-3900	700-737	150-180	5 a -1
Suni	3830-4500	600-850	90-145	3.7 a -8
Puna Seca	4000-4800	540-600	30-60	1 a -16
Puna Húmeda	4200-4300	800-1000	60-110	2 a -16

Fuentes: Elaborado con base a ONERN (1961), Grace 1983, PISA 1992.

Zona Agroecológica Puna:

Puna Seca. Sin aptitud agrícola por las temperaturas extremas. Esta ubicada en el flanco occidental de los andes a mas de 80 km. del lago Titicaca; por encima de los 3900 msnm. La humedad ambiental es baja (60%) y con precipitaciones bajas e irregulares. Tiene un clima frío seco, donde los pastos naturales y principalmente **los bofedales** constituyen el único alimento para la crianza de alpacas, llamas, vacunos y ovinos.

Puna Húmeda. Ubicada en la cordillera oriental de los andes. Tiene influencia de la evapotranspiración de la cuenca amazónica y las precipitaciones pluviales son mayores que en la puna seca (Cuadro 2 y Gráfico 1). Predomina la explotación de ovinos y alpacas. En las laderas se produce cebada y papa amarga. En esta área, los **bofedales** tienen una mejor condición en cuanto a vigor y soportabilidad.

Un análisis comparativo entre Puna Seca y Húmeda, es posible realizar a partir de la información que se presenta en el Cuadro 2 y Gráfico 1.

Cuadro 2. Precipitación y Temperatura mínima absoluta para las estaciones de Macusani (Puna Húmeda) y Mazo Cruz (Puna Seca), considerada como promedio de 19 y 28 años respectivamente.

Meses	Puna Húmeda				Puna Seca			
	Precipitación (mm)		Temperatura Mínima (°C)		Precipitación (mm)		Temperatura Mínima (°C)	
	Media	D. E.	Media	D. E.	Media	D. E.	Media	D. E.
Enero	130	61	-7.2	1.8	141	74	-15.2	3.7
Febrero	175	90	-4.6	1.5	120	79	-12.8	4.2
Marzo	110	61	-9.4	2.0	98	65	-13.6	3.2
Abril	45	42	-7.8	1.4	22	23	-17.3	3.9
Mayo	15	18	-12.4	2.2	5	9	-23.0	4.2
Junio	5	9	-14.4	2.7	2	5	-27.7	3.6
Julio	6	7	-19.4	3.2	2	5	-24.5	1.8
Agosto	21	42	-13.4	2.6	8	17	-25.0	2.9
Septiembre	27	24	-15.6	3.6	11	14	-22.0	2.9
Octubre	51	42	-10.4	2.7	21	22	-19.2	2.4
Noviembre	62	42	-9.2	2.9	38	39	-18.0	3.2
Diciembre	137	65	-5.0	1.9	80	48	-15.8	3.2
Anual	784	183	-19.4	2.4	549	186	-27.7	2.4

D.E. = Desviación Estándar

Fuente: Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca. Sistema TDPS, 1993

Como se observa en el Cuadro 2, independiente del volumen de precipitación en los meses de diciembre a marzo, donde llueve en todo el altiplano, las diferencias entre ambas zonas radica en que para la Puna Seca el periodo con ausencia o mínima lluvia es mas largo y, en los meses de septiembre a noviembre, donde la escasez de pastos es crítica por falta de humedad en los suelos, la precipitación de esta zona es el 50% con respecto a la Puna Húmeda (Gráfico 1). Además la temperatura mínima absoluta, durante el año, es mas restrictiva en la Puna Seca que en la Puna Húmeda debido a la baja humedad ambiental. Los factores mencionados, asociados con el tipo de explotación configuran diferencias importantes para determinar la capacidad de carga de los bofedales. Todo este conjunto de factores ha hecho que el análisis para determinar la capacidad de carga de los bofedales, sea realizado considerando la Puna Seca y la Puna Húmeda.

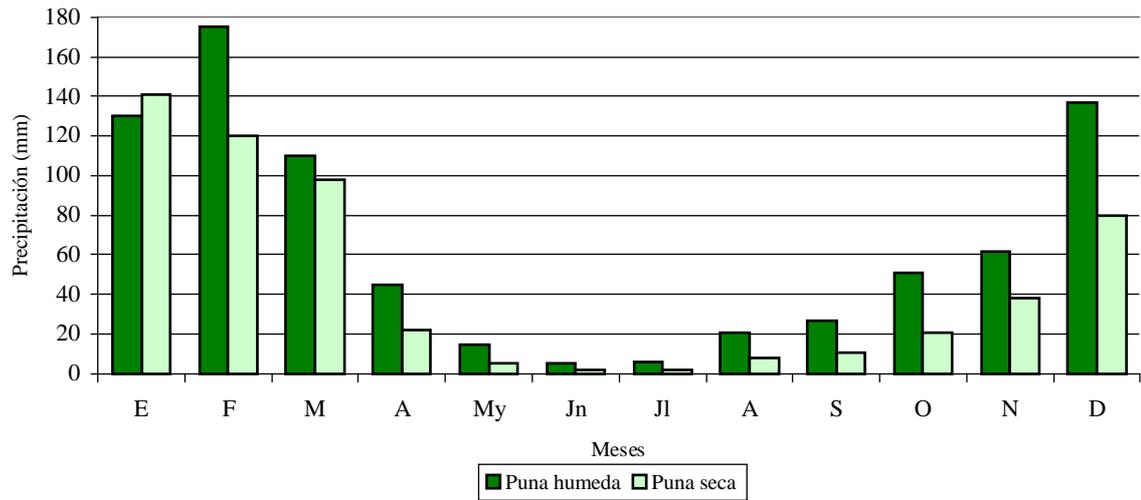


Gráfico 1. Precipitación mensual, promedio de 19 y 28 años, para Puna Húmeda y Puna Seca, respectivamente.

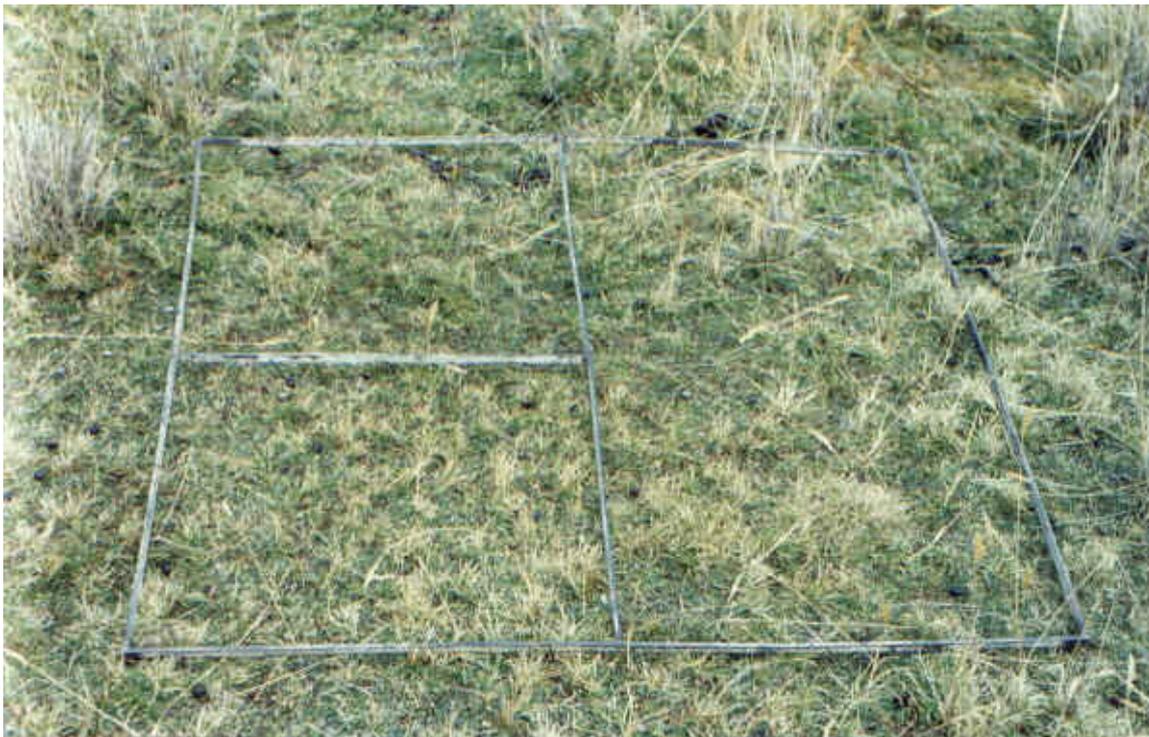
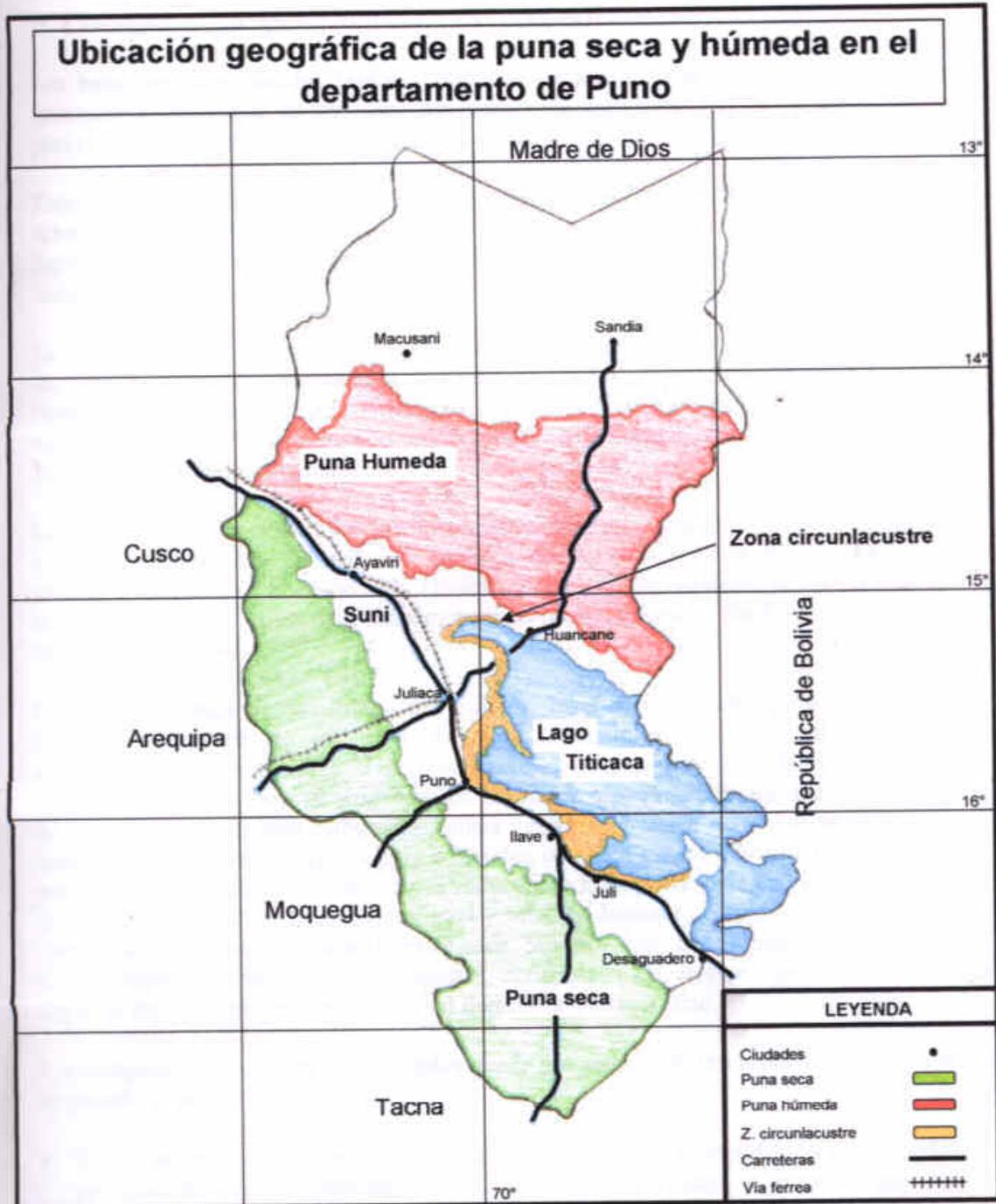


Foto 1. Método de Transección Puntual en Cuadrante



II. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS BOFEDALES

Los **bofedales** denominados también “turberas de altura”, son un tipo de vegetación intrazonal característica de las zonas altoandinas de gran valor forrajero, especialmente para el sector alpaquero, soportan una buena carga animal durante la mayor parte del año.

Están constituidos por suelos orgánicos y, se desarrollan en un medio con alta humedad subterránea y de afloramientos. Se presentan principalmente en terrenos planos o con ligeras pendientes donde el drenaje superficial es imperfecto, así como a lo largo de riachuelos lentos.

La característica principal es la presencia de suelos orgánicos o **turbas**; de allí que en muchas clasificaciones agrostológicas o edáficas, se les denomine a estas zonas como “turberas”. Estas zonas, tienen variada profundidad y, debido a la humedad de sus suelos, mantienen un color verde durante todo el año, que contrasta con las áreas xerofíticas aledañas o de pasturas naturales.

Los suelos, donde se desarrollan los bofedales, en general son ácidos con un ph entre 4.9 a 6.3 y un contenido de materia orgánica que va desde 6.6 a 8.6 %. La planta característica de esta formación es la *Distichia muscoides* de la familia de *las Juncaceas*; la cual presenta la apariencia de almohadillas bien convexas, dando al bofedal una superficie ondulada.

Estas formaciones se presentan a partir de los 3850 m.s.n.m. pero con mayor frecuencia a partir de los 4000 m.s.n.m.. Constituyen la principal fuente de alimentación de las alpacas. Los productores consideran los bofedales u “Oqhos” como ejes de un sistema de irrigación en la crianza alpaquera; de allí que, por cientos de años, han conservado estos ecosistemas naturales y tratan de construir otros para ampliar sus recursos forrajeros. Los bofedales cumplen un rol alimenticio estratégico porque permiten intensificar la crianza reduciendo la trashumancia en el pastoreo, con el consiguiente ahorro de energía animal y también humana; considerándose también como reserva alimenticia para la época seca. Sin embargo, por su alta importancia en la reproducción de los sistemas ganaderos, constituyen así mismo fuente de conflicto entre las familias que se consideran con derecho a usufructuarlo.

Los campesinos clasifican los bofedales desde tres puntos de vista: por su origen, por su tamaño y, por su receptividad.

- Por su origen pueden ser *naturales* como producto de la inundación de deshielos provenientes de los nevados; y *artificiales* construidos y regados por los campesinos. Su tamaño y diferencia entre ambos, estará en función al agua disponible y se considera que la productividad es mejor en los bofedales artificiales que en los naturales, debido a una mejor cobertura forrajera, con especies de mejor calidad nutritiva y palatabilidad.
- Por su tamaño se clasifican en *grandes* o “Hash’a oqho” y *chicos* o “Hisk’a oqho”. Los primeros son usufructuados por un número variable de familias, aunque la propiedad del ganado es unifamiliar. Los chicos están ubicados en predios familiares y su cuidado y uso es solo del propietario.

- Por su receptividad varían en función del agua disponible en el año. Así se tienen bofedales para todo el año (*permanentes*), medio año o solo para la estación lluviosa (*temporales*). La carga reportada en la literatura para los bofedales, es variable, pudiendo encontrar desde 0.4 unidades Alpacas/ Ha/ año hasta 8 unidades Alpaca/Ha/año. Sin embargo estas estimaciones corresponden a experimentos o cargas animales instantáneas o periodos cortos de tiempo. Análisis realizados con estas cargas (especialmente aquellas superiores a 1 U.A./ha/año), para periodos de tiempo largos, traería como consecuencia el deterioro de estos ecosistemas muy rápidamente, cosa que en la realidad no sucede.

De acuerdo a su diferencia en composición vegetal, producción de biomasa aérea y con base a la calidad agrológica del suelo, es posible clasificar a los bofedales en las siguientes asociaciones de fito especies:

- **Bofedal *pluviforme* de *Distichetum*:** se encuentra en el piso ecológico de puna, sobre suelos hidromorfos. Esta constituida por especies *herbáceas semihidrófitas*, de fisonomía muy densa y de apariencia almohadillada, dominada básicamente por la especie *Distichia muscoides* careciendo de gramíneas altas. Las especies componentes menores son: *Eleocharis albibracteata*, *hipochoeris stenocephala*, *Carex spp.*, *Alchemilla diplophylla*, *Gentiana postrata*.
- **Bofedal de *Wernerichetum*:** ocupa suelo orgánico de color pardo grisáceo con humedad moderada. La especie dominante *Werneria pigneae*, se encuentra asociada con las especies *Eleocharis albibracteata*, *Hypochoeris stenocephala*, *Festuca rigescens* y *Calamagrostis minima*.
- **Bofedal cespitoso de *Calamagrosetum*:** ocupa suelo orgánico de color pardo oscuro en húmedo, con disponibilidad de humedad suficiente y drenaje moderado. En esta asociación la composición florística en orden de dominancia es como sigue: *Calamagrostis rigescens*, *Festuca dolichophylla*, *Ranunculos uniflorus*.

2.1 Distribución de Bofedales

Se ha podido observar que el número de especies vegetales varía con la altitud (Atayupanqui, V., citado por Florez, A. Malpartida, E. 1993): así a los 3850 m.s.n.m. se tiene 13 especies, a los 4000 m.s.n.m. 12 especies, sobre los 4200 y hasta los 4400 m.s.n.m. 25, pudiendo afirmar que a mayores altitudes, el número de especies en el bofedal es mayor. La composición botánica, promedio en general está dominada por *herbáceas* entre 54 y 59 %; seguida por *graminoides* como las *Juncáceas* y *Cyperáceas* con 20 y 32 % y; de *gramíneas* con 16 y 26 %. Otras especies se encuentran de 3 a 4 % (Anexo II). Los bofedales que se encuentran en la cordillera oriental de los Andes, se localizan en mayores altitudes que los ubicados en la cordillera occidental.

Los bofedales u “occonales”, al ser pastizales propios de ambientes edáficos húmedos, ocupan áreas muy definidas conocidas como “turberas”. Geográficamente en el altiplano de Puno, se encuentran distribuidos en los distritos de Nuñoa, Santa Rosa, Ayaviri,

Ocuviri, Mañazo (norte) y; Pizacoma, Huacullani, Capazo, Santa Rosa de Juli, Mazo Cruz y parte de Condorire (sur).

Puna Seca

Los bofedales en la zona de Puna Seca del altiplano, se ubican en las denominadas zonas TURBERAS (Choque, 1990; CEDAFOR, 1995). Representan el 6.3% y, en ellas se desarrollan las asociaciones *Distichetum*, *Festuchetum IV*, *Wernerichetum* y *Eleocharetum* (CEDAFOR, 1995); las mismas que se presentan en el Cuadro 3, al igual que otras zonas de pastos naturales identificados en la Puna Seca.

Cuadro 3. Tipo de Asociaciones de Praderas en Puna Seca en Zonas de Pastoreo.

Zona de Producción	N° de Asociaciones	Superficie		Tipo de Asociaciones
		Has	%	
Pampa	3	140,39 4	45.3	<i>Festuchetum I. Calamagrosetum</i> y <i>Festuchetum III.</i>
Ladera	3	135,68 1	43.8	<i>Stipetum</i> , <i>Festuchetum II</i> y <i>Polylepis</i> .
Lomada	2	13,849	4.4	<i>Parastrephetum</i> y <i>Margiricarpetum</i> .
Turbera	4	19,598	6.3	<i>Distichetum</i>, <i>Festuchetum IV</i>, <i>Wernerichetum</i> y <i>Eleocharetum</i>.
TOTAL	12	309,52 4	100	

Fuente: CIRNMA, 2000; Adaptado de CEDAFOR, 1995.

Puna Húmeda

En la puna húmeda, trabajando la información de la Micro Región Melgar (INGECON, 1994), es posible señalar que los bofedales también se ubican en las zonas de turbera - planicie. Las asociaciones *Hypochoaeretum*, *Calamagrosetum* y *Eleocharetum*, representan solo el 0,31%, de todo el área de pastizales para esta zona (Cuadro 4). Sin embargo, Huisa (1996) clasifica a los pastizales de zonas húmedas, dentro de los que se ubicarían los bofedales y que son utilizados en la época seca, de acuerdo a su altitud en: bofedales dominados por juncaceas y cyperaceas considerados como totorales (3,500 m.s.n.m.); bofedales de *festuca dolychophylla* y *plantago tubulosa*, dominados por *chillihua* “oqho” (3,500 – 4,200 m.s.n.m.) y aquellos bofedales por encima de los 4,200 m.s.n.m. dominados por *distichia muscoides* y *oxichloide andina*, conocida como “puna oqho”.

De esta manera, el reporte de la superficie en bofedales por INGECON, 1994 para la microregión Melgar (Cuadro 4), sobre un área de 1,952 Has, será notoriamente incrementado considerando lo manifestado por Huisa (1996).

Cuadro 4. Tipo de Asociaciones de Praderas de la Microregión Melgar, considerada como Puna Húmeda de Acuerdo a la Ubicación Fisiográfica.

Asociaciones Vegetales	Especie Dominante	Ubicación Fisiográfica	Superficie Has	Superficie %
Festuca – Stipa	<i>Festuca dichoclada</i> <i>Stipa ichu</i>	Ladera	483,365	75.9%
Calamagrostis – Festuca	<i>Calamagrostis antoniana</i> , <i>Festuca dolichophylla</i>	Planicie húmeda	42,731	6.7%
Calamagrostis	<i>C. antoniana</i> y <i>C. Curvula</i>	Planicie húmeda		
Calamagrostis	<i>C. heterophylla</i> , <i>C. Vicunarum</i>	Pie de ladera		
Festuca – Muhlenbergia	<i>F. dolichophylla</i> , <i>M. Fastigiata</i>	Planicie	42778	6.7%
Stipa	<i>Stipa obtusa</i> , <i>Stipa ichu</i>	Planicie	38413	6.0%
Stipa y especies anuales	<i>Stipa ichu</i> , <i>C. Vicunarum</i> , <i>M. Peruviana</i>	Planicie, pie de ladera	19,904	3.1%
Margiricarpus	<i>M. strictus</i> , <i>M. Pinnatus</i>	Planicie, cima de cerros	8,185	1.3%
Hypochoeris – Calamagrostis	<i>H. stenocephala</i>, <i>S. Rigescen</i>	Planicie, turberas	1,952	0.3%
Eleocharis	<i>E. albibracteata</i>, <i>Carex sp.</i>	Planicie, turberas		
		TOTAL	637,328	100%

Fuente: CIRNMA, 2000; Adaptado de INGECON, 1994.

Por su parte ITD, en el diagnóstico realizado en las provincias de Huancané y Azángaro en 441,020 Has, afirma que los bofedales se ubican en laderas y pampas y, a la vez identifican dos asociaciones vegetales, para caracterizar a los bofedales que son: *Distichetum* y *Eleocharetum*, (Cuadro 5).

Cuadro 5. Tipo de Asociaciones de Praderas en Puna Húmeda de Acuerdo a la Zona de Producción.

Tipo de Asociaciones	Especie Dominante	Zona de Producción	Superficie Has	Superficie %
Distichetum	<i>Distichia muscoides</i> , <i>Calamagrostis rigescens</i> , <i>Alchemilla diplophylla</i>	Pampa, ladera, bofedal	4463	1,0
Festuchetum I	<i>F. dolichophylla</i> , <i>F. humilior</i> , <i>M. fastigiata</i>	Ladera	104211	23,6
Mulembergetum	<i>M. ligularis</i> , <i>M. fastigiata</i>		20905	4,7
Stipetum	<i>Stipa ichu</i> , <i>M. ligularis</i>	Pampa, ladera	189959	43,1
Calamagrosetum I	<i>C. heterophylla</i> , <i>Azórela diapiensioides</i>	Pampa	48644	11,0
Calamagrosetum II	<i>C. vicunarum</i> , <i>F. dolichophylla</i> , <i>A. Pinnata</i>	Pampa	33062	7,5
Festuchetum II	<i>F. dichoclada</i> , <i>S. Ichu</i>	Ladera	2627	0,6
Picnophylletum	<i>Picnophyllum molle</i> , <i>Calamagrostis heterophylla</i>	Ladera, pampa	18237	4,1
Aciachnetum	<i>Aciachne pulvinata</i> , <i>C. vicunarum</i>		8911	2,0
Eleocharetum	<i>Eleocharis albibracteata</i> , <i>E. retroflexa</i> , <i>A. Pinnata</i>	Pampa, ladera	4100	0,9
Azorelletum	<i>Azorella crenata</i> <i>A. diapiensioides</i>	Cerros, lomada	889	0,2
Margyricarpetum	<i>M. strictus</i> , <i>M. pinnatus</i>	Cerros, lomada	5012	1,1
TOTAL			441020	100,0

Fuente: CIRNMA, 2000; Adaptado de ITD, 1995.

2.2 Ubicación y Cobertura de las Asociaciones

2.2.1 Puna Húmeda

Asociación Distichetum.

Se presenta en zonas de humedad permanente o de acumulación de excesiva cantidad de agua, ubicadas en altitudes de más de 4,400 m.s.n.m., cercanas a la cordillera de Carabaya. Se encuentran distribuidos en zonas planas y suelos profundos, en los distritos de Cojata, Ananea, Putina, Muñani, y otros. El estimado de la condición de pastizal es: Pobre para ovinos y vacunos y bueno para alpacas.



Foto 2. Asociación Menor Distichetum Alto Collana-Melgar

Asociación Eleocharetum

Se presenta mayormente en suelos húmedos o de humedad temporal, en bordes de lagos, lagunas y, en sectores desecables de cauces ribereños. Se encuentran distribuidos en suelos medianamente profundos, en los



distritos de Rosaspata, Vilquechico, Ananea, Putina, Muñani y otras. La palatabilidad de esta asociación le confiere una característica de temporalidad relacionada con el abastecimiento de humedad: así, cuándo esta es mayor, la vegetación se enriquece y soporta mayor carga animal, ocurriendo lo contrario cuando no hay humedad. El estimado de la condición del pastizal es: palatable para alpacas, ovinos y vacunos.

Foto 3. Asociación Menor Eleocharetum. La Raya-Melgar

Asociación Festuchetum I.

Se localizan en suelos medianamente profundos a profundos, planos, con pendientes poco pronunciadas y con buen grado de humedad. Ello permite la presencia incluso de vegetación anual palatable para el ganado, durante una parte del año. Están distribuidos en los distritos de Moho, Vilquechico, Huatahuasi, Muñani, y Cojata. La fisonomía de la vegetación de pajonal permite un buen aprovechamiento para vacunos, equinos, llamas y alpacas.



Foto 4. Asociación Mayor Festuchetum I.

Asociación Calamagrosetum II



Calamagrosetum II

La especie dominante de esta asociación es la gramínea *Calamagrostis vicunarun*. Se distribuyen fundamentalmente en las zonas de vida páramo y transicional a tundra, pudiéndose encontrar en las localidades de Inchupalla, Muñani, Putina, Ananea entre otros. Su uso actual predominante es por camélidos alpacas y vicuñas. Su carga potencial es baja habiéndosele calificado como regular para ovinos y alpacas y bajo para vacunos.

Foto 5. Asociación mayor

2.2.2 Puna Seca

Para la zona de Puna Seca, los bofedales están representados por cuatro asociaciones vegetales, cuya ubicación y cobertura se describe a continuación y se presentan en el cuadro 6; además de la referencia a otras asociaciones que se dan en esta zona.

Distichetum (Dimu)

Se encuentra en la zona turbera, sobre suelos permanentemente saturados de humedad, de las consociaciones Lupaka, Patalaca, Calacollo, Huaylao, Tupala y Tunquipa, y asociaciones Calacollo-Cachiña y Cojata Calacollo. Ocupa un área de 8,300 Has. (2.6%) del área total. Esta distribuido aisladamente en laderas bajas y medias de las zonas altas de los distritos de Huacullani, Pizacoma, Capazo y parte de Santa Rosa.

La cobertura de esta comunidad vegetal ocupa el 95%, considerado como densa, presenta un escaso suelo, desnudo de solo 5%.



Foto 6. Asociación menor Distichetum (Dimu)

Calamagrosetum (Caan)

Mayormente se ubica en pampa, sobre suelos húmedos con afloraciones salinas de la consociación Aracachi, Callacame, Chambalaya, Laca Laca y Chejemocco. Ocupa un área de 5,911 Has. (1.8%) del área total. Esta distribuido en las pampas circundantes al río Callacame en el distrito de Desaguadero, Huacullani y Zepita.

Las especies vegetales en esta asociación ocupan una cobertura de 85% considerando como poca abierta, con una cobertura desuelo desnudo y pavimento de erosión del 15%.

Foto 7. Asociación mayor Calamagrosetum (Caan)



Eleocharetum (Elal)



Esta asociación se encuentra en la zona turbera en suelos de consociación Illpa. Es un bofedal temporal, ocupa una extensión de 5,053 Has. (1.6%). Se encuentra en lugares anegados y zonas adyacentes del río Callacame en el distrito de Desaguadero. La cobertura vegetal de esta asociación ocupa el 75%, presentando áreas desnudas baja de 25% por ser una comunidad rizomatosa.

Foto 8. Asociación menor Eleocharetum (Elal)

Festuchetum IV (Feri)

Se ubica en la zona turbera en suelos de las consociaciones Laca Laca, Aurincota, Tunquipa y Viluta, y asociación Calacollo-Cachiña. Es un bofedal temporal, con una extensión de 3,750 Has (1.2% del área total).



Se encuentra distribuido en las laderas medias y bajas, en el contorno de bofedales, ahijaderos, en los distritos de Pizacoma, Capazo, parte de Santa Rosa y Huacullani. La cobertura vegetal de esta asociación ocupa el 85%, presentando suelo desnudo en un 15%.

Foto 9. Asociación mayor Festuchetum IV (Feri)

Wernerichetum (Wepi)

También se ubica en la zona turbera sobre suelos orgánicos húmedos de las consociaciones Arasaya, Lupaka, Huaylao. Es un tipo de bofedal que ocupa una extensión de 2,462 Has (0.8%) del área total. Esta asociación vegetal habita en lugares húmedos mezclados con otras plantas de estrato bajo principalmente en el distrito de Pizacoma. La cobertura vegetal de esta asociación ocupa el 100%, no existe ningún espacio desnudo.



Foto 10. Asociación menor Wernerichetum (Wepi).

Cuadro 6. Superficie, Cobertura, Nombre Local y Símbolo de las Asociaciones Vegetales de la Zona Puna Seca.

Asociación	Especie dominante Nombre científico	Nombre Vulgar	Cobertura%		Superficie	
			Con	Sin	Has	%
Festuchetum I	<i>Festuca orthophylla</i>	Iru Ichu	67	33	119,636	37
Festuchetum II	<i>Festuca dichoclada</i>	Yurac Ichu	45	55	68,545	21
Stipetum	<i>Stipa ichu</i>	Ichu	68	32	62,638	19
Festuchetum III	<i>Festuca dolichophylla</i>	Chilligua	86	13	14,846	44
Margiricarpetum	<i>Margiricarpus pinnatus</i>	Kanlli	45	55	9,142	2.8
Distichetum	<i>Distichia muscoides</i>	Bofedal Tiña	95	5	8,332	2.6
Calamagrosetum	<i>Calamagrostis antoniana</i>	Crespillo	85	15	5,911	1.8
Eleocharetum	<i>Eleocharis albibracteata</i>	Bofedal Quemillo	75	25	5,053	1.6
Parastrephetum	<i>Parastrephia lepidophylla</i>	Tola	53	46	4,706	1.5
Polylepis	<i>Polylepis incana</i>	Queñua	86	13	4,497	1.4
Festuchetum I V	<i>Festuca rigescens</i>	Bofedal Chilligua	85	15	3,750	1.2
Wernerichetum	<i>Werneria pygmaea</i>	Bofedal Sike	100	0	2,462	0.8
Otros Espacios					13,503	
Total					313,027	100

Asociaciones resaltadas en negritas, corresponden a bofedales.

FUENTE: CIRNMA, 2000.

2.3 Composición Florística de las Asociaciones

Para el caso de las asociaciones vegetales características de los bofedales, su composición florística es importante en la medida que se pueda observar las especies dominantes y el grado de palatabilidad que ellas ofrecen. Se ha encontrado diferencias entre la composición florística de la Puna Seca y Húmeda, debido fundamentalmente a la expresión de la condición climática.

2.3.1 Composición Florística De La Puna Seca

Distichetum (Dimu)

En esta asociación, las especies indicadoras dominantes son *Distichia muscoides* y *Oxychloe andina*. La composición florística en orden de predominancia encontrada es: *Distichia muscoides* (30%); *Oxychloe andina* (30%), *Alchemilla diplophylla* (10%); *Calamagrostis vicunarum* (10%); *Carex sp* (10%); *Gentiana postrata* (5%).

Eleocharetum (Elal)

Sus especies indicadoras dominantes son *Eleocharis albibracteata* y *Ranunculus uniflorus*; mientras que su composición florística en orden de predominancia registrada es: *Eleocharis albibracteata* (30%); *Ranunculus uniflorus* (10%); *Nostox pignea* (5%); *Carex sp* (5%).

Festuchetum IV (Feri)

Asociación vegetal que presenta como especies dominantes a *Festuca rigescens* y *Festuca dolichophylla*, ambos de estrato alto. La composición florística en orden de predominancia es como sigue: *Festuca rigescens* (15%); *Festuca dolichophylla* (15%); como especies de extracto bajo *Eleocharis albibracteata* (15%); *Werneria pignae* (15%); *Calamagrostis mínima* (15%); *Azorella compacta* (10%).

Wernerichetum (Wepi)

Esta asociación presenta como especies indicadores dominantes a *Werneria pignea* y *Festuca dolichophylla*. La composición florística en orden de predominancia es como sigue: *Werneria pignea* (35%); *Festuca dolichophylla* (20%) *Eleocharis albibracteata* (15%); *Calamagrostis mínima* (15%); *Hypochoeris stenocephala* (15%); *Alchemilla diplophylla* (5%); *Carex sp* (5%).

2.4 Variación de la Composición Florística en Bofedales

Se presenta información secundaria y evaluaciones de campo de 53 lugares muestreados en bofedales de la puna seca y húmeda. Para la etapa de campo, se utilizó el método de transección puntual en cuadrante, considerado como el más adecuado para el tipo de vegetación. El método combina las ventajas de rapidez para estimar con cierta precisión la composición florística, vigor de las plantas y grado de erosión del suelo.

Para la puna húmeda se realizó 22 muestreos que se encuentran en la zona norte del departamento las provincias de Melgar y Lampa colindantes con el Cuzco. Las altitudes, donde se recogieron las muestras varían desde los 3,800 hasta los 4,700 m.s.n.m. en dos épocas del año, lluviosa y seca. En la puna seca se muestrearon 31 lugares, cuya ubicación corresponde a la parte sur del departamento en los distritos de Mazocruz y Santa Rosa, cuyas altitudes van desde los 4,080 hasta 4,500 m.s.n.m.

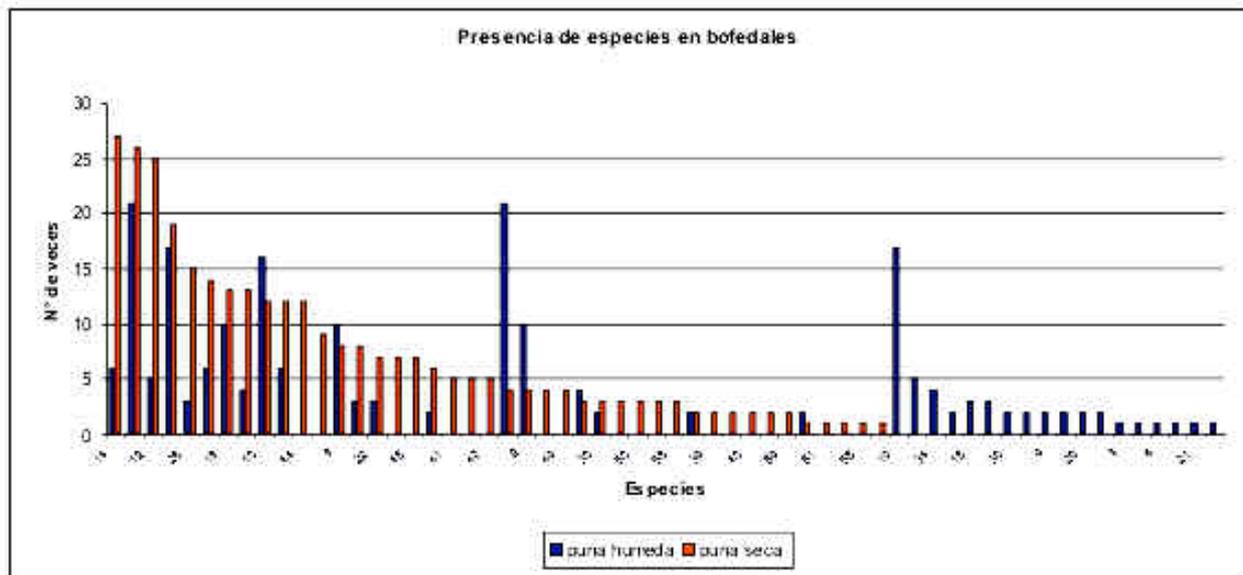
2.4.1 Frecuencia y Predominancia de Especies en Bofedales

Es importante mencionar que diferentes autores mencionan que debe existir diferencias en cuanto a la composición florística de bofedales entre Puna Seca y Húmeda, sin embargo en

los muestreos realizados, la diferencia no es muy marcada entre estas zonas. Lo que si se evidencia es la presencia de asociaciones como *Distichetum*, *Eleocharetum* e *Hypochaeretum*.

En conjunto se han registrado 60 especies (Anexo I), mostrando amplias características en los ecosistemas de bofedales. De estas especies, las 10 con mayor frecuencia tanto en Puna Seca como en Puna Húmeda, se presentan en el Cuadro 7.

Teniendo en cuenta la mayor predominancia en cuanto a cobertura, se tiene que la especie con mayor cobertura, en 15 lugares muestreados es *Distichia muscoides*, a partir de los 4080 hasta los 4700 m.s.n.m. Esta especie consumida principalmente por alpacas, se ha encontrado hasta con un 69% de cobertura (Gráfico 1a). *Hypochoeris taraxacoides*, es una especie predominante, encontrándose con mayor cobertura en el 40% de lugares muestreados.



Cuadro 7. Presencia de Especies y su Predominancia en Bofedales de Puna Seca (n=31) y Húmeda (n=22).

N°	Especies	Frecuencia (%)	Puna seca (%)	Puna húmeda (%)	Predominancia (%)	Palatabilidad
13	<i>Distichia muscoides</i>	53	39	73	15	Palatable
	<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	47	13	95	10	Palatable
14	<i>Eleocharis albibracteata</i>	62	87	27	7	Palatable
27	<i>Plantago tubulosa</i>	34	39	27	5	Poco Palatable
8	<i>Festuca dolichophylla</i>	34	26	45	3	Palatable
26	<i>Hypochoeris stenophala</i>	34	48	14	3	Palatable
12	<i>Carex sp.</i>	57	81	23	2	Palatable
18	<i>Alchemilla pinnata</i>	43	42	45	2	Palatable
3	<i>Calamagrostis rigescens</i>	38	45	27	1	Poco Palatable
19	<i>Alchemilla diplophylla</i>	68	61	77	<1	Palatable

Fuente: Datos de campo, CIRNMA 2000.

Cabe resaltar la frecuencia de *Alchemilla diplophylla* “libro libro”, (Foto 11); que si bien no es una especie que ha tenido predominancia en los lugares muestreados, es común encontrarla en asociación con *Distichia* o *Hypochoeris*. Es una especie muy apetecida por ovinos y alpacas; por lo que debe tratar de propagarsele.

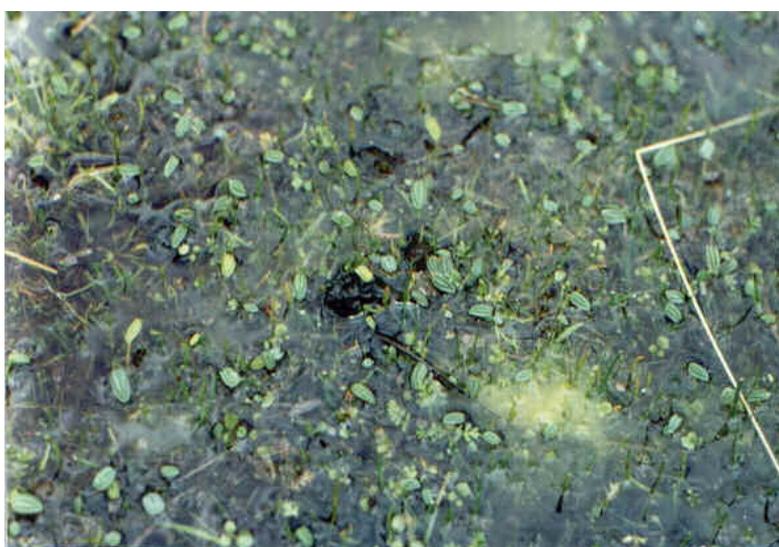


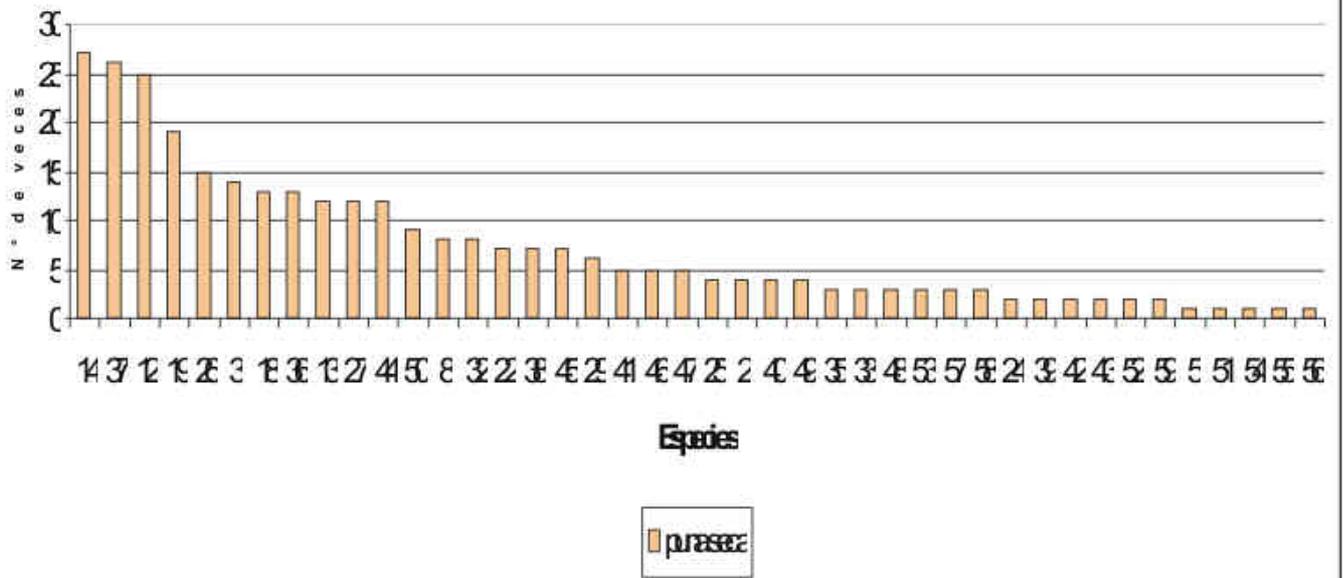
Foto 11. *Alchemilla diplophylla* en Asociación

con *Eleocharis sp.*

a. Especies Frecuentes en Puna Seca

Se han encontrado 39 especies vegetales, (Anexo 1) siendo las especies con mayor porcentaje de presencia *Eleocharis albibracteata*, *Carex sp.*, *Alchemilla diplophylla* e *Hypochoeris stenocephala* (Ver Gráfico 2).

Presencia de especies indómitas de parasax



b. Especies Frecuentes Puna Húmeda

En la puna húmeda se reportan 35 especies, (Anexo 1) sobresaliendo las especies *Hypochoeris taraxacoides*, *Alchemilla diplophylla*, *Poa candamoana* y *Distichis muscoides* (Ver Gráfico 3).

Bofedales de Puna Húmeda

2.4.2 Clasificación y Composición Florística de Especies en Puna Seca y Húmeda

a. Composición Florística de Especies en Puna Seca

En los bofedales de Puna Seca, las 10 especies con mayor porcentaje de presencia en la composición florística, con su respectiva desviación estándar, son las que se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Composición Florística (%) en Bofedales de Puna Seca.

Familia	Especies	% presencia	Desviación Estándar
Ciperáceas	<i>Eleocharis albibracteata</i>	11.1	5.5
Juncáceas	<i>Distichia muscoides</i>	10.3	9.6
Ciperáceas	<i>Carex sp.</i>	9.1	6.9
Herbáceas	<i>Hypochoeris stenocephala</i>	7.8	7.0
Juncáceas	<i>Distichia sp</i>	5.0	6.8
Gramíneas	<i>Calamagrostis rigescens</i>	5.0	3.6
Herbáceas	<i>Plantago tubulosa</i>	4.8	4.0
Herbáceas	<i>Alchemilla diplophylla</i>	3.5	1.8
Herbáceas	<i>Alchemilla pinnata</i>	3.1	2.6
Ciperáceas	<i>Eleocharis ascicularis</i>	2.9	2.6
	Otras	37.5	

Fuente: Elaborado con base a información de campo. CIRNMA 2000.

Es importante resaltar que *Distichia muscoides*, a pesar de encontrarse en segundo lugar en porcentaje de presencia para los bofedales de Puna Seca, tiene una mayor desviación estándar y consecuentemente su rango de presencia en la estructura florística de un bofedal, puede llegar al 20% o a porcentajes mínimos.

b. Variación de la Composición Florística de Especies en Puna Húmeda.

Para el caso de la Puna Húmeda, se encuentra una relativa dominancia de dos especies: *Hypochoeris sp* y *Distichia muscoides*, que se incrementa por encima del 15% en promedio, cuyas desviaciones estándar las puede ubicar hasta en 25 a 27% en un extremo de dominancia, hasta niveles de 5 a 6% en la estructura del bofedal (Cuadro 9).



Cuadro 9. Composición Florística en % en Bofedales de Puna Húmeda.

Familia	Especies	% presencia	Desviación Estándar
Herbáceas	<i>Hypochoeris sp.</i>	24.0	10.3
Juncáceas	<i>Distichia muscoides</i>	16.9	11.0
Herbáceas	<i>Alchemilla diplophylla</i>	8.7	6.3
Gramíneas	<i>Poa candamoana</i>	6.2	5.4
Herbáceas	<i>Alchemilla pinnata</i>	6.0	7.5
Gramíneas	<i>Festuca dolichophylla</i>	5.1	8.5
Gramíneas	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	5.0	5.8
Herbáceas	<i>Plantago tubulosa</i>	4.7	7.5
Gramíneas	<i>Calamagrostis eminens</i>	2.0	3.3
Ciperáceas	<i>Eleocharis albibracteata</i>	1.8	3.2
	Otras	19.5	

Fuente: Elaborado con base a información de campo. CIRNMA 2000

III. CONDICION Y CAPACIDAD DE CARGA DE LAS ASOCIACIONES AGROSTOLOGICAS DE LOS BOFEDALES.

3.1 Puna Seca

A partir de los resultados encontrados por CEDAFOR (1995), donde evalúa la condición de las asociaciones de praderas naturales para la Zona Reservada Aymara Lupaka, utilizando el método de transección puntual en cuadrante, se estimó los valores porcentuales de índice de especies decrecientes, índice forrajero, índice suelo desnudo, roca y pavimentos de erosión e índice de vigor por especie animal, para las asociaciones representativas de los bofedales de Puna Seca (Cuadro 10).

Cuadro 10. Condición del Pastizal, para Asociaciones Características de los Bofedales.

Asociaciones Representativas	Nombre Local	Condición del pastizal			
		Vacunos	Llamas	Alpacas	Ovino
Distichetum (Dimu)	"Bofedal de Tiña"	Pobre	Pobre	Bueno	Bueno
Eleocharetum (Elal)	"Sike"	Regular	Regular	Bueno	Bueno
Festuchetum IV (Feri)	"Llaphapasto"	Regular	Regular	Bueno	Bueno
Wernerichetum (Wepi)	"Sike"	Regular	Regular	Bueno	Bueno

Fuente: Elaboración propia y con base a opinión de productores.

En la Zona de Puna Seca, la mayoría de las praderas naturales por el tipo de consumo se consideran aparentes para el pastoreo de alpacas y llamas, a excepción de *Distichetum*, que se presenta como "pobre" para llamas.

La carga animal que soportan actualmente las praderas naturales, a partir de la información de los productores y el reconocimiento en campo; así como la carga apropiada preliminar, se ha estimado con base a la condición del pastizal, porción de forraje disponible y cantidad de forraje necesario para alimentar al pastoreo a una unidad animal (Cuadro 11)

Cuadro 11. Carga Animal para Diferentes Condiciones de Pastizales de Puna Seca

Condición de Pastizal	Vacunos 1 U.A.V.	Ovinos 1 U.A.O.	Llamas 1 U.A.LL.	Alpacas 1 U.A.A.
Bueno	0.32	1.76	1.07	1.23
Regular	0.31	1.07	0.97	0.85
Pobre	0.25	0.80	0.88	0.54

FUENTE: Adaptado de CEDAFOR, 1995.

De manera general las praderas naturales de la Puna Seca, tienen una capacidad de carga promedio de:

- 0.86 Unidades Alpaca/Ha.
- 0.91 Unidades Llama/Ha.
- 0.29 Unidades de Vacuno/Ha.
- 1.09 Unidades de Ovino/Ha.

Las asociaciones de bofedales correspondientes a *Distichetum*, *Festuchetum* IV, *Wernerichetum* y *Eleocharetum*; como aparentes para el pastoreo de alpacas, en promedio tienen una capacidad de carga de 1.23 unidades Al/ha y 0.54 unidades Al/ha. en época seca (Cuadro 12). Según otros autores estos valores varían entre 2.77 unidades Al/ha en época de lluvia a 1.96 unidades Al/ha en época seca, teniendo una carga actual real en estas épocas de 5.18 Unidades Al/ha a 11.87 Unidades Al/ha respectivamente. Sin embargo, es conveniente tener presente lo manifestado anteriormente con respecto a que esta información proviene de datos puntuales de cargas animales instantáneas o de periodos cortos; no tomando en cuenta la dinámica de los sistemas alpaqueros.

La producción de materia seca varía entre 1499 Kg. en época de lluvia a 1147 en época de seca. En general la relación de uso pastizal natural frente a bofedal es 60:40.

Cuadro 12. Soportabilidad de las Asociaciones de Praderas en Puna Seca para Alpacas.

Zona	Asociación	Extensión Has.	Capacidad Carga U.A/Has	Soportabilidad N° Animales
Pampa	Festuchetum I	119,636	0.85	101,691
Pampa	Calamagrosetum	5,911	0.85	5,024
Pampa	Festuchetum III	14,846	0.85	12,619
Ladera	Stipetum	62,638	0.85	53,243
Ladera	Festuchetum II	68,545	0.85	58,263
Ladera	Polylepis	4,497	0.85	3,822.
Lomada	Parastrephetum	4,706	0.54	2,541
Lomada	Margiricarpetum	9,142	0.54	4,937
Bofedal	Distichetum	8,332	1.23	10,248
Bofedal	Festuchetum IV	3,750	1.23	4,613
Bofedal	Wernerichetum	2,462	1.23	3,028
Bofedal	Eleocharetum	5,053	1.23	6,215
Total		309,524	0.86	266,249

FUENTE: Tomado de CEDAFOR, 1995

3.2 Puna Húmeda

Para Puna húmeda ITD (1995), establece valores de carga animal recomendable para condiciones de pastizales nativos para todas las asociaciones encontradas (Cuadro 13), donde existen diferencias con los valores realizados por CEDAFOR en condiciones de puna seca.

Cuadro 13. Carga Animal Recomendable para Condiciones de Pastizales Nativos para Puna Húmeda.

Condición	Ovinos U.O.	Alpacas U.A.	Vacunos U.A.
Excelente	4.00	2.70	1.00
Bueno	3.00	2.00	0.75
Regular	1.50	1.00	0.38
Pobre	0.50	0.33	0.13
Muy pobre	0.25	0.17	0.07

Fuente: Tomado de ITD, 1995

Equivalencias: 1 U.A. = 4.0 ovinos
1 U.A. = 2.7 alpacas

Cabe destacar a las asociaciones *Distichetum* y *Mulembergetum*, como las de mayor capacidad para soportar alpacas; a diferencia de otras asociaciones en las provincias de Huancané y Azángaro.

Asimismo, al comparar los valores de capacidad de carga registrados en Puna seca, (Cuadro 11), con los valores registrados para Puna Húmeda (Cuadro 12), se evidencia una mayor soportabilidad de animales en las asociaciones de puna húmeda, fundamentalmente por las mejores condiciones medioambientales, de suelo y vigor del propio bofedal.

Consecuentemente solo en Huancané y Azángaro, por la condición del bofedal es posible soportar un mayor número de animales que en la Puna Seca (Cuadro 14).

Cuadro 14. Soportabilidad de las Asociaciones en Praderas de Puna Húmeda Provincias de Huancané y Azángaro para Alpacas.

Tipo de Asociaciones	Zona de Producción	Superficie Has.	Capacidad de Carga Unidad Alpaca	Soportabilidad N° de Animales	Condición de la Asociación
Distichetum	Ladera, pampa, bofedal	4463	2,00	8926	Regular
Festuchetum I	Ladera	104211	1,00	104211	Bueno
Mulembergetum		20905	2,00	41810	Bueno
Stipetum	Pampa, ladera	189959	1,00	189959	Regular
Calamagrosetum I	Pampa	48644	1,00	48644	Regular
Calamagrosetum II	Pampa	33062	1,00	33062	Regular
Festuchetum	Ladera	2627	0,33	867	Pobre
Picnophylletum	Ladera, pampa	18237	0,33	6018	Pobre
Aciachnetum		8911	0,33	2967	Pobre
Eleocharetum	Pampa, ladera	4100	1,00	4100	Regular
Azorelletum	Cerros, lomada	889	0,17	151	Muy pobre
Margyricarpetum	Cerros, lomada	5012	0,17	852	Muy pobre
TOTAL		441020		441567	

Fuente: Con base información de ITD, 1995.

3.2.1 Capacidad de Carga Pastizales Microregión Melgar

Por otra parte, en capacidad de carga, encontrada para los pastizales naturales de Melgar (Cuadro 15) en promedio es de 0.23 U.A./ha. Este valor estimado, comparado con la carga actual (0.40 U.A./ha) que actualmente están soportando las praderas naturales, significa un desequilibrio entre el número de animales y disponibilidad de forraje, de donde resulta una sobrecarga del orden de 0.17 U.A./ha/año. Asimismo, difiere bastante con la capacidad de carga reportada para Huancané y Azángaro, por lo que se sugiere realizar evaluaciones con mejor exactitud y usando espacios de tiempo mayores.

Cuadro 15. Soportabilidad de las Asociaciones en Praderas de Puna Húmeda Microregión Melgar para Alpacas.

Clase de Pastizal	Extensión Ha	Oferta MS kg/Ha	U.V/H a	U.O/H a	U.LL/H a	U.A/H a	Carga U.A/Ha	Potencia l Forrajero
Yurac ichu	483364,72	1024	0,3			1,7	0,27	Medio
Crespillo	42731,42	1390	0,4	4,7	2,5	2,2	0,38	Alto
Chilligua	42778,37	1097	0,3	3,3	1,7	1,5	0,3	Alto
Tisna ichu	38412,94	780	0,2	2,1		1,3	0,2	Medio
Ichu	19904	415	0,1	1,1		0,65	0,1	Bajo
Inv. Kanlli	8184,78	309	0,09	0,7		0,35	0,08	Bajo
Bofedal	1951,55	1083	0,3	3,4	2,0	1,7	0,29	Alto
Total	637327,78	87,1					0,23	

U.A. Unidad que representa una vaca de 400 kg de peso vivo y se estima un consumo de 10 Kg de M.S. por día 3650 kg. por año.

Fuente: Tomado de INGECON: 1995.

IV. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DE BOFEDALES

4.1 Puna Húmeda

Las características de los suelos donde prosperan los bofedales tanto para Puna Seca como para Puna Húmeda, fue reportado en los diagnósticos realizados por INGECON 1994 (Microregión Ayaviri), e ITD en 1995 (Huancané / Azángaro), para la Puna Húmeda, y por CEDAFOR, 1995 y PAL 1992 para Puna Seca.

4.1.1 Características de Suelos en Bofedales en la Microregión Melgar.

Tierras Aptas para Pastos (P)

Son predominantes en la región Melgar, tienen limitaciones de orden edafológico, climático, topográfico que no permiten la fijación de cultivos en limpio, siendo relevante su aptitud para la explotación de pasturas nativas y exóticas que se adapten a las condiciones bio climáticas de la zona.

Comprenden una extensión de 146,137 has. que corresponden al 23% de la micro región Melgar. Se encuentra ocupando las llanuras aluviales, laderas y colinas adyacentes a las llanuras, las terrazas altas de la zona puna y nival, en esta última conformando los bofedales. (INGECON, 1994).

Suelo de Bofedales Subclase P2 WC.

Abarca un área de 13,346 ha, que representan el 2% del área total. La principal limitación está referida al mal drenaje (moderado a imperfecto), lo cual es originado por la capa freática próxima a la superficie del suelo y por la presencia de capas duras compactadas por carbonatos y arcilla en el subsuelo. Se encuentran ubicados en terrazas medias y bajas (Cuadro 16). Pertenecen a esta subclase las consociaciones: Umachiri, Antaymarca, Macarí, Buenavista, Sorani. Se desarrollan con una precipitación media de 800 m.m./año con una temperatura media de $6 \pm 6^{\circ}\text{C}$, característica de un clima de alturas mayores a 4,000 m.s.n.m., sin agricultura.

Cuadro 16. Características de los Suelos de Bofedales en Puna Húmeda

Consociaciones	Orden	Sub orden	Gran grupo	Soil Taxonomy	FAO	Epipedon
Umachiri	Mollisol	Ustolls	Haplustolls	Aquic	Greyzem Gleico	Mollic
Antaymarca	Mollisol	Ustolls	Argiustolls	Typic	Kastanozem luvico	Mollic
Macari	Mollisol	Borolls	Crydborolls	Aquic	Greyzem Gleico	Mollic
Buena vista	Mollisol	Borolls	Crydborolls	Aquic	Greyzem Gleico	Mollic
Sorani	Mollisol	Ustolls	Calciustolls	Typic	Kastanozem calcico	Mollic

Epipedon Mollic: Producto de suelos de las llanuras altoandinas que se forman bajo una vegetación de pasturas naturales con alta acumulación de materia orgánica y formación de suelos muy bien estructurados.

4.1.2 Características de Suelos en Bofedales en las Provincias de Huancané y Azángaro.

De acuerdo al diagnóstico realizado por ITD-Pradera (1995) en las provincias de Huancané y Azángaro, las áreas de bofedales se encuentran en las zonas de vida Páramo muy húmedo – subalpino subtropical y Tundra pluvial – alpino subtropical.

La zona de vida Páramo muy húmedo – subalpino subtropical comprende desde los 4,200 m.s.n.m. hasta los 4,650 m.s.n.m., en este ámbito se encuentran los distritos de Cojata y Ananea, con una biotemperatura media anual en un rango de 3 a 6 °C, las precipitaciones anuales totales promedio son entre 648 mm (Ananea) y 750 mm (Cojata).

Esta zona de vida esta calificada como una provincia perhúmedo, cuya evapotranspiración potencial esta entre 0.25 y 0.50. En las zonas de bofedales se encuentran pastos de los géneros *Distichia sp.*, *Luzula sp.* y *Juncus sp.* Presenta solo aptitud pecuaria y de esta forma es usada desde épocas ancestrales, se incide principalmente en la crianza de camélidos.

La Tundra pluvial – alpino subtropical, se encuentra de 4,500 hasta los 4,900 m.s.n.m., con una biotemperatura media anual de 1.8 a -2.9 °C, la precipitación media anual llega hasta los 850 mm., ubicándose en la provincia de humedad superhúmedo, variando la evapotranspiración ambiental entre 0.25 y 0.125.

Los tipos de suelo, en las zonas de vida antes mencionadas y donde se encuentran ubicados los bofedales son:

Suelo Cojata

Zona : Pullapullani (Cojata)
 Clasificación natural : Soil Taxonomy: Criacuent
 : FAO: Gleisol
 Fisiografía : Depósito fluvio-glacial
 Relieve : Plano
 Pendiente : 0 – 2%
 Altitud : 4,345 m.s.n.m.

4.2 Características de Suelos en Bofedales en la Puna Seca.

4.2.1 Clasificación de Tierras de Acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor.

Los suelos de acuerdo a su calidad agrostológica en las comunidades de Huanacamaya, Llusta y Vilcallamas Arriba, (PAL, 1992), se agrupan en:

Calidad Agrológica Media (P2)

- a. **Sub clase P2cw:** Ocupa una limitada extensión de superficie con 159 ha (9.7%). Esta clase ocupa la mayoría de los sitios denominados bofedal, cuya superficie esta formada por suelos orgánicos y franco arenosos, con limitaciones referidas al drenaje imperfecto y al factor climático. Esta categoría presenta una pendiente plana y ligeramente inclinada (0-4%).
- b. **Limitaciones de uso:** La principal limitación es el drenaje imperfecto que presentan, debido al exceso de agua y la presencia de una capa freática fluctuante; otra limitante es el factor climático adverso.

Calidad Agrológica Baja (P3)

- a. **Sub clase P3sec:** Comprende 1,396.5 ha (86%) de área evaluada, que corresponden a las zonas secas como las laderas y cerros. Esta categoría agrupa a suelos superficiales de textura media, con drenaje moderado, las limitaciones están dadas por el factor suelo, topografía y clima; presentan pendientes desde moderadamente inclinada a empinada (25-45%).
- b. **Limitaciones de uso:** Esta limitado por la inclinación de la pendiente, que puede acelerar la erosión hídrica en la época de mayores precipitaciones, en unos casos por el suelo superficial que se manifiesta bajo condiciones de pendiente moderadamente empinada y las temperaturas bajas.

Tierras de Protección (X)

La limitación principal está relacionada al factor edáfico y a la erosión hídrica en las épocas de precipitación pluvial, así como a los suelos superficiales con pendiente pronunciadas.

4.2.1 Características de Suelos en Bofedales de la Zona Reservada Aymara Lupaka (Fuente CEDAFOR, 1995).

Suelo ILLPA

Zona	:	Zona Desaguadero, Huacullani y Kelluyo
Clasificación Natural	:	Soil Taxonomy: Haplustol Fluvéntico
FAO	:	Kastonozem
Fisiografía	:	Terraza lacustre
Pendiente	:	O – 4 %
Altitud	:	3,840 m.s.n.m.
Clima	:	Semilluvioso y frío

Zona de vida : Bosque húmedo-Montano Subtropical (bh-MS)
Material Parental : Lacustre
Vegetación : Pasto natural (Muhlebergia, Festuca).
Fragmentos rocosos sup. : No hay.

Descripción: Franco arenoso; pardo rojizo oscuro (5YR 3/3), en húmedo; estructura granular fino y medio, moderada; consistencia, friable; raíces finas, medias, abundantes; reacción ligeramente ácida (pH 6,3); contenido alto de materia orgánica (4.2 %); permeabilidad lenta. Límite de horizonte claro al.

Suelo Lupaka

Zona : Entre Pizacoma y Ancomarca
Clasificación Natural : Soil Taxonomy: Typic cryorthents
: FAO : Regosol
Fisiografía : Montañosa
Pendiente : 4 – 15 %
Altitud : 4,200 m.s.n.m.
Clima : Semilluvioso y frígido
Zona de vida : Páramo húmedo-Subalpino Subtropical (ph-SaS)
y páramo muy húmedo-Subalpino Subtropical
(pmh- SaS)
Material Parental : Volcánico-Residual
Vegetación : Pasto natural (Festuca, Stipa, Parastrephya,
Muhlebergia)
Fragmentos rocosos sup. : Pedregoso

Descripción.- Franco arenoso; pardo a pardo oscuro (10YR 4/3), en seco; estructura masiva; consistencia friable; raíces comunes hasta 40 cm; reacción ligeramente ácida (pH 6.25); presencia gravas en un 80%; contenido alto de materia orgánica (5.16%); permeabilidad buena. Límite de horizonte claro al.

Suelo Aurincota

Zona : Entre Desaguadero y Huacullani
Clasificación Natural: Soil Taxonomy: Fluventic Haplustoll
: FAO : Kastanozem
Fisiografía : Terraza lacustre
Pendiente : 0 - 4 %
Altitud : 3,950 m.s.n.m.
Clima : Semilluvioso y frío
Zona de vida : Bosque húmedo-Montano Subtropical (bh-MS)
Material Parental : Lacustre
Vegetación : Pasto natural (Muhlebergia, festuca)
Fragmentos rocosos sup. : No hay

Descripción.- franco limoso; pardo oscuro (7.5YR 3/2), en húmedo; estructura granular fina y débil; consistencia, friable; raíces finas, medias y gruesas, abundantes; reacción ligeramente ácida (ph 6.3); contenido media de materia orgánica (3.3 %); permeabilidad lenta. límite de horizonte gradual al.

Suelo Lacalaca

Zona : Huacullani
Clasificación Natural: Soil Taxonomy: Fluvaquentic Enddoaquoll
: FAO : Gleisol
Fisiografía : Terraza lacustre
Pendiente : 0 - 3 %
Altitud : 3,920 m.s.n.m.
Clima : Semilluvioso y frío
Zona de vida : Bosque húmedo-Montano Subtropical (bh-MS)
Material Parental : Lacustre
Vegetación : Pasto natural (festuca, Baccharis)
Fragmentos rocosos sup. : No hay

Descripción: Franco arenoso; gris oscuro (10YR 4/1), en seco; estructura granular media, débil; consistencia ligeramente duro; raíces finas, pocas, hasta 25 cm; reacción neutra (pH 6.65); contenido alto (6.03); permeabilidad moderadamente lenta. Límite de horizonte difuso al.

Suelo Huatlao

Zona : Entre Pizacoma y Ancomarca
Clasificación Natural: Soil Taxonomy: Terric medihemist
: FAO : Histosol
Fisiografía : Ladera
Pendiente : 4 - 8 %
Altitud : 4,290 m.s.n.m.
Clima : Semilluvioso y frígido
Zona de vida : Páramo húmedo-Subalpino Subtropical (ph-SaS)
Material Parental : Orgánico
Vegetación : Pasto natural (Disticha, Muscoides, Calamagrostis)
Fragmentos rocosos sup. : Ligeramente pedregoso

Descripción: Material orgánico débilmente descompuesto, pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), en húmedo; muestra intacta sin friccionar, material fíbrico dominante, masiva. Límite de horizonte abrupto al.

Suelo Tunquipa

Zona : En Tupala
Clasificación Natural: Soil Taxonomy: Typic Medifibrist
: FAO : Histosol
Fisiografía : Terraza baja
Pendiente : 2 - 4 %
Altitud : 4,100 m.s.n.m.
Clima : Semilluvioso y frígido
Zona de vida : Páramo húmedo-Subalpino Subtropical (ph-SaS)
Material Parental : Orgánico
Vegetación : Pasto natural (Disticha, Calamagrostis)
Fragmentos rocosos sup. : No hay

Descripción.- Materia orgánica débilmente descompuesto, pardo muy oscuro (10YR 2/2), en húmedo; en muestra intacta sin friccionar, material fíbrico dominante, masivo. Límite de horizonte gradual.

Suelo Arasaya Bofedal

Zona : Pizacoma
Clasificación Natural: Soil Taxonomy: Typic Cryaquept
: FAO : Fluvisol
Fisiografía : Valle aluvial
Pendiente : 2 - 4 %
Altitud : 4,950 m.s.n.m.
Clima : Semilluvioso y frígido
Zona de vida : Bosque húmedo-Montano Subtropical (bh-MS)
Material Parental : Volcánico
Vegetación : Pasto natural (Werneria, Festuca, Eleocharis)
Fragmentos rocosos sup. : Piedras angulares y sub angulares en 10%

Descripción: Pardo muy oscuro (10YR 2/2), en húmedo; en muestra intacta sin friccionar, material fíbrico dominante mas de 60%, consistencia no plástico no adhesivo. Límite de horizonte claro al.

Suelo Patalaca

Zona : Pizacoma-Ancomarca
Clasificación Natural: Soil Taxonomy: Andic Cryofluvent
: FAO : Fluvisol
Fisiografía : Ladera de montaña
Pendiente : 20 - 40 %
Altitud : 4,200 m.s.n.m.
Clima : Semilluvioso y frígido
Zona de vida : Páramo húmedo-Subalpino Subtropical (ph-SaS)
Material Parental : Arenisca
Vegetación : Pasto natural (Disticha, Oxaclo)
Fragmentos rocosos sup. : Piedras angulares y sub angulares en 1%

Descripción.- Materia orgánica, pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/3), en húmedo; en muestra intacta sin friccionar, material fíbrico dominante mas de 60%, consistencia no plástico no adhesivo. Límite de horizonte claro al.

Suelo Viluta

Zona : Sub cuenca Llusta (cuenca Ilave)
Clasificación Natural: Soil Taxonomy: Aquic Cryopluvent
: FAO : Fluvisol
Fisiografía : Pie monte
Pendiente : 2 - 5 %
Altitud : 4,200 msnm.
Clima : Semilluvioso y frígido
Zona de vida : Páramo húmedo-Subalpino Subtropical (ph-SaS)
Material Parental : Volcánico
Vegetación : Pasto natural (Festuca., Muhlenbergia)
Fragmentos rocosos sup. : Piedras angulares y sub angulares en 5%

Descripción.- Pardo muy oscuro (10YR 2/2), en húmedo; en muestra intacta sin friccionar, material fibroso dominante mas de 60%, consistencia no plástico, no adhesivo. Límite de horizonte claro al.

Suelo Tupala

Zona : Sub cuenca Llusta (Capaso)
Clasificación Natural: Soil Taxonomy: Typic Cryorthent
: FAO : Regosol
Fisiografía : Montaña
Pendiente : 20 - 30 %
Altitud : 4,400 msnm.
Clima : Semilluvioso y frío
Zona de vida : Páramo húmedo-Subalpino Subtropical (bh-SaS)
Material Parental : Volcánico
Vegetación : Pasto natural (Festuca, Parastrephya)
Fragmentos rocosos sup. : Piedras angulares y sub angulares en 20%

Descripción.- Franco arenoso; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2), en seco; estructura granular fina, débil; consistencia, friable; raíces finas, medias y comunes hasta 40 cm.; reacción neutra (pH 6.65); contenido alto de materia orgánica (80.13%); permeabilidad moderadamente rápida. Límite de horizonte claro.

V. PRODUCCIÓN, PRODUCTIVIDAD DE CARNE Y FIBRA Y SU RELACION CON FACTORES CLIMATICOS.

La producción y productividad de carne y fibra esta estrechamente ligada al comportamiento del mercado a través de los precios reales, tecnología (asistencia técnica, capacitación y crédito), disponibilidad de alimentación, que a su vez es la expresión de la precipitación y temperaturas como variables ecológicas de acción directa. Asimismo la sanidad animal y mejoramiento genético son elementos que también contribuyen con los niveles de producción en el tiempo.

La información secundaria y experiencias anteriores en investigación sobre alpacas y manejo de praderas naturales y bofedales no tiene una conclusión concordante en la determinación de la proporción de uso del bofedal frente a la pradera natural. Las relaciones encontradas varían, proporcionalmente, en una relación Pasto Natural : Bofedal entre 60: 40 en Puna Húmeda y; en Puna Seca esta seria de 65 - 70% : 35 - 30 %. En el presente estudio, se ha considerado que fincas pequeñas, disponen de 70 hectáreas en pasto natural y 10 en bofedal. Fincas con 100 hectáreas o mayor, tienden a tener una disponibilidad de alrededor de 80 hectáreas en pasto natural y : 20 en bofedal. Con esta información se realizaron los análisis para determinar la capacidad de carga de los bofedales.

En consecuencia, la producción y productividad de carne y fibra tiene estrecha relación con el uso y manejo de bofedales. Un análisis de series históricas (Ccama, 1990), en la cual se evidencia como evoluciona la estructura de producción en Puno desde 1970 a 1988 muestra índices con valores negativos (Cuadro 17), que explica un periodo de crisis productiva como un reflejo de las condiciones sociales y económicas por las que paso el

país. A continuación se presentan los valores de cada uno de los índices encontrados por Ccama para las principales variables de la producción alpaquera en Puno:

Cuadro 17. Tasas de Crecimiento Anual (%) de Carne y Fibra de Alpaca Periodo (1970-1988).

Tasas de Crecimiento			
Carne		Fibra	
Población Total	-0.21		
Saca de animales	-0.52	Animales equilados	3.2
Producción de carne	-3.17	Producción fibra	-0.96
Kilos/cabeza	-2.65	Kg/cabeza	-4.16
Precios reales	2.55	Precios reales	5.11

Fuente: Adaptado de información generada por Ccama (1990).

Los índices reportados, muestran que la disminución de la producción de carne se explica mas por una baja en la productividad que por una disminución en la cantidad de animales de saca. Es decir que los efectos de programas de asistencia técnica, crédito o capacitación, no son claros ni expresan incidencia efectiva en los procesos productivos a pesar que las instituciones que tenían bajo su responsabilidad estas acciones aseguren lo contrario. Es más el factor precio no fue estímulo para el productor, en razón a que el mercado para este producto es el consumidor de bajos ingresos.

En el caso de la fibra, para el mismo periodo, la producción no tiene mayores incrementos. Los índices muestran valores estacionarios y la productividad disminuye, a pesar de tener un mayor numero de cabezas de ganado esquiladas y, posiblemente con periodos mas cortos de esquila: de 2 años a 18 o 12 meses. De igual forma que en carnes, los programas de asistencia técnica y de crédito no lograron mejorar los rendimientos a pesar de que la evolución de los precios reales fueron positivos y podían haber sido atractivos para los productores.

Al tratar de explicar estos indicadores en relación con la precipitación y las temperaturas, entre 1970 y 1988, encontramos que el primero de estos factores, en el caso de la producción de carne, solo explica el 2.7 % del comportamiento; pero aun así se observa una tendencia decreciente de la producción (Gráfico 4). Para el caso del comportamiento de temperatura, esta explica solo el 0.63 % y tiene una leve tendencia positiva (Gráfico 5). Este mismo análisis para la producción de fibra indica que las variaciones de la precipitación no explican el comportamiento de la baja producción y productividad de la fibra (Gráfico 6); lo cual muestra que las variaciones de producción y productividad están mas relacionadas con otros factores como es la tecnología o el mercado. Ello también se observa con el efecto de la temperatura, que solo explica el 0.96 % y su tendencia es levemente positiva (Gráfico 7).

Al relacionar el comportamiento de las precipitaciones y temperaturas con las características de los bofedales se observa que las lluvias, “**aparentemente**”, no tienen efecto, traducido en una mayor disponibilidad de alimento, dado que siempre tienen humedad. Sin embargo con las temperaturas el efecto es mas claro, al afectar el crecimiento de los pastos y generar mayor disponibilidad de alimento.

En todo caso la disponibilidad de información secundaria del Ministerio de Agricultura y del SENAMHI, requiere ser consistenciada para efectos de tener mejores elementos en la

toma de decisiones. Es conocido que tanto la precipitación como la temperatura son elementos meteorológicos que tienen efecto en la fisiología y crecimiento de cualquier especie vegetal y animal, dentro de ellos los pastos. Luego, existe también un vacío en la información sobre la disponibilidad de alimentos para producir carne y fibra, en función de la variación en la disponibilidad de agua y variación de las temperaturas, en el tiempo (dentro y entre años) y en el espacio (puna seca y puna húmeda), lo cual debe ser cubierto con trabajos de investigación a largo plazo. Finalmente existen experiencias, reportadas en el primer informe, donde la calidad y cantidad de forrajes en bofedales puede mejorarse con la introducción de pastos exóticos y su variación de materia verde y seca en relación a la pastura nativa del bofedal, además de la ampliación de los mismos.

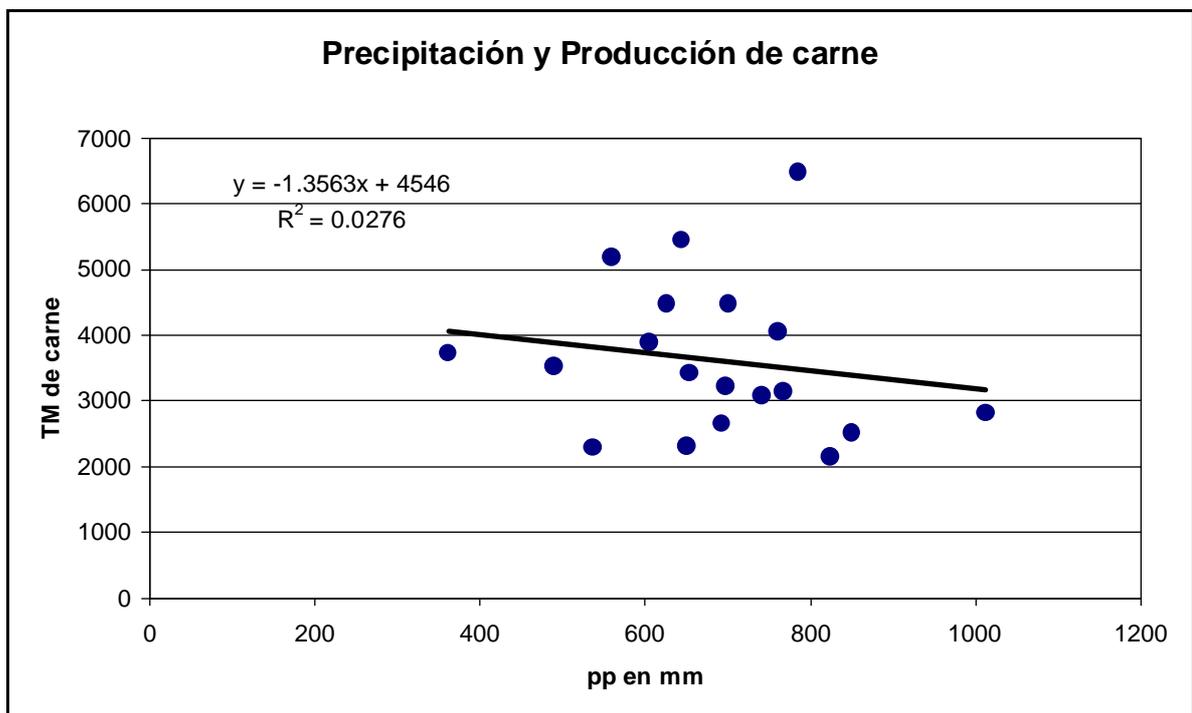


Grafico 4.

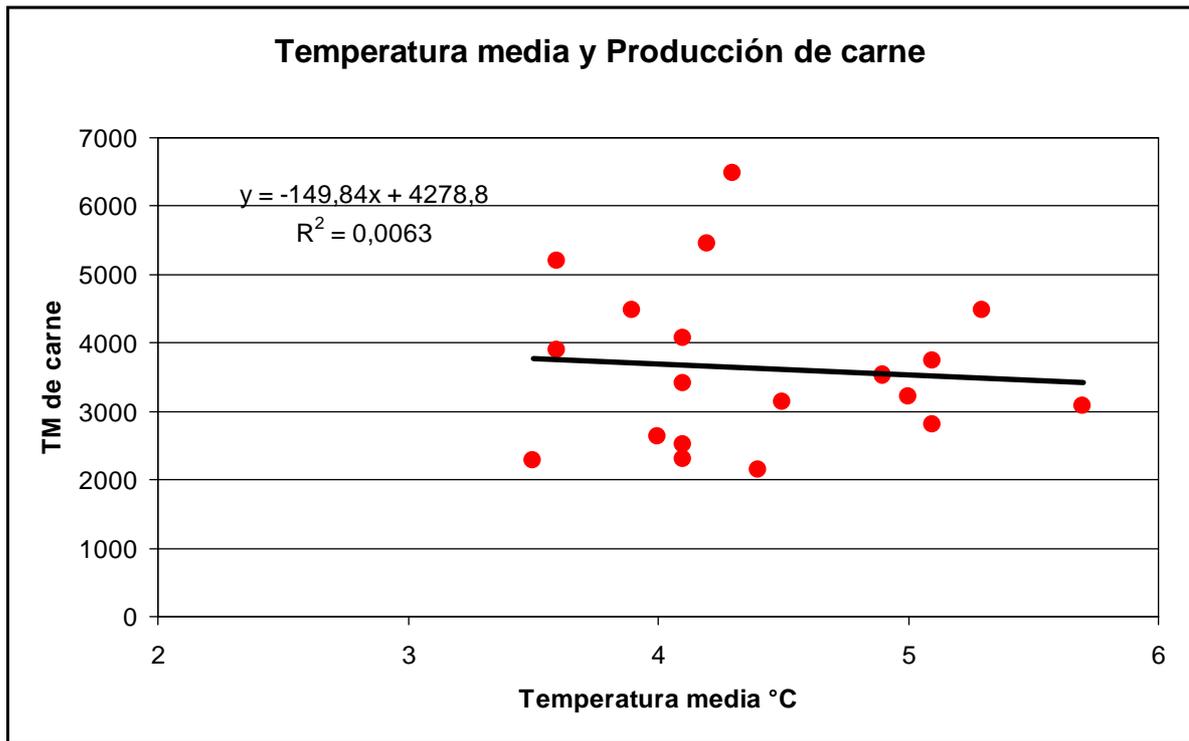


Grafico 5.

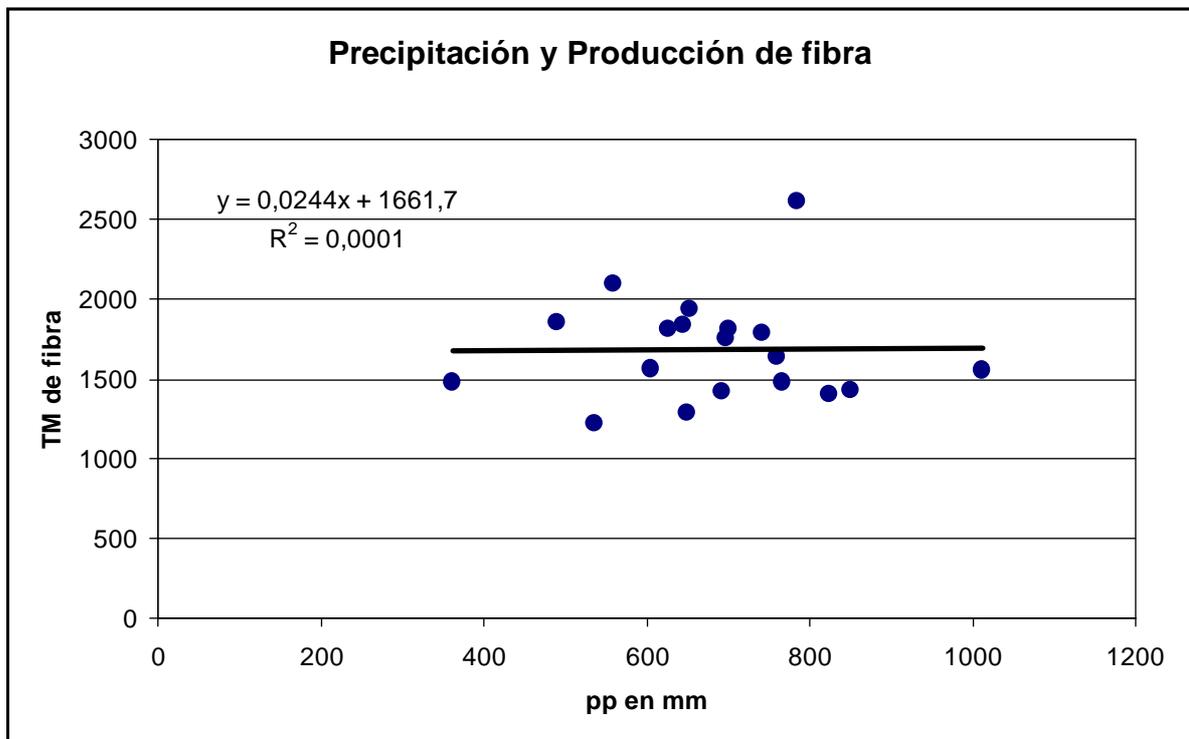


Grafico 6.

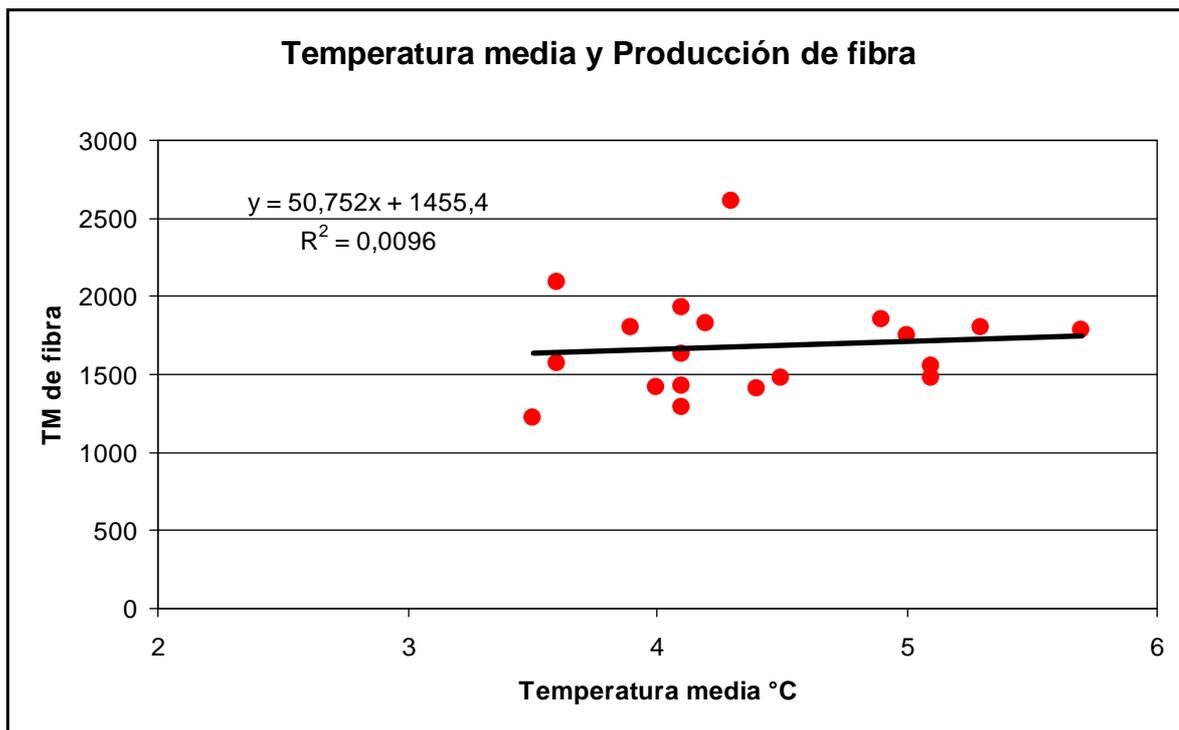


Grafico 7.

Completando la serie histórica de Ccama hasta 1999, y efectuando el mismo tipo de análisis (regresiones semilogarítmicas), para observar el comportamiento de la producción de carne y fibra entre 1970 a 1999 encontramos una importante reversión de las tasas de crecimiento que muestran cambios en la estructura productiva (Cuadro 18).

Cuadro 18. Tasa de Crecimiento de Carne y Fibra de Alpaca para el Periodo 1970-1999.

Tasa de Crecimiento			
Carne	Tasa de crecimiento	Fibra	Tasa de crecimiento
Producción	-0.48	Producción	0.44
Kilos/cabeza	-1.30	Kilos/cabeza	-2.05
Saca animales	0.82	Saca animales	2.49

Fuente: Elaborado por CIRNMA, con base en información secundaria.

Si comparamos estos índices con los de la serie de tiempo inicial (1970-1988), las tendencias de la baja producción de carne se revierten por una mejora en la productividad (– 3.17 entre 1970-1988 a – 1.30 hacia 1999), y en el caso de fibra de una tendencia de baja en el rendimiento de -4.16 a - 2.05, para los mismos periodos. Debe notarse que a pesar de ello, las tasas siguen siendo negativas, lo cual obliga reforzar la asistencia técnica y analizar las condiciones del mercado para continuar dinamizándolo.

Este comportamiento de los indicadores estaría explicando, de alguna manera, un mejor manejo técnico en los aspectos de alimentación y sanidad por parte de los productores. Ello no significa de manera alguna que la presión sobre los bofedales y pasturas nativas este disminuyendo, sino más bien que puede estar implicando mayor carga animal por área y por tanto, en el mediano plazo, la pérdida de áreas de pastos y bofedales. Con esta visión, se recomienda iniciar programas de uso racional de bofedales para su recuperación y mayor soportabilidad; y paralelamente la implementación de áreas de nuevos bofedales o ampliación de los mismos, donde las condiciones lo permitan.

VI. |HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA EN BOFEDALES.

Para estimar la Capacidad de Carga de los Bofedales, las herramientas usadas, a partir de evaluaciones de campo e información secundaria con las cuales se caracteriza el manejo de los bofedales en el altiplano peruano, como un elemento de los sistemas productivos alpaqueros; fueron modelos de simulación físico – biológico, análisis de superficie de respuesta, análisis de presupuesto parcial y análisis de la tasa de retorno marginal.

La información de campo y secundaria (Capítulos I a IV), fue usada como entradas (input) del modelo de simulación de alpacas (Arce, et al 1994), obteniéndose respuestas biológicas del sistema (a nivel de hato) en producción de carne y fibra. El modelo ofrece infinidad de combinaciones (salidas – outputs), las cuales generan parámetros que son ajustados mediante un análisis de superficie de respuesta, para encontrar los óptimos biológicos a diferentes capacidades de carga, digestibilidad de los pastizales y tasas de crecimiento diferenciales. A partir de esta información se aplica el análisis de presupuesto parcial (APP), el cual junto con un análisis de la tasa de retorno marginal, nos permite determinar en que rangos de capacidad de carga deben ser manejados los bofedales para tener una respuesta económica y de manejo sostenible de estos ecosistemas.

6.1 Modelos de Simulación Físico – Biológicos.

Diversos modelos matemáticos han sido desarrollados, para describir las características biológicas de hatos ganaderos o de otros componentes del sistema, tales como forraje (Rotz, et al. 1989). En el desarrollo de modelos lecheros por ejemplo, algunos enfatizan nutrición (Bywater y Dent, 1976), mientras que otros reproducción (Boneschanscher et al. 1982; Oltenuacu et al. 1980), sanidad (James, 1977), o componentes genéticos (Groen, 1988). En otros, el énfasis es sobre estrategias de manejo (Dijkhuizen et al. 1986; Congleton, 1984; Sorensen, 1989) o decisiones de reemplazo en relación a producción y precios (Van Arendock, 1985; Gartner, 1981).

Los aspectos señalados, juegan un importante rol en detectar como un sistema ganadero es biológicamente sensible a los diferentes aspectos de la producción. Estos modelos tienen algunas restricciones y dificultades en ser aplicados a nivel de finca, debido a que son construidos para examinar las implicaciones de los cambios de manejo en fincas promedio o en condiciones propias e ideales de un lugar en particular. Sin embargo, en una finca común existen diversas situaciones, estrategias y decisiones de manejo que influyen el rango de oportunidades futuras orientadas a obtener un adecuado beneficio (León-Velarde, 1991).

Consecuentemente un modelo, en el concepto del análisis de sistemas, debería considerar todos las entradas (inputs), el ciclo de vida biológico y productiva en el hato, y las salidas (output) como un todo para obtener una eficiencia real (Anexo III) y determinar el nivel de producción y rentabilidad que tiene en el mercado (Spedding, 1988). Ha sido sugerido (Blackie, 1974, León-Velarde, 1991) que la construcción de modelos estructurales deben describir la estructura lógica dentro y entre los componentes con la unión de los parámetros básicos del sistema real; este tipo de modelo debe permitir la incorporación de diferentes estrategias de manejo para estimar, por medio de simulación, los cambios en las salidas del sistema permitiendo el análisis de un sistema de finca particular (León-Velarde, 1991).

Asimismo, es posible considerar métodos de optimización para el análisis de sistemas (Mayer et al. 1996).

6.1.1 Consideraciones Generales en el Uso de Modelos

En forma general, la modelación y simulación debe ser considerada como una técnica que permita visualizar escenarios diferentes de un sistema con un rango de precisión cercano al valor real. Un modelo puede ser programado en forma determinística o estocástica; en ambos casos debe permitir analizar y tomar decisiones sobre el presente y futuro comportamiento del sistema con base en información obtenida en sistemas reales. La programación puede hacerse en cualquier lenguaje (FORTRAN, BASIC, FOXPRO u hojas de cálculo, entre otros).

Se entiende por sistema a la integración e interrelación de componentes físicos con una función y objetivo. El proceso de simulación construye y organiza, en forma dinámica y cuantitativa el conocimiento planteado en el modelo, que incluye la programación en forma matemática de los diferentes componentes, procesos y sus interrelaciones. Por lo tanto, si las relaciones de causa-efecto de un proceso no es conocido será difícil su incorporación.

El paso más simple en un sistema ganadero, es el ciclo de vida natural y productivo mediante la cuantificación de sus eventos biológicos. Sin embargo, el ciclo de vida productivo varía, y depende del tipo de sistema; así, se requiere información de consumo, ganancia de peso, curva de crecimiento, lactación y otra información que debe ser cuantificada. De esta manera, para iniciar un modelo de simulación es necesario reconocer que debe existir conocimiento de las principales relaciones cuantitativas de causa-efecto que afectan positiva o negativamente la producción.

6.1.2 Componentes y Elementos de los Sistemas de Producción Animal

A fin de explicitar el diseño, organización y componentes de un modelo se presenta, como un ejemplo, el modelo de simulación de un hato vacuno de leche, el que sirvió de base para la formulación del modelo de simulación de producción de alpacas para el altiplano de Puno

Un modelo de producción animal, no obstante su complejidad, es normalmente representado en forma simple por solo dos componentes físicos: el pasto y el hato incluyendo sus interacciones (Figura 1). Sin embargo, en la mayoría de los casos un sistema de producción tiende a ser modelado con cuatro componentes no físicos, los cuales a su vez constituyen la base para plantear las ecuaciones de los algoritmos a desarrollar durante el proceso de simulación.

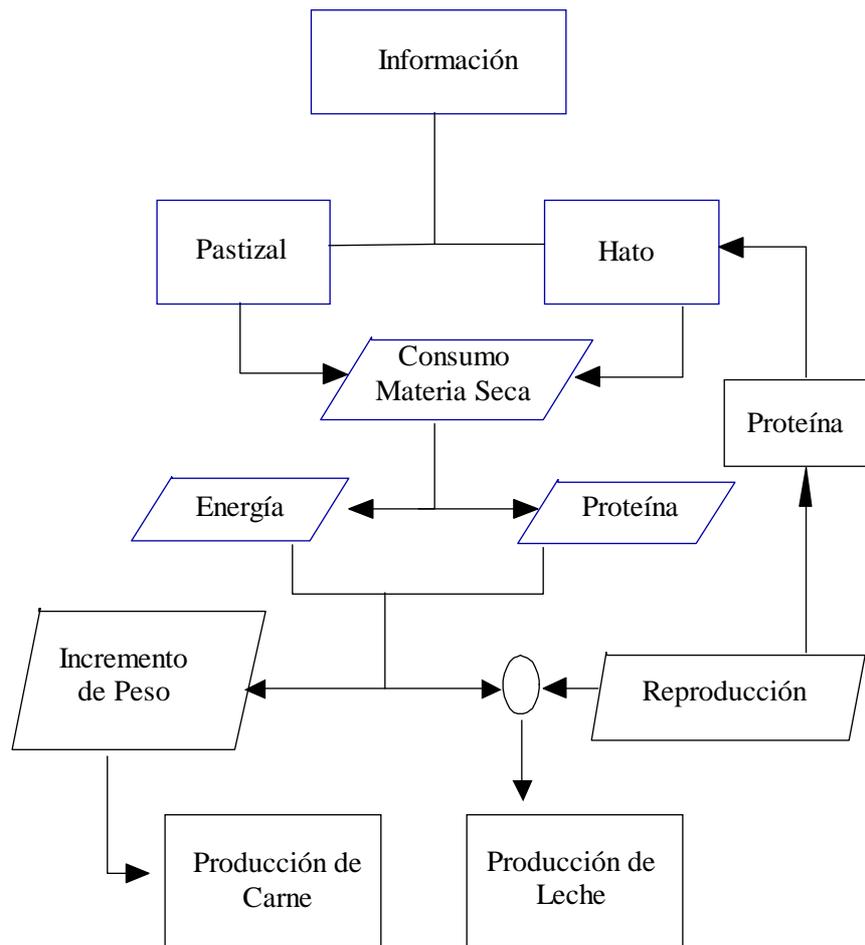


Figura 1. Representación Esquemática de los Componentes y Elementos de un Sistema de Producción Animal.

Los componentes no físicos son: alimentación-nutrición, genética (componente animal); sanidad, reproducción, el cual es el elemento de la dinámica y estructura del hato; y, el de economía (relaciones costo-beneficio). Consecuentemente, el medio de estimar o realizar un análisis ex-ante para obtener una respuesta bio-económica en forma inmediata y económica lo constituye la modelación y simulación. En la cual se considera: a) el objetivo o función del modelo; b) los componentes o elementos del modelo; c) las variables que describen las relaciones entre componentes; d) los parámetros de las ecuaciones bio-matemáticas que cuantifican las relaciones entre componentes, en algunos casos son valores arbitrarios; e) las restricciones del modelo; y f) los supuestos en que el modelo opera (Naylor et al, 1980).

V. 6.1.3 El Componente Animal: El Hato

El animal es el componente físico y constituye la unidad dinámica básica de transformación y de producción. Debe presentar todos los atributos necesarios en relación a las entradas (input; alimentación) y a las salidas (output; Producción de leche, carne y crías). La Figura 2 describe la dinámica de hato en relación a los aspectos económicos. Entre sus atributos básicos se considera el peso, edad y sexo; en algunos modelos se considera estado de lactancia, días abiertos, ciclo estrual, días de preñez, número de lactación (León-Velarde, 1991). En la dinámica del hato, además de lo mencionado, se debe considerar los eventos relacionados al ciclo de vida y de producción, tales como mortalidad, preñez, mastitis, etc. En el proceso de modelación se debe determinar el tipo de distribución de densidad probabilística (las más comunes son binomial y normal) lo que permite usar los números al azar para aleatorizar el proceso de simulación. En otros casos se requiere establecer ecuaciones, tanto reales como empíricas, en especial en lo referente a reproducción (e.g. probabilidad de obtener preñez al primer, segundo y sucesivos servicios).

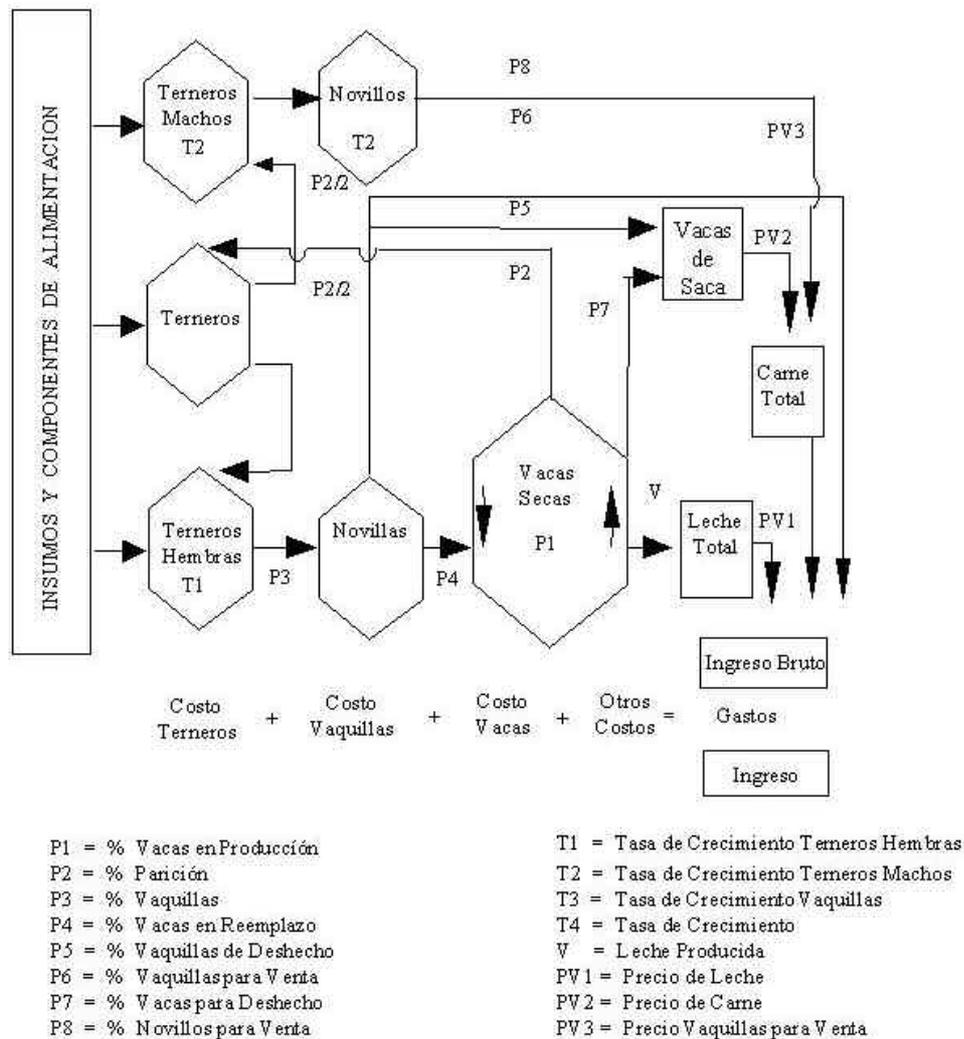


Figura 2. Esquema de la Dinámica de un Hato en Relación al Valor Económico y de la Producción.

6.1.4 El Componente de Alimentación

El componente de alimentación integra los requerimientos del animal y la forma de alimentación; la cual incluye las diversas combinaciones de recursos forrajeros: pastos-forraje, subproductos y residuos de cosecha, así como la suplementación con concentrados u otro producto; en este caso se debe considerar el efecto sustitutivo de este en relación a la materia seca total consumida. Esta tiene amplia relación con la capacidad de consumo del animal, el cual varía según condiciones de raza, tipo de ración, alimento y otras variables exógenas al animal (Figura 3).

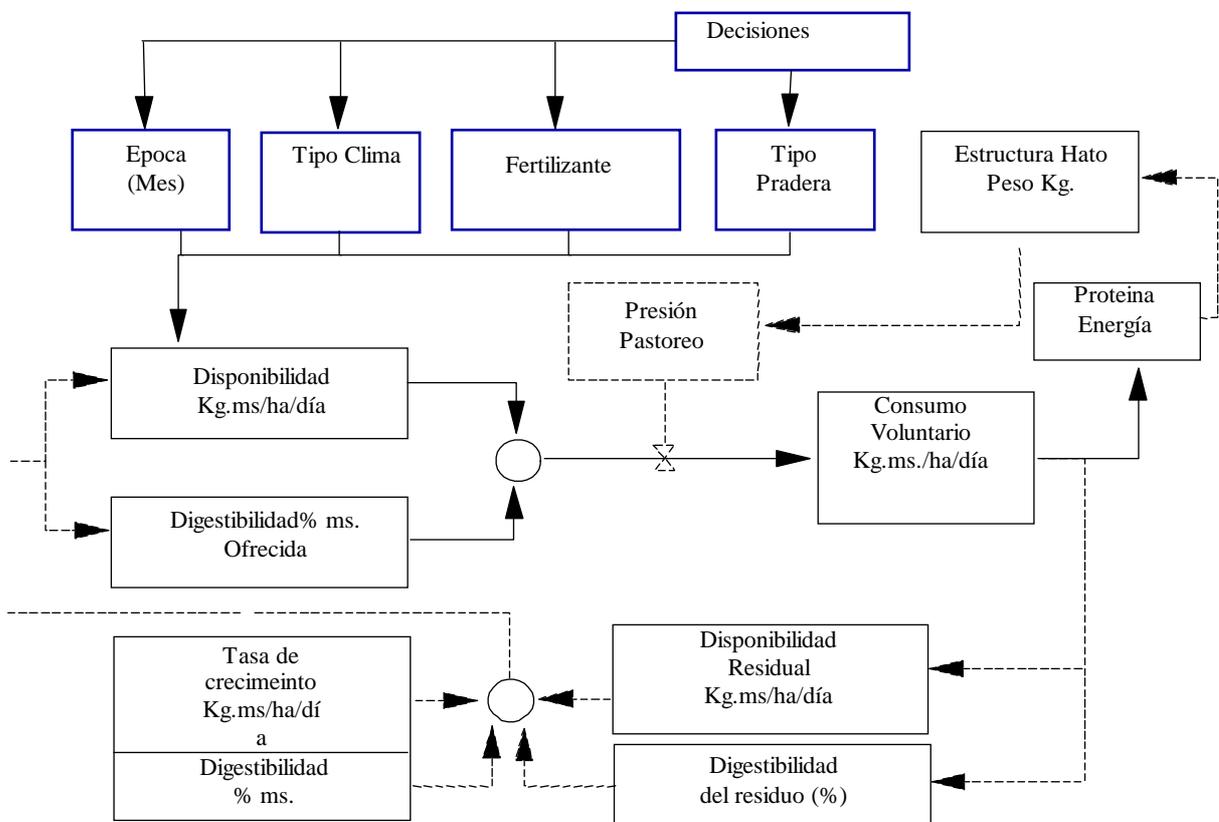


Figura 3. Esquema del Efecto de Variables Exógenas en el Consumo de Materia Seca al Pastoreo.

En este componente, la energía y proteína lo constituye el consumo de materia seca. Por lo cual debe contener una densidad calórica y proteica que cubra los requerimientos de mantención, reproducción, producción y crecimiento. En la modelación del consumo se debe considerar si el modelo es de unidad animal o de grupo, el intervalo de tiempo y la forma de explotación: intensivo (estabulación), extensivo (pastoreo) y el tipo de explotación, doble o de un solo propósito. El consumo de materia seca (Figura 4), esta en relación al peso vivo (NRC, 1987, 1989).

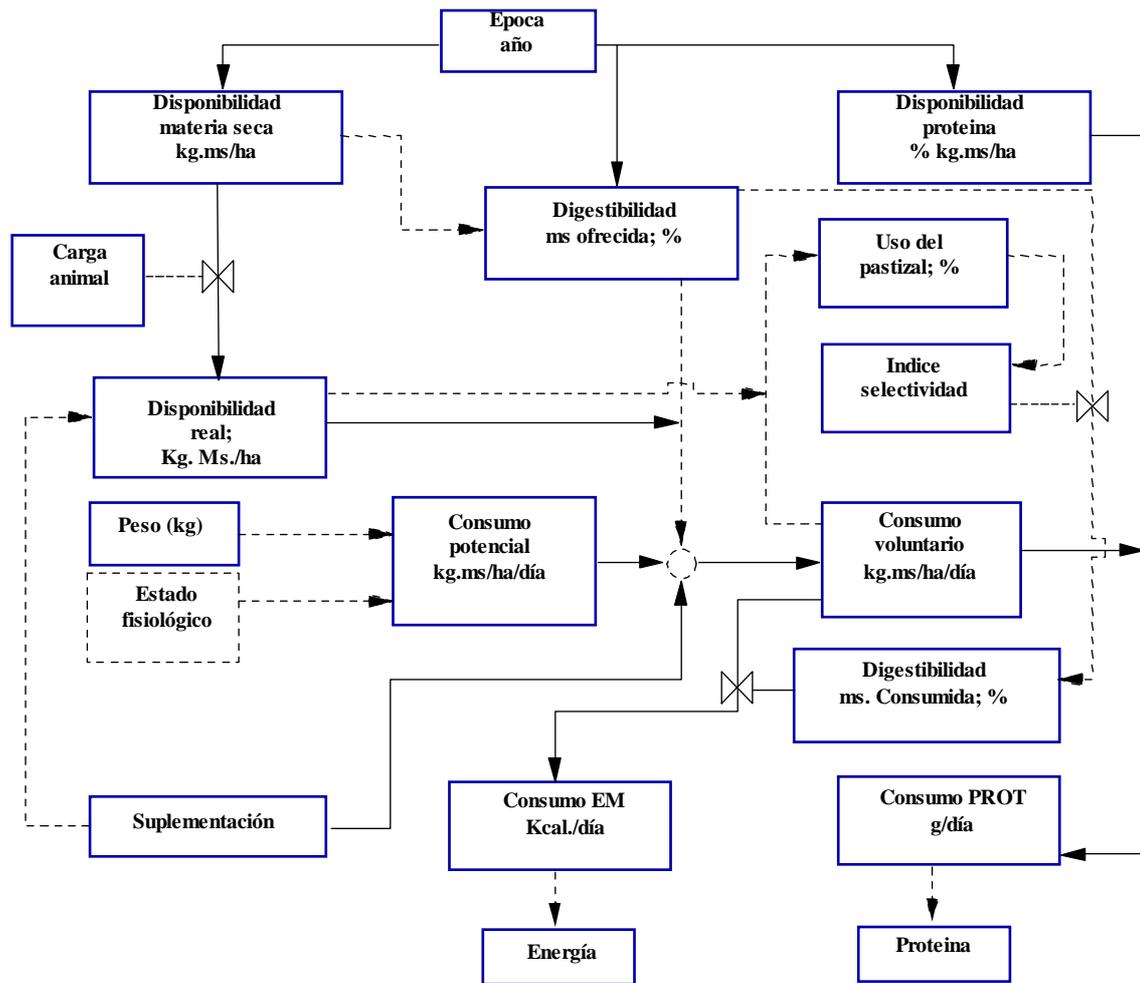


Figura 4. Esquema de las Interacciones entre el Consumo Potencial y Voluntario de la Materia Seca con la Pastura en Términos de Disponibilidad Real de Materia Seca, Proteína en Relación a la Epoca del Año.

- Consumo de Energía

La energía consumida debe ser derivada a energía neta para mantención y producción (NRC, 1989). En la Figura 5 se describe el flujo a considerar en la modelación de la subrutina de uso de la energía (Cañas y Gasto, 1974).

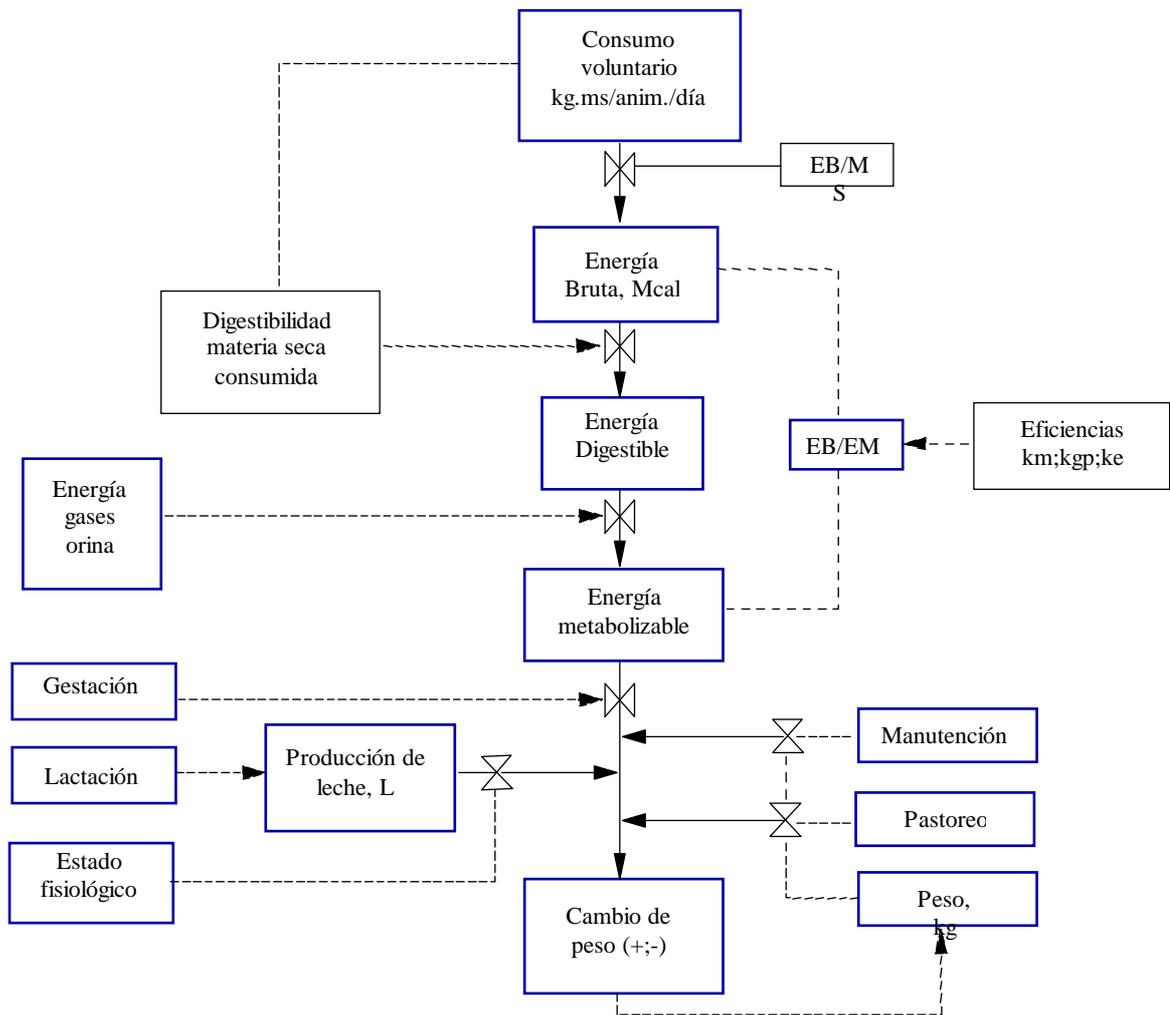


Figura 5. Esquema resumido del uso de la energía proveniente del consumo de materia seca consumida.

La energía de requerimiento es comparada con lo obtenida para obtener los niveles de producción y crecimiento (cambios de peso).

- **Consumo de Proteína**

Diversos modelos matemáticos han sido desarrollados para describir el metabolismo del nitrógeno y ser usados en el balance de dietas y como guía para investigaciones futuras. Los modelos incluyen diversos sistemas propuestos por ARC, NRC y Cornell entre otros (Church, 1988). Todos los modelos tienen el mismo concepto pero difieren en las ecuaciones que plantean. En la Figura 6 se describe la utilización de la proteína considerando su uso en el rumen y su absorción en el intestino delgado en relación a los requerimientos de proteína.

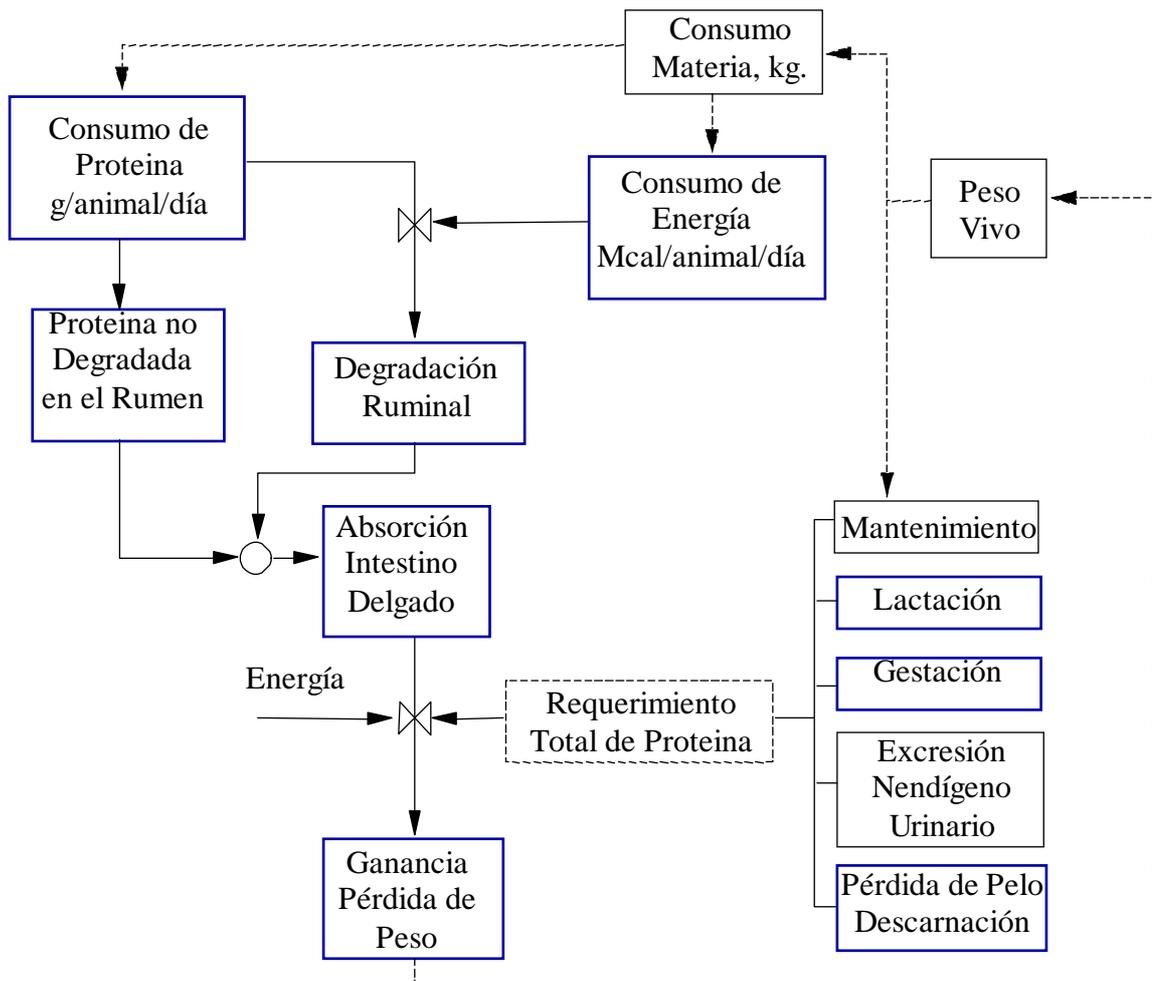


Figura 6. Esquema Resumido del Uso de la Energía Proveniente del Consumo de Materia Seca Consumida.

6.1.5 Componente Reproductivo

La reproducción es parte inherente al animal y, constituye la dinámica de crecimiento del hato. Se le considera como un atributo del animal o del hato durante el proceso de simulación. Generalmente en un modelo grupal se considera un rango de preñez, el cual puede ser corregido por coeficientes de abortos y otros problemas reproductivos, aspectos que en la mayoría de los casos no se incluye. En modelos de unidad animal se puede plantear un rango de preñez para primer, segundo y sucesivos servicios. Posteriormente se incluye el período de gestación, fijo o dentro de un rango, incluyendo la probabilidad de sexo y peso de la cría y sobre vivencia. La Figura 7 describe los principales aspectos de reproducción en relación a la producción y parámetros de manejo del animal en un hato.

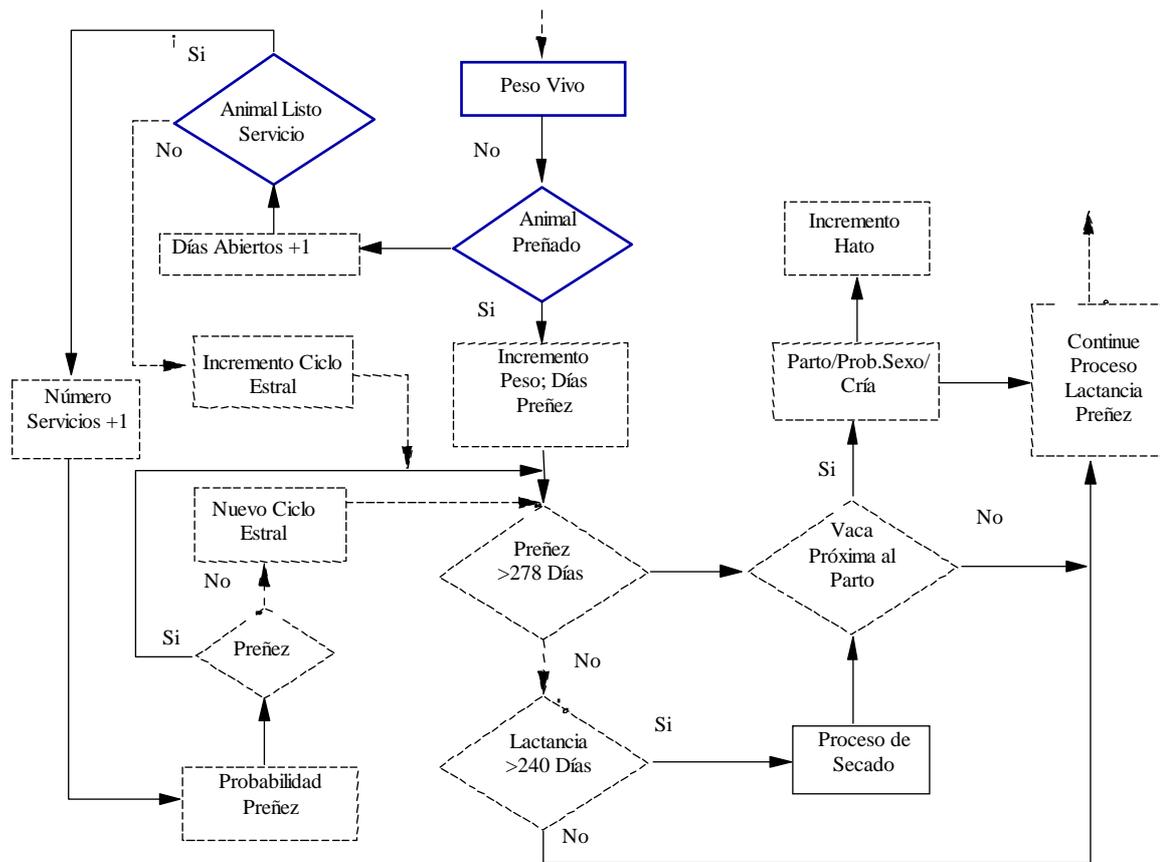


Figura 7. Diagrama del Proceso de Reproducción en un Hato en Relación al Incremento de Hato y Producción.

6.1.6 Componente de Sanidad

En forma general, la sanidad esta implícita en los parámetros de mortalidad que existe en el hato y es considerada en forma indirecta en los costos de producción, como gastos por sanidad. En estos se incluye un valor que afecta el beneficio pero no la dinámica del hato en caso de que la enfermedad produzca mortalidad o disminución de producción. Por lo tanto, los coeficientes de mortalidad deben ser diferentes para cada grupo de animales en el hato.

6.1.7 Componente Económico

La economía de la explotación se expresa generalmente por costo variables totales y por ingreso bruto de los productos. Se utiliza el método de agregación en el caso de modelos de unidad animal o en forma global en modelos de hato. La diferencia se expresa como margen bruto, debido a que en la mayoría de modelos no se incluye costos fijos; por lo tanto, en la modelación del elemento económico debe considerarse el objetivo y plantear claramente los supuestos y las restricciones del modelo. Es de considerar que la variación de precios de insumos como de producto puede variar en el tiempo; por lo tanto en programas que simulen a través del tiempo (varios años) se debe considerar el producto biológico como primer objetivo; el económico, como segundo y hacer las correcciones del caso en términos de valor presente neto a fin de tener comparación a una misma base.

VI. 6.2 Modelo de Simulación del Sistema de Producción de Alpacas en el Altiplano

El modelo fue diseñado para simular un rebaño de alpacas al pastoreo y se desarrolla con modelos matemáticos, implementados en forma computacional, integrándose la información experimental disponible, a través de una descripción cuantitativa de los procesos y las interacciones de los subsistemas que conforman el modelo (Arce, Blanca; et al 1994). Ello permite experimentar, en forma simulada, combinaciones de recursos productivos y alternativas de manejo. El modelo se validó contrastando datos experimentales con los datos del modelo; estimando el modelo errores inferiores al 10 por ciento, con respecto a valores reales.

En la experimentación se determinó la importancia del uso de pasturas de alto valor nutritivo, a modo de suplementación a través de pastoreo directo, en las ganancias de peso vivo y producción de fibra.

VII. 6.2.1 Descripción del Sistema

El objetivo es mejorar el conocimiento del sistema de producción de alpaca en la Puna. Estos sistemas de producción se caracterizan por localizarse en el altiplano peruano, sobre los 4000 m.s.n.m. Es de baja productividad por la pobre calidad de pasturas, temperaturas bajas (-16°C), fuertes heladas durante el año con hatos mixtos (alpaca, llama y ovejas).

Anualmente los animales pastorean en dos tipos de pastizales: en seco y en áreas naturalmente irrigadas de alta calidad y productividad denominados bofedales. En promedio, las familias tienen acceso a 80 hectáreas de pastizales; 70 de las cuales son de seco y 10 están en bofedales (PISA, 1995). Las especies forrajeras predominantes en las áreas de seco son: *Festuca ortophylla*, *Festuca weberbaueri*, *Stipa inconspicua*, *Baccharis tricunata* y *Mulhembergia peruviana*. En los bofedales, las especies

predominantes son: *Distichia muscoides*, *Eleocharis albibracteata*, *Hypochoeris taraxacoides* y *Alchemilla pinnata*.

El valor nutritivo del forraje seleccionado por las alpacas es bajo durante la época seca: Proteína cruda (CP) menor a 7% y materia orgánica digestible (DOM) entre 45 y 55%. La calidad es mejorada durante la estación de lluvias. En el bofedal, la calidad de la extrusa colectada a través de fístulas esofágicas es mejor que lo colectado de alpacas fistuladas en el área seca: CP superior a 8% y DOM mayor que 55% (Alvarez y Quiróz).

Bajo este esquema, la producción de biomasa y la calidad del forraje ofrecido, es limitado. La presión de pastoreo se incrementa, dando lugar a un sobre pastoreo con consecuencias en la productividad de la tierra, fijación de carbono, protección y fertilidad del suelo y el ciclo hidrológico. Cada una de estas restricciones pueden ser evaluadas, independientemente, por medio de la experimentación; pero dado el alto costo que representa implementar cada una de estas opciones, muchas veces hace inviable tener resultados desde una perspectiva integral. Sin embargo las variables más importantes pueden ser examinadas mediante modelos de simulación computarizados que ayuden a entender el sistema y a proponer acciones para mejorarlo.

VIII.

El manejo de las pasturas varía de acuerdo a la estación. Durante la época húmeda, el hato pastorea en las pendientes y las cimas de los cerros. De abril a diciembre, los animales pastorean de 6 a 10 de la mañana en áreas secas y, después son llevados a los bofedales hasta las 5 o 6 de la tarde. Los productores reservan potreros especiales para hembras en el último tercio del periodo de gestación (Octubre – Diciembre). En el sistema tradicional no se usa suplementos alimenticios y el mejoramiento de las pasturas o uso de practicas veterinarias es limitado.

Estudios a profundidad sobre las prácticas de manejo en la producción de alpacas no son tan comunes como en otras especies animales. Por tanto cuando las relaciones funcionales para alpaca no han sido publicadas o no fueron disponibles, se uso relaciones desarrolladas para ovinos. Estas relaciones funcionales, fueron ajustadas con datos empíricos de alpacas, para construir las ecuaciones usadas en el modelo.

IX. 6.2.2 Estructura del Modelo

La estructura, básicamente, consta de las subrutinas de consumo, energía, reproducción, producción de fibra, producción de crías y pastizales. Las entradas del modelo son: tasas de crecimiento con sus correspondientes digestibilidades del pastizal, manejo y utilización del pastizal, composición del rebaño con el respectivo calendario ganadero y el tiempo de simulación, las salidas más importantes son: el cambio de peso y la producción de fibra.

Un diagrama de flujo del modelo se muestra en la Figura 8. En ella se puede observar seis componentes o subrutinas.

6.2.3 Consumo de Materia Seca:

La producción de fibra y crías del rebaño, es el resultado del metabolismo de los nutrientes aportados por el alimento consumido, siendo imprescindible determinar el consumo. La subrutina consumo tiene como objetivo predecir la demanda de forraje de las diferentes

categorías de alpacas condiciones de pastoreo, sin pretender desarrollar un complejo modelo de control de Consumo.

El modelo estima el potencial de consumo de materia seca (PDMI) como una función del peso metabólico (peso vivo) del cuerpo de un animal adulto (Figura 9). Cuando el consumo esta enteramente controlado por características del animal, nos referimos a él como consumo potencial, que es la máxima capacidad de consumo del animal, la cual se expresa solo cuando las características de la dieta no lo limitan.

$$PDMI = (g DM * dia^{-1}) = 90 Wa^{0.75}$$

Donde Wa (Kg.) es el peso vivo del adulto. El Wa es modificado por el estado fisiológico (vacío, gestación o lactación) del animal. Para estimar el consumo voluntario de materia seca (VI), el PDMI es corregido por dos factores: factor de corrección de la digestibilidad (DF) y el factor de corrección de la disponibilidad (AF).

$$DCDM = DADM * SI$$

$$DF = 1.675 * DCDM - 0.34$$

$$AF = 1 - \exp.(-0.0020 * DMA)$$

Donde DCDM es la digestibilidad de la materia seca consumida; DADM es la digestibilidad de la materia seca disponible; SI el índice de selección; y DMA la materia seca disponible.

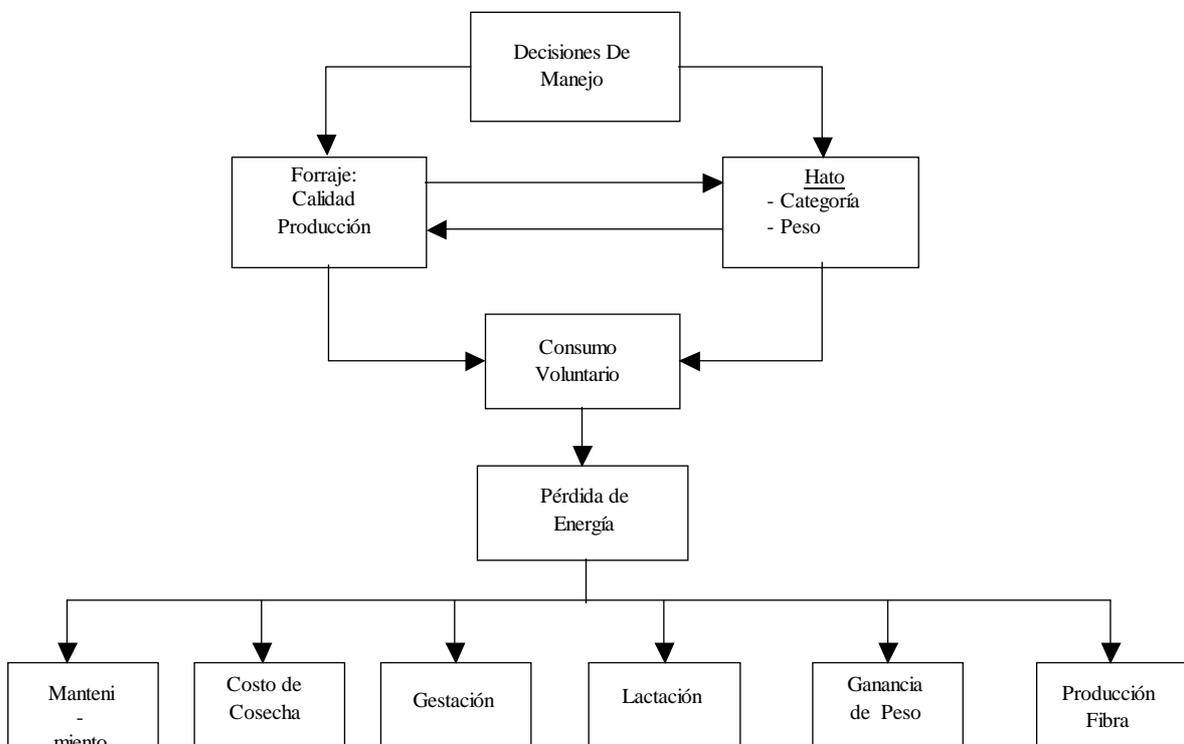


Figura 8. Estructura General del Modelo de Alpacas

Donde SD es igual al SI como factor de corrección debido a la digestibilidad; SPU = SI factor de corrección debido a la disponibilidad de forraje; PU = porcentaje de la utilización diaria de forraje; PDMI = consumo de materia seca potencial; DF = factor de corrección de la digestibilidad; SR = tasa de acumulación; y DMA = materia seca disponible Figura 10.

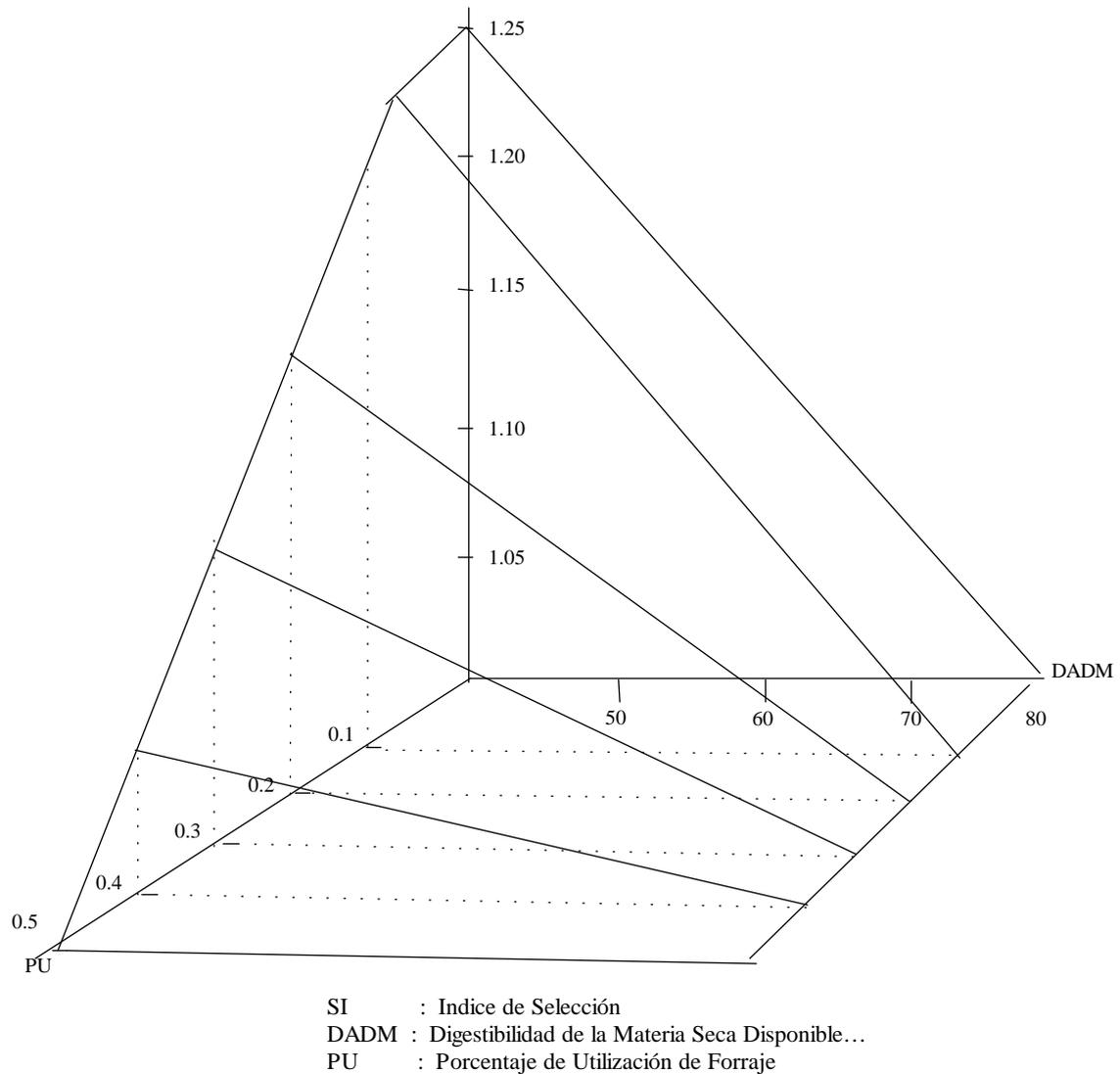


Figura 10. Efecto de la Digestibilidad de la Materia Seca Disponible y el % de Utilización Sobre el Índice de Selección.

6.2.4 Partición de la Energía:

La energía metabolizable (ME) es la unidad básica del modelo. La ME consumida, es particionada en el mantenimiento, costo de cosecha; gestación, lactación, ganancia de peso, producción de fibra y desarrollo fetal (Fig. 8, 11).

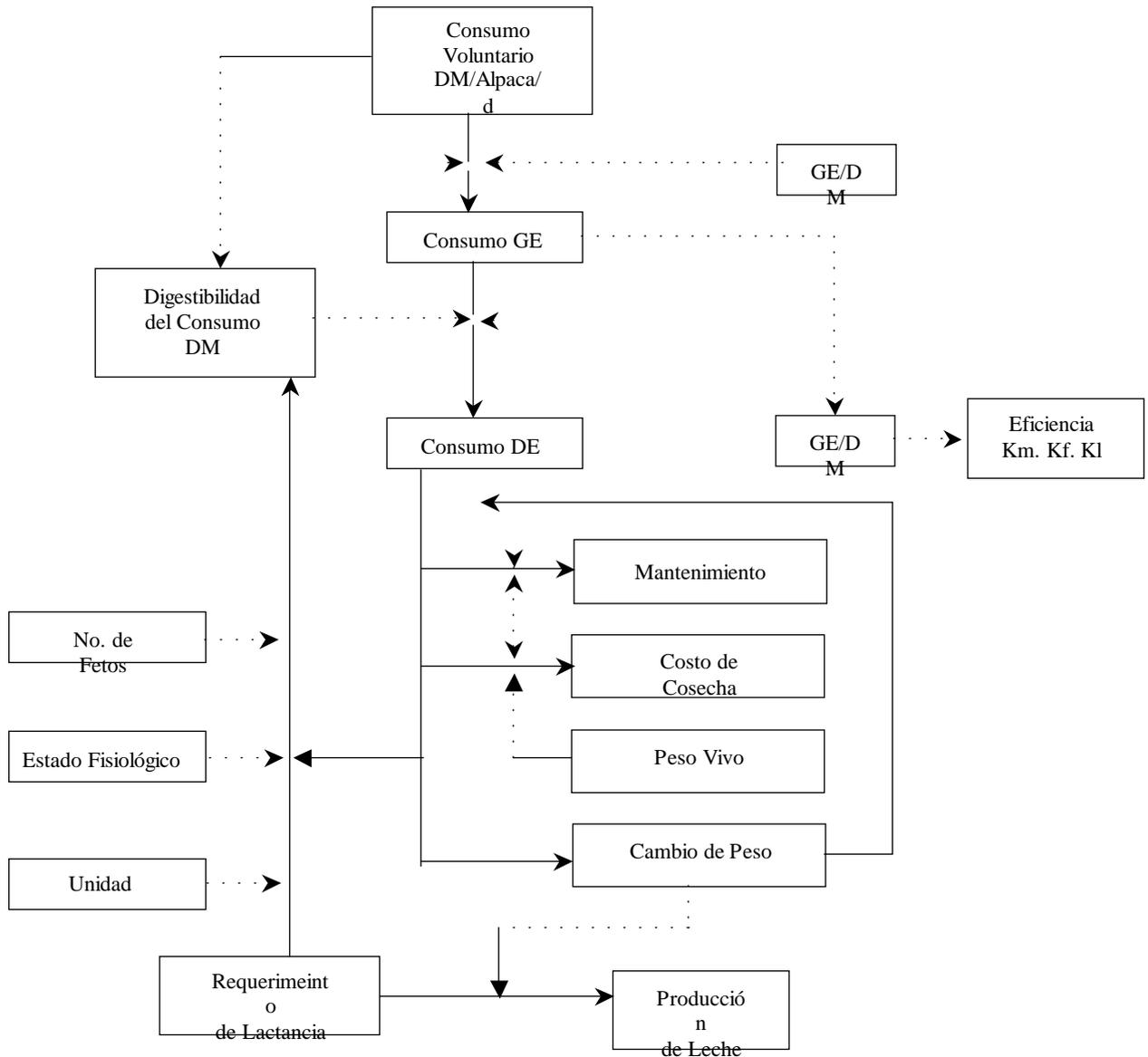


Figura 11. Diagrama de Flujo de la Subrutina de Partición de la Energía

6.2.5 Requerimiento para el Mantenimiento (MR):

EL MR es determinado como una función de la tasa metabólica basal (BMR) y el peso vivo (W). Varios autores han establecido que MR es modificado por la edad (Blaxter, 1964; Jarrigi et al, 1970). Ellos reportan altos valores para animales jóvenes con un decremento del peso, al incrementar la edad. En el modelo, BMR fue estimado usando la ecuación de Silva (1983):

$$\text{BMR (kJ ME/kg W}^{0.75}) = 244.484 \text{ AA}^{-0.09599}$$

Donde: AA = promedio de la edad en años.

EL MR es entonces calculado como:

$$\text{MR (kJ ME dia}^{-1}) = \text{BMR} * \text{W}^{0.75} / \text{K}_m$$

Donde: MR= requerimiento para el mantenimiento; BMR = tasa metabólica basal; W= peso vivo; y Km = Eficiencia de ME utilizada para el mantenimiento

6.2.6 Regulación Térmica (TR)

El modelo considera que las alpacas están adaptadas a las condiciones restrictivas de la puna seca y, por tanto se asume que están dentro de la zona de preferencia térmica.

6.2.7 Costos de Cosecha (HC)

Corresponde a la energía usada (Cañas y Gasto, 1974) por el animal mientras pastorea. En ella se incluye la energía necesaria por kilogramo de peso vivo (CDA) y el factor de la disponibilidad energética del forraje (FEA). Así los costos de cosecha es estimado usando la ecuación desarrollada por Rozas et al. (1978) para ovinos (Gráfico 8).

$$\text{CDA} = 4072 * (\text{FEA} - 3860.409)^{-0.400617}$$

$$\text{HC} = \text{CDA} * \text{W}$$

Donde: HC = costo de cosecha (kJ ME dia⁻¹); CDA = kJ ME/kg peso vivo; FEA = disponibilidad energética del forraje (kJ ME ha⁻¹).

El modelo usa CDA cuando los valores de FEA son mayores que 386.409 kJ ha⁻¹. De otra forma, HC es independiente de FEA y llega a ser una función de W, igual a 268.53 kJ ME por kilogramo de W.

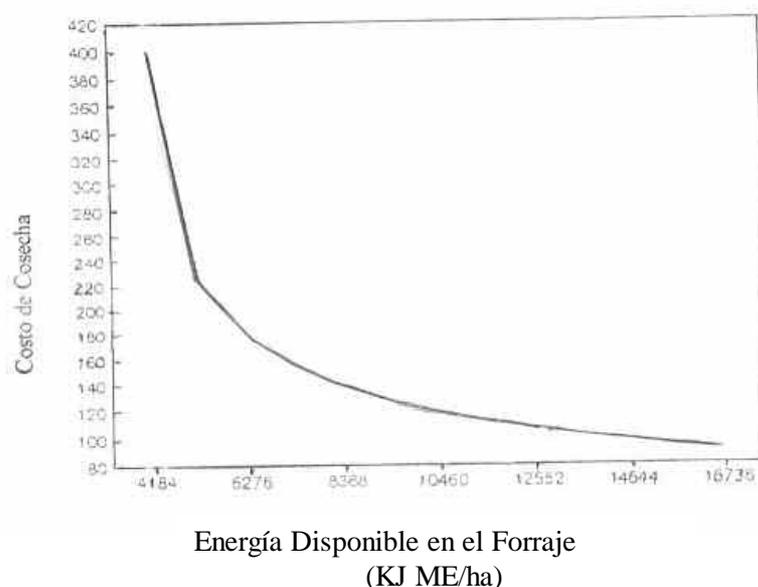


Gráfico 8. Costos de Cosecha como Función de la Energía Disponible del Forraje

6.2.8 Balance de Energía (EB)

El balance de energía (EB), es expresado como:

$$EB \text{ (kJ ME día}^{-1}\text{)} = MEI - (MR + HC),$$

Donde MEI = energía metabolizable consumida (kJ día⁻¹); MR= requerimiento de mantenimiento (kJ ME día⁻¹); y HC = costo de cosecha (kJ ME día⁻¹). Si EB es negativo, el requerimiento del tejido energético es removido. Un EB positivo indica que existe energía disponible para el crecimiento, la reproducción y lactación.

X. 6.2.9 Gestación

El periodo de gestación en la alpaca es de 345 días. Como el 75% del peso del feto es Ganado durante los últimos 210 días (Sumar, 1986), el requerimiento de energía se incrementa conforme avanza el periodo de gestación. EL modelo usa una relación entre MR y los requerimientos de gestación (GR). La ecuación usada considera alpacas con menos peso W y menos MR para tener un pequeño GR y las crías tendrán reducido peso W al nacimiento. Similarmente cuando una alpaca esta por parir, EB es negativo, movilizandolo solo las reservas corporales para alimentar los requerimientos del desarrollo del feto.

$$GR \text{ (kJ ME día}^{-1}\text{)} = MR * [1.73756 * \exp.(0.004415 * DG)],$$

Donde MR= requerimiento de mantenimiento; EXP = función exponencial y, DG= días de gestación. La energía SPENT en reabsorción no es considerada en el modelo y puede ser importante en el sistema real.

XI.

XII. 6.2.10 Lactación

Una función gama incompleta (Wood, 1967) fue tomada para estimar la producción de leche de alpacas, con datos de Medina y Bustinza (1985). La producción diaria de leche a futuro, en el modelo, es expresada como un porcentaje de la producción acumulada sobre 209 días de lactación.

$$DMP = 0.549831 * DL^{0.170180} * \exp.(-0.00917 * DL)$$

Donde DMP = producción diaria de leche expresada como un porcentaje del potencial de producción en 209 días; DL = días de lactación.

La DMP es multiplicada por la densidad energética de la leche, obtenida del requerimiento de energía diario para producción de leche. Si el EB es positivo, el requerimiento para producción de leche puede ser usado; de lo contrario, las reservas serán usadas.

6.2.11 Cambio en el Peso Corporal o Vivo

Para estimar los cambios en el peso vivo, los animales son ubicados en dos grupos: sin reproducción y en reproducción. En el primer grupo, el balance energético se calcula para mantenimiento y costo de cosecha; en el Segundo grupo, los requerimientos energéticos adicionales para la gestación y lactación, también son incluidos.

El valor calórico (CV) de la ganancia o pérdida de peso, es estimada usando la ecuación guía oficial para ovinos (1983):

$$\begin{aligned} CV_f &= 3.83384 + 0.53116 * W(\text{kJ}) \\ CV_m &= 5.88563 + 0.381443 * W(\text{kJ}) \end{aligned}$$

Donde f = hembra; m = macho; y W = peso vivo.

Así el cambio de peso (δW) es estimado como:

$$\Delta W = (\text{MEWG} * k_g) / \text{CV}$$

Donde MEWG= energía metabolizable para ganancia de peso (del balance energético); K_g = eficiencia de utilización de ME para ganancia de peso, en %; y CV = valor calórico expresado como kJ ME.

El δW es estimado en forma diaria. Si el balance de energía es negativo, las reservas son usadas para la alimentación y el requerimiento de mantenimiento.

6.2.12 Reproducción

El diagrama para esta subrutina se muestra en la Figura 12. La proporción de crías nacidas (POB) es estimada como una función del peso al empadre y la edad de la alpaca. Se usan las siguientes ecuaciones:

$$\text{POB} (\%) = 36.69627 - 1.36931 * \text{BW} + 3.9826 * \text{AA}$$

Donde BW = peso al empadre (Kg.); AA = edad promedio (días)

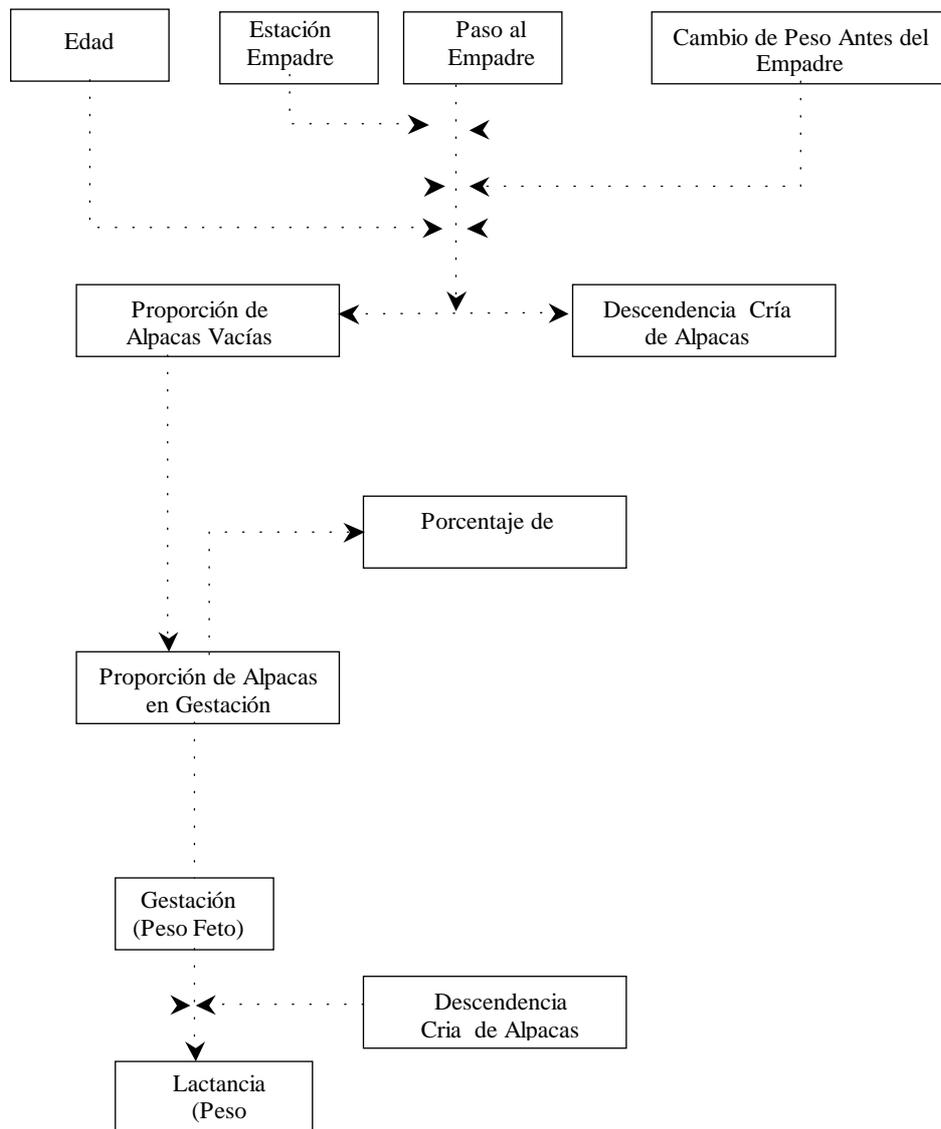


Figura 12. Diagrama de Flujo de la Subrutina Reproducción.

6.2.13 Producción de Fibra

Basado en el balance de ME, la producción de fibra es estimada para cualquier categoría de animal considerado en el modelo (Fig. 13). El modelo estima el crecimiento de fibra (FG) como una función del consumo ME.

$$FG \text{ (g días}^{-1}\text{)} = 10.7 / (1 + \exp. (2.254556 - 0.0001864 * MEI))$$

Donde MEI = ME consumo, kJ día⁻¹

FG es entonces multiplicado por el siguiente factor de edad (AgF):

$$AgF = 0.725007 + 0.340557 * AA - 0.02300 * AA^2$$

Donde AA = edad promedio de la categoría de un animal

6.2.14 Crías

La subrutina crías, estima consumo de leche y forraje y, predice los cambios en el peso vivo desde el nacimiento hasta el destete, basado en el consumo ME de las crías (Fig. 14). En esta subrutina la eficiencia de utilización de ME de leche es 84% para el mantenimiento y 69% para la ganancia de peso. El costo de cosecha para animales jóvenes es 50% de los adultos. HC estima el costo **energético del pisoteo con respecto a la madre con las crías.**

6.2.15 Peso al Nacimiento

El modelo asume una concentración de energía al nacimiento de 5.6486 kJ ME g⁻¹, similar que en ovinos (ARC, 1980). Similarmente se asume una eficiencia de utilización de ME durante el desarrollo fetal de 9%. Así el peso al nacimiento (BiW) es calculado como:

$$BiW(g) = GR * 0.09/5.6486$$

Donde GR = Requerimiento de Gestación, como una función del peso de la madre.

6.2.16 Consumo

Los componentes de la dieta de las crías son leche y forraje. La leche de alpaca contiene 15% de material y el porcentaje de ME en la material seca es 95%. Dos ecuaciones de regresión fueron desarrolladas para estimar el consumo potencial de materia seca de los animales jóvenes, como una función del peso de adultos y peso al nacimiento, de acuerdo a la edad de las crías:

$$PW_a = Wa (Wa - BiW) * \exp.(-0.006 * OA)$$

$$VI_o = VI_a - PW_a/Wa * (2 - PW_a/Wa)$$

Donde PW_a = proporción del peso adulto; Wa = peso del adulto; BiW= peso al nacimiento; OA = edad de las crías; VI = consumo voluntario; o = crías; a = adulto.

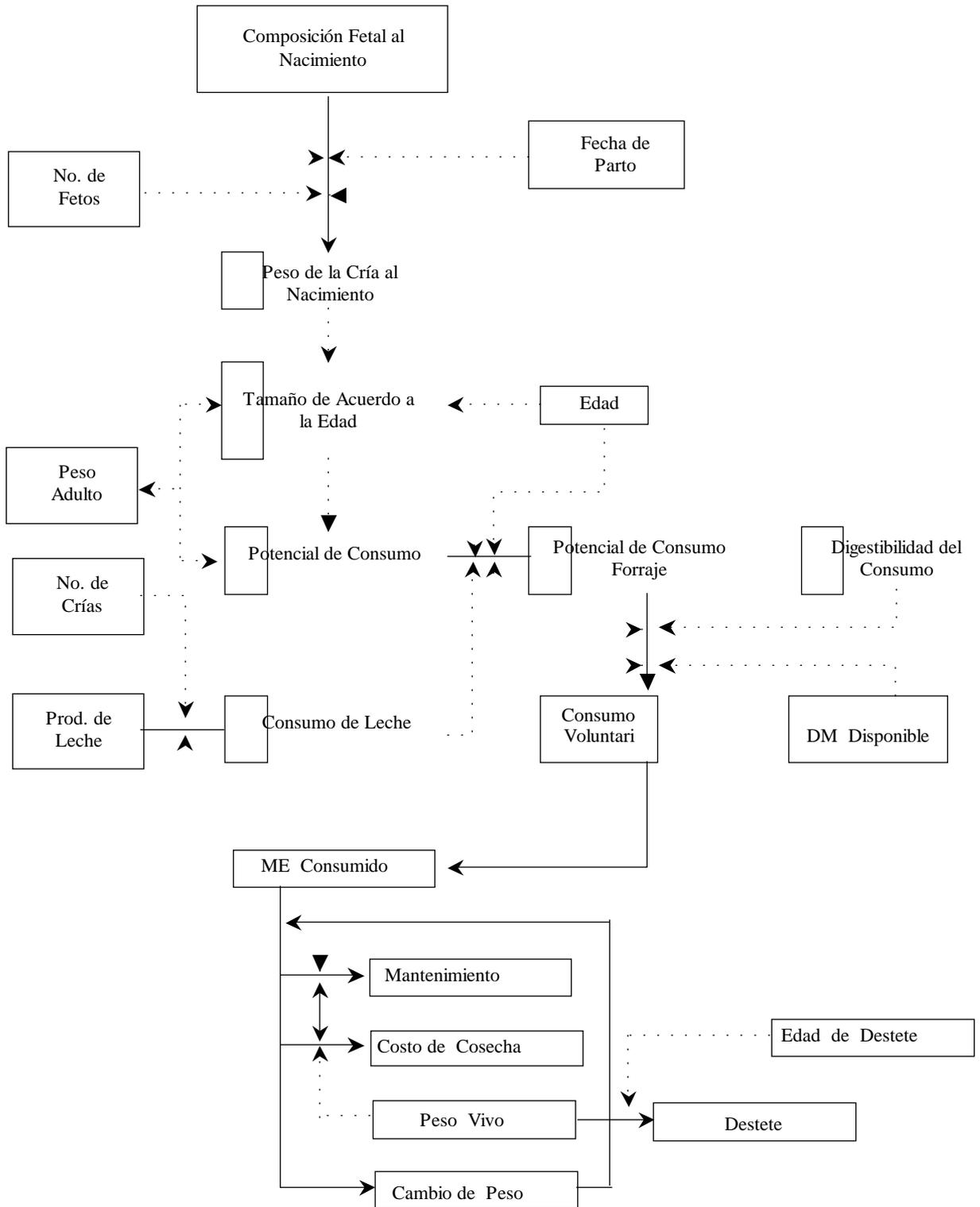


Figura 13. Diagrama de Flujo de la Subrutina Producción de Fibra

Se asume que la capacidad de consumo de forraje es regulado por el consumo de leche y edad de las crías. Cuando el consumo de leche es menor que el potencial de consumo de materia seca y, el animal es 15 días mayor o más, la diferencia es hecha por el consumo de forraje mas alto.

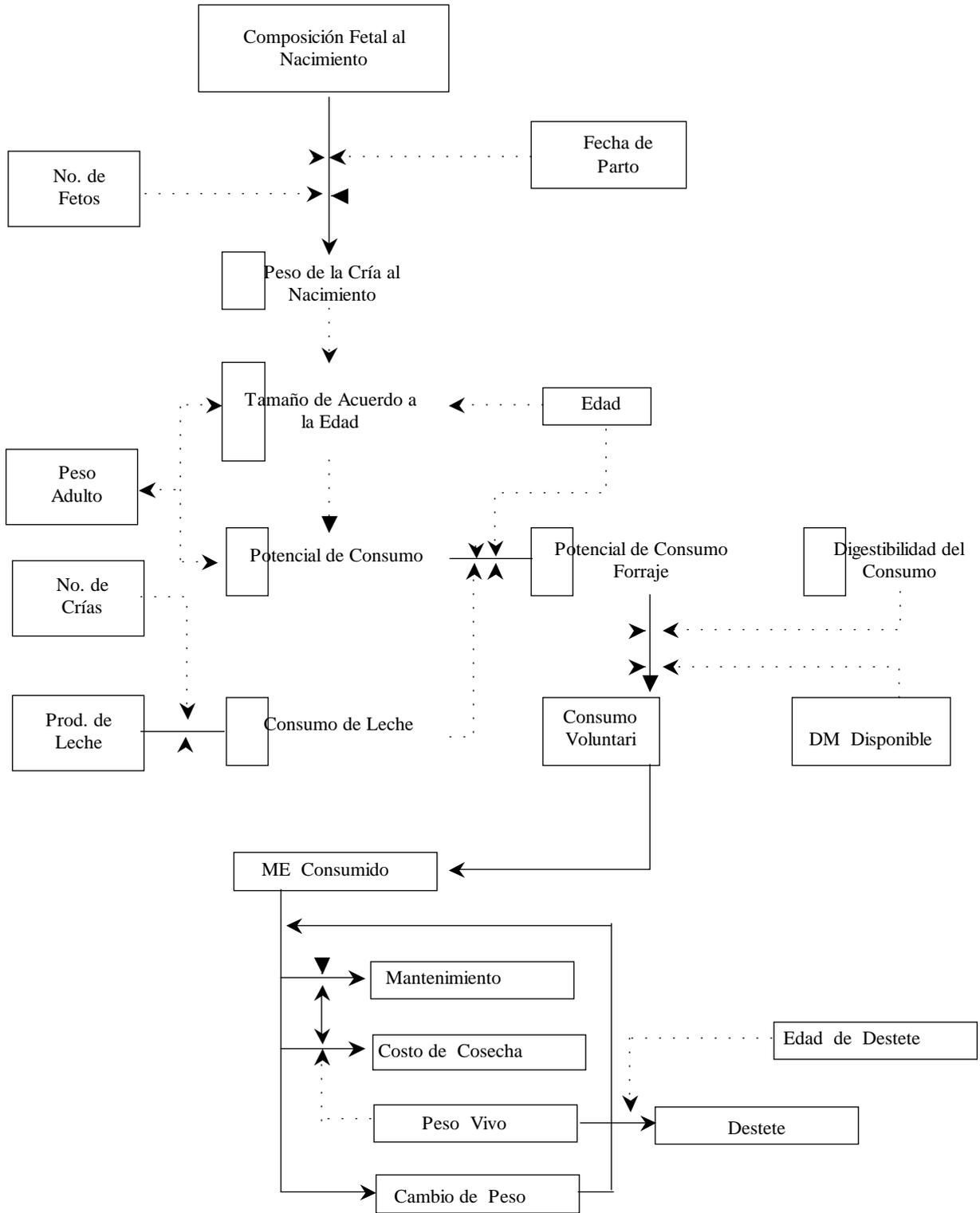


Figura 14. Diagrama de Flujo de la Subrutina Crías.

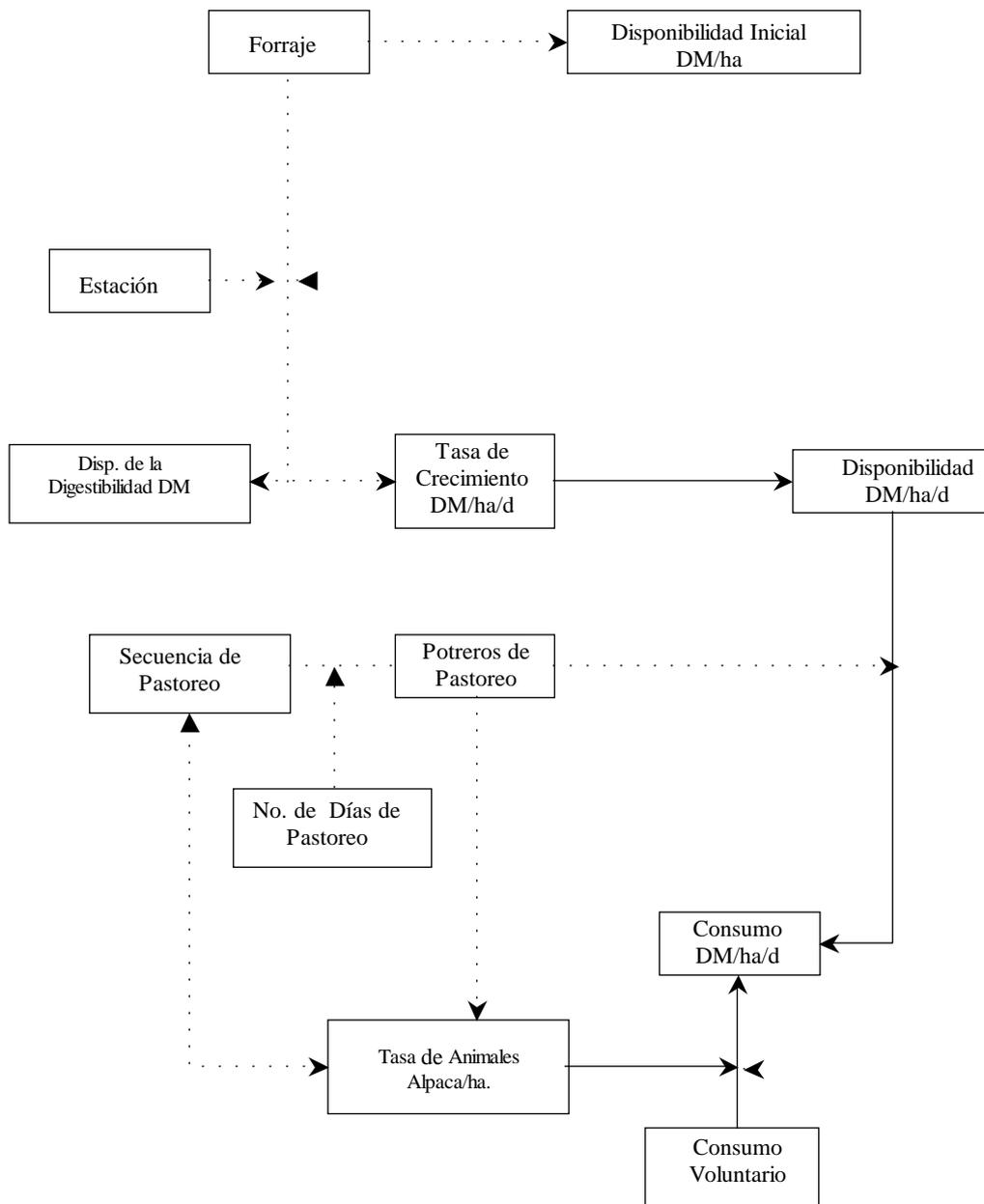


Figura 15. Diagrama de Flujo de la Subrutina Forraje

6.2.16 Cambios en el Peso Vivo

Los cambios en el peso vivo de las crías, son también estimadas usando el balance ME. El cambio de peso (δW) es entonces estimado como:

$$\delta W = [10^{(0.9 \cdot \log(\text{NEWG}) / (2.91 - 0.0036 \cdot W))}] \cdot 0.638774$$

Donde : NEWG = energía neta para ganancia de peso (la cual es producto de la energía metabolizable para ganancia de peso correspondiente a la eficiencia de utilización de energía en Kg); W = peso vivo (Kg.).

6.2.18 Utilización de Forraje

El modelo considera tres tipos de pasturas. Cada tipo de pastura puede ser dividida en cuatro potreros (Figura 15). EL usuario deberá ingresar (inputs) las respectivas áreas, el número de potreros, la tasa de crecimiento mensual para cada forraje (kg. DM día⁻¹) a través del año, la respectiva digestibilidad de DM y la disponibilidad inicial de DM.

El forraje consumido por hectárea es determinado como:

$$DMC_{ij} = (VI_a * SR_a)_{ij} + (VI_o * SR_o)_{ij}$$

Donde DMC = Consumo de materia seca; VI = consumo voluntario; SR = tasa de acumulación (animales ha⁻¹); a = animal adulto; o = crías; i = tipo de forraje (1,2,3 o 4); y j = número de potrero dentro de la pastura (1,2,3 o 4). La disponibilidad de materia actual (DMA) para cada potrero, es calculada diariamente.

$$DMA_{ijt} = (DMA_{ijt-1} + FGR_{ij}) * SF - DMC_{ij}$$

Donde FGR = tasa de crecimiento del forraje; DMC = consumo de DM; i = tipo de forraje; j = número de potrero; t = día simulado; SF = factor de corrección de la senescencia. Los rangos de SF van de 0 a 1. Las diferencias de acuerdo al tipo de forraje (forraje de secano o bofedal), son asumidas en diferencias críticas de DMA para senescencia, llegando a ser muy importantes. Sobre DMA crítica, SF toma el valor de 1. Bajo estos valores:

$$SF = DMA / (DMA \text{ crítica})$$

Donde la DMA crítica es igual a 1500 Kg. de crecimiento de forraje en secano y 2000 Kg. en bofedal. Pérdidas de forraje debido al pisoteo, no fueron consideradas desde que las alpacas tienen pezuñas como almohadillas, lo cual minimiza el daño en las pasturas.

6.3 Validación del Modelo de Alpacas

La información publicada sobre consumo voluntario en alpacas, también como los sistemas de producción de una investigación realizada por PISA en la comunidad de Apopata (Puno, Perú, 1987), fueron usados para validar el modelo. En todas las validaciones, los datos de entrada (disponibilidad de forraje, tasa de crecimiento de forraje y digestibilidad de forraje) fueron elegidas para imitar la situación del modelo. (Cuadro 19).

Los datos usados para validar la subrutina del consumo voluntario (Cuadro 19), representan diferentes condiciones encontradas en los Andes. Se incluyen el pastoreo de alpacas en pasturas naturales (secano y bofedal), durante las estaciones seca y húmeda (Reiner et al, 1986); así como el pastoreo de alpacas en pasturas mejoradas (Claco y Ravillet, 1987). Otra característica de los datos usados fue que los experimentos fueron conducidos tanto en Estación Experimental (Clavo y Pérez, 1986; Reiner et al, 1986; Clavo y Reviller, 1987), como al nivel de agricultores (Proyecto Alpaca, 1988).

Las salidas del modelo para el consumo voluntario (Cuadro 19), no difieren ($p > 0.05$) de los datos experimentales. Estos resultados indican el modelo predice adecuadamente el consumo voluntario de alpacas sobre pastura natural y mejorada.

Cuadro 19. Validación de la Subrutina Consumo Voluntario.

Salidas del Modelo	Resultados Experimentales Kg. DM día ⁻¹	Referencias
1.07	0.98	Reiner et al. (1986)
1.09	1.00	Proyecto Alpaca (1988)
1.15	1.11	Reiner et al. (1986)
1.20	1.19	Clavo & Perez (1986)
1.30	1.40	Clavo & Ravillet (1987)

Los datos usados para validar las salidas de los productos principales del sistema de producción (peso vivo y fibra), fueron tomados de encuestas a productores del estrato medio de la comunidad campesina de Apopata (Distrito de Mazo Cruz, Puno). El promedio de los datos de tres agricultores fueron usados como entradas del modelo. Los agricultores tienen 137 ± 33 alpacas. El peso vivo y la producción de fibra fueron monitoreados durante cinco años. El promedio entre años y agricultores fue usado para validar las salidas del modelo (Cuadros 19 y 20). No se encontró diferencias ($p > 0.05$) entre los resultados del modelo y las salidas del sistema de producción actual.

Cuadro 20. Composición del Peso Proyectado del Cuerpo Actual de las Alpacas a Diferentes Edades

Edad (Años)	Salidas del Modelo	Sistema Actual de Producción, Apopata, Puno-Perú
Birth	6.2	6.5
1	16.0	27.0
2	34.0	35.0
3	43.0	44.0
4	49.0	49.0

6.3.1 Experiencias en la Zona Agroecológica de Puna del Altiplano.

La actividad agropecuaria más importante de los sistemas de producción familiar de la Puna, en Puno, es la de camélidos sudamericanos (alpacas y llamas), pues la agricultura tradicional no prospera debido a las condiciones restrictivas del clima. La alimentación del ganado se basa tanto en especies de pastos de las pampas inundadas (bofedales), cuyo crecimiento es limitado; así como en especies que crecen en laderas y cerros. En ambos casos su máximo crecimiento ocurre en el periodo de lluvias (enero – abril). En general, la disponibilidad de pastos, especialmente de secano, es baja, disminuyendo mucho en años de sequía lo que limita el potencial de crecimiento de los camélidos. La disponibilidad y calidad de las pasturas, ya sea en secano o bofedal, son afectadas por las épocas del año. Existen graves problemas en años secos, porque no hay suficiente producción de pastos en secano y el bofedal, debe descansar o ser sobrepastoreado.

En vista de que el pastizal nativo es el único recurso alimentario para el ganado de las familias alpaqueras, en los meses de mayor precipitación, se trasladan con su rebaño en sentido vertical hacia el cerro. En él tienen vivienda temporal y corrales acondicionados para el pastoreo del rebaño (machos y hembras vacías), y en laderas y bofedales

estacionales (hembras gestantes y lactantes). El traslado también puede ser en sentido horizontal (hacia otro potrero), para dejar recuperar el bofedal principal. Como quiera que la producción de pastos en cerro y ladera es baja y dependiente de las lluvias, aproximadamente en el mes de abril baja su tasa de crecimiento y disponibilidad; entonces, el productor traslada todo su rebaño (machos y hembras) hacia el bofedal principal. En esta área tiene su vivienda principal.

Una de las restricciones más importantes para el desarrollo de estos sistemas productivos es la escasez de recursos alimenticios durante el año. Esto es causado por sequías y heladas que cíclicamente se presentan, ocasionando en animales un desbalance energético negativo. El mejoramiento de estos recursos se puede conseguir vía producción y conservación de pastos cultivados, sembrados en “canchones” (espacios de tierra para cultivos, que son cercados con piedras de la zona). Su utilización estratégica se haría a modo de complemento o suplemento, en periodos en que los requerimientos nutritivos del ganado aumentan y la disponibilidad de alimentos baja.

La producción y conservación de pastos cultivados perennes (incorporados en bofedales) o anuales permitirían no solo el mejoramiento de la producción de carne y fibra, sino también de la cubierta vegetal, pues disminuyen la erosión e incrementan la fertilidad de los suelos de la pradera nativa. Además al disminuir la carga animal sobre los pastizales se les daría la oportunidad de recuperarse, incrementando la disponibilidad de alimentos.

Con base en lo anterior, se reportan las experiencias de producir y conservar pastos cultivados (trébol blanco, ryegrass y trigo de invierno), cuyos resultados fueron altamente promisorios y debe ser una práctica a difundir. Usando el método de Mott (1960), para la estimación de cargas óptimas, en el caso de las alpacas se lograron dos tipos de estimaciones: una para producción de carne y otra para producción de fibra; pero como el productor maximiza sus ingresos, deben ser considerados ambos tipos de productos. La literatura en el altiplano, recomienda una carga óptima de 0.4 UA, para la zona agroecológica de la Puna; sin embargo los resultados de esta experiencia, se muestra que si el productor obtuviera un buen precio por la carne y bajo precio por la fibra, su carga óptima estaría en 0.5 UA/ha al año. Por otro lado, si el precio de la fibra es superior al precio de la carne, el productor maximizaría sus ingresos con una carga de 1.0 UA/ha al año. Con cargas por encima de 1.0 UA, los animales comenzarían a perder peso. En consecuencia, su área posible de ingresos se debe mover entre estos dos rangos. En la realidad se encuentra que los productores de la Puna, en años regulares hasta buenos, tienen una carga que oscila entre 0.9 UO/ha/año y 1.0 UO/ha/año; mientras que en años de sequía, su carga está alrededor de 0.5 UO/ha/año. Esto indica que el productor maximiza el uso de sus pasturas de acuerdo con el mercado y el medio ambiente, para tener un sistema sostenible en el tiempo.

Lo anterior nos lleva a la interrogante de sí el recurso pasto es sostenible. Al no disponer de información referente a la evolución de los pastos naturales del altiplano, en términos de disponibilidad y composición botánica de un periodo de tiempo que al menos cubra 10 años, se ha tratado de estimar lo que pasaría con la disponibilidad de biomasa de pastos naturales en el altiplano, usando diferentes combinaciones de carga animal y precipitación en el tiempo. Para ello se utilizaron los modelos de simulación de alpacas (Arce, 1989 y; Arce et al 1991). Los resultados de la simulación para cincuenta años, usando series históricas de carga animal y precipitación se muestran en las Gráficos 9, 10 y 11.

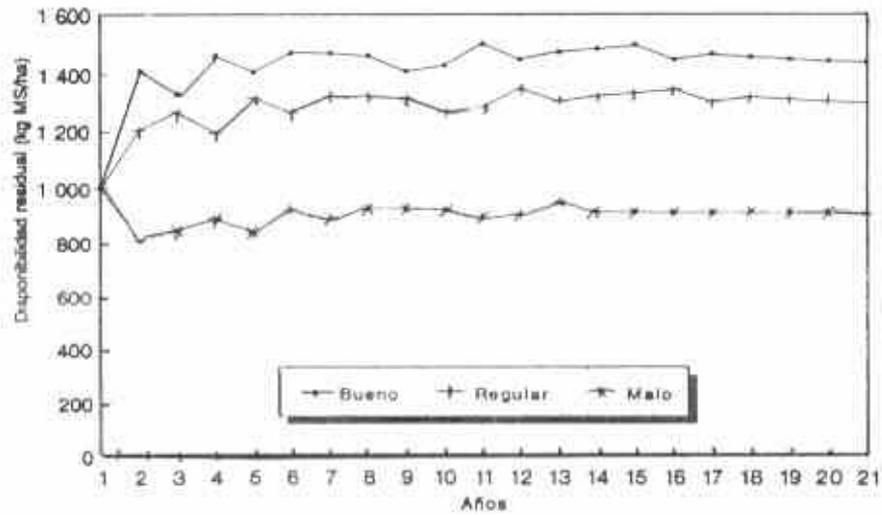


Gráfico 9. Efecto de una Carga de 0.9 UAO/ha sobre la Sostenibilidad de los Pastos Naturales en el Altiplano.

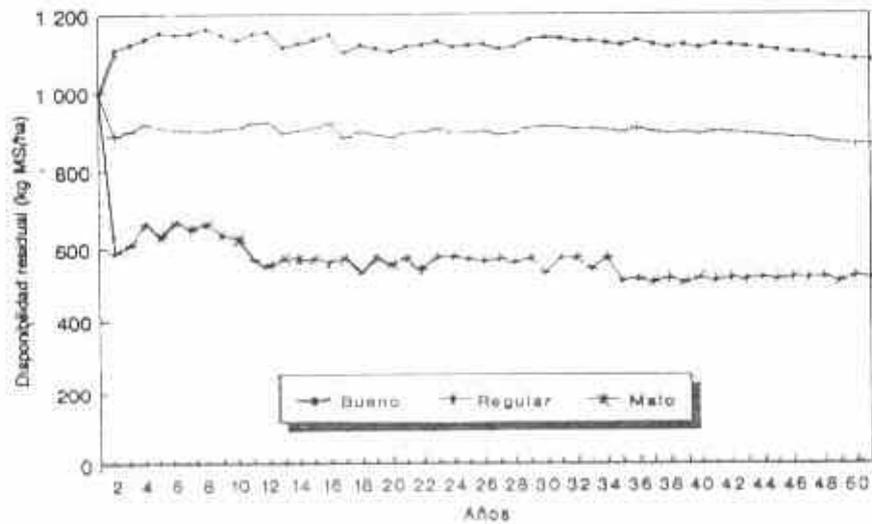
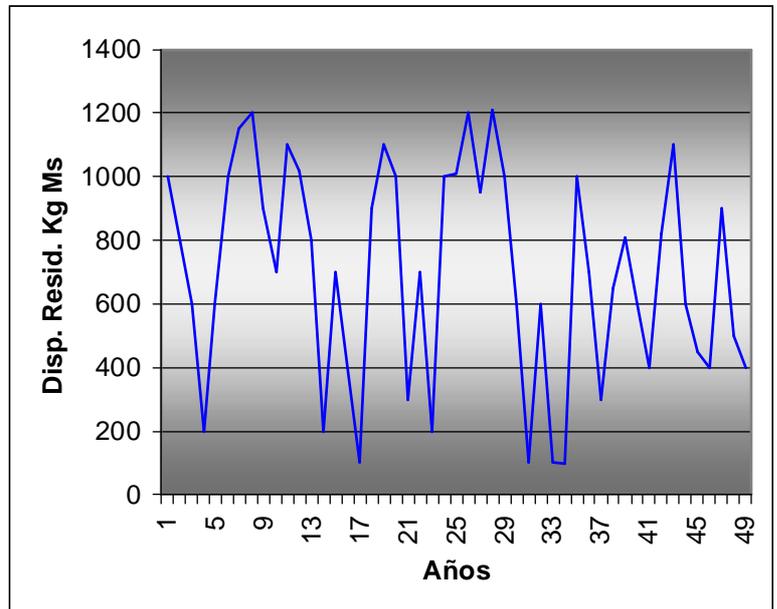


Gráfico 10. Efecto de una carga de 1.5 UAO/ha sobre la Sostenibilidad de los Pastos Naturales del Altiplano.

Gráfico 11. Efecto del Clima y la Carga Animal sobre la Sostenibilidad de los Pastos Naturales en el Altiplano.

Al mismo tiempo, con la intención de estimar lo que ocurriría en el tiempo con las cargas animales reales y la precipitación, se simuló el efecto del clima y la carga animal sobre la sostenibilidad del pasto natural en Puno (Gráfico 12). Para ello se utilizó la información sobre la serie histórica de la población pecuaria (Ccama, 1989) del departamento de Puno. Los resultados de esta simulación muestran que, en términos de disponibilidad, existe un déficit de forraje en años malos (sequías); sin embargo, el sistema parece recuperarse una vez que se presenta un año positivo, por lo que en los cincuenta años simulados la disponibilidad se mantiene.



Lo anterior lleva a interrogantes sobre si se conoce la dinámica de los pastos naturales del altiplano o, si realmente existe un proceso de degradación, donde las especies deseables están siendo reemplazadas por especies poco palatables.

6.4 Análisis de la Superficie de Respuesta.

Existen diferentes métodos y procedimientos basados en técnicas matemáticas y estadísticas que permiten analizar problemas de optimización de una variable dependiente (Y) influenciada por varias variables independientes (X_i). En aspectos agropecuarios, la respuesta Biológica ($Y =$ producción de carne o fibra), esta influenciada por otras variables como la digestibilidad de los pastizales (X_1), la tasa de crecimiento de estos (X_2), la composición florística (X_3) u otras mas; las cuales se consideran que son continuas y controladas. Esta relación esta dada por:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) + \epsilon$$

Donde, ϵ es el error al azar y el valor esperado $E(Y) = \hat{\partial}$, siendo la superficie representada por: $\hat{\partial} = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$; la cual es denominada como “superficie de respuesta”. Normalmente la forma de relación de la respuesta de las variables independientes es desconocida; por tanto, el primer paso es encontrar una aproximación adecuada a la verdadera relación funcional. Generalmente un polinomio de primer orden, planteado como una regresión lineal múltiple es adecuado. Si la respuesta es cuadrática, un polinomio de segundo orden puede ser usado. En todo caso, si la superficie de respuesta es una adecuada aproximación de la verdadera función de respuesta, el análisis de la superficie planteada será equivalente al análisis del sistema real.

La metodología de la superficie de respuesta esta relacionada con los arreglos factoriales del tipo 2^k . Si k es igual a 3 factores con dos niveles cada uno, el número total de tratamientos será ocho; los cuales pueden ser expresados en un modelo lineal de primer orden:

$$Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \varepsilon$$

En los modelos de segundo orden, los factores deben tener al menos tres niveles. De esta forma los parámetros de los modelos pueden ser estimados en relación a un diseño como el de “composición central rotatable”. Este se expresa como $2^k + 2k + 1(n)$. Donde 2^k es la parte factorial, $2k$ la parte axial y 1 el punto central repetido n veces, en función al número de factores y la variabilidad deseada (Montgomery, 1984; John y Quenoville, 1977).

Adecuando esta metodología al presente estudio se usaron las salidas del modelo de simulación de alpacas, que permiten obtener estimados de cada una de las posibles combinaciones, a un diseño de composición central rotatable para observar el efecto de la carga animal, la tasa de crecimiento y digestibilidad de las especies en condiciones de bofedal y pastizal natural para la Puna Seca y Puna Húmeda del Altiplano peruano. Estas estimaciones consideran el tiempo; es decir la productividad del hato alpaquero a través del tiempo; cuyos resultados se presentan en el Capitulo VII.

6.5 Análisis De Presupuestos Diferenciales (APD).

Este es un método que se utiliza para organizar los datos de campo con el fin de obtener los costos, beneficios y rentabilidad de tecnologías alternativas. De esta forma, el método puede ser empleado para comparar el impacto de un cambio por tecnología sobre los costos e ingresos de las economías campesinas.

La lógica formal del APD en sus diversos componentes, son los siguientes:

- Determinación del Ingreso Neto (IN). Es generado por la valorización monetaria de la producción de carne y fibra; cuando del Ingreso Total (IT), se descuentan los Costos totales (CT):

$$IN = IT - CT \quad (1)$$

Ingreso Total (IT). Corresponde al valor de la carne y fibra producida en el hato

Costo Total (CT). Incluye los costos de todos los insumos para la producción. Este costo puede separarse en dos grandes rubros: Costo Fijo (CF) y Costo Variable (CV).

$$CT = CF + CV \quad (2)$$

Costo Fijo (CF). Cuando se comparan tecnologías alternativas, los CF son aquellos que no varían entre una y otra tecnología.

Costo Variable (CV). Son aquellos costos que si cambian entre una tecnología y la otra u otras.

De esta manera, combinando las formulas (1) y (2), es posible obtener la siguiente expresión:

$$IN = IT - (CF + CV) \quad (3)$$

- Cambio en el Ingreso Neto (ΔIN). El productor, cuando decide adoptar o no una nueva tecnología, quiere saber si esa adopción (cambio) aumentará sus ingresos netos; y por otro lado, se necesita percibir si este cambio tiene correspondencia con un manejo racional y sostenible de los recursos. De esta manera, el Incremento en el Ingreso Neto (ΔIN), será la diferencia entre el cambio en el Ingreso Total (ΔIT) y el cambio en los Costos Fijos (ΔCF), más el cambio en los Costos Variables (ΔCV):

$$\Delta IN = \Delta IT - (\Delta CF + \Delta CV) \quad (4).$$

En el APD, se aplican tres reglas prácticas:

- Si el Ingreso Neto (IN), de una tecnología frente a otra, permanece igual o disminuye; esta tecnología debe ser rechazada porque no es más rentable que la segunda o el comparador.
- Si el Ingreso Neto se incrementa y los Costos Totales permanecen constantes o disminuyen en una tecnología frente a otras, esta debería ser adoptada; al ser más rentable que la tecnología comparada. Lo cual implica el **análisis de dominancia**;

donde se definen alternativas dominadas y, por tanto desechadas ante otras alternativas.

- Efectuado el Análisis de Dominancia, es necesario realizar un *análisis marginal*, mediante el cual se calcula las **Tasas de Retorno Marginal** (TRM); paso a paso, empezando con el tratamiento de menor costo, avanzando hasta el de mayor costo, y decidir si resultan aceptables o no para el productor, usando el criterio que a mayor incremento del Ingreso Neto (Δ IN) y menores Costos Totales, mayor la Tasa de Retorno Marginal.

El proceso descrito, fue aplicado a lo encontrado en el análisis de superficie de respuesta (Capítulo VII) para sistemas alpaqueros de Puna Seca y Puna Húmeda, cuyo resultado se presenta en el Capítulo VIII.

VII. SOPORTABILIDAD DE LOS BOFEDALES EN EL ALTIPLANO

En el Altiplano existen dos tipos de pasturas, las praderas naturales y los bofedales. Ambos se encuentran en zonas de Puna Seca y Puna Húmeda (Capítulo I). Los bofedales constituyen la base de la alimentación de las Alpacas y, su calidad y valor nutricional depende de la disponibilidad de materia seca, el consumo voluntario, la composición química y la digestibilidad. La producción de biomasa, en un bofedal, esta en función de la variación climática, principalmente precipitación, la cual afecta el crecimiento y la digestibilidad.

Sin embargo, la producción de fibra y carne también está relacionada a la carga animal. Así, con igual disponibilidad de materia seca, a cargas bajas se obtiene mayor producción por unidad animal, la cual disminuye a cargas altas. En forma viceversa, la producción por unidad de área es menor a cargas bajas aumentando a medida que se tiene cargas altas, hasta un punto que disminuye. Por lo tanto es indispensable encontrar el punto óptimo de carga animal a fin de obtener una producción estable evitando sobre pastoreos que son los que tienden a degradar las pasturas.

El análisis o estudio de la multiplicidad de combinaciones de los factores implica una imposibilidad de ejecución física, económica y de tiempo para ser realizada. Como consecuencia, los modelos de simulación permiten obtener estimados que son comparados con observaciones reales a fin de definir su validez (Capítulo VI).

El presente capítulo describe el análisis realizado con base al modelo “Alpaca” (Arce,B. 1989, y Arce,B. et al. 1996), cuya estructura se muestra en la Figura 16, para determinar la capacidad de carga en los sistemas alpaqueros en la puna seca y húmeda considerando cobertura de especies nativas y mezcla de nativas con pasturas mejoradas.

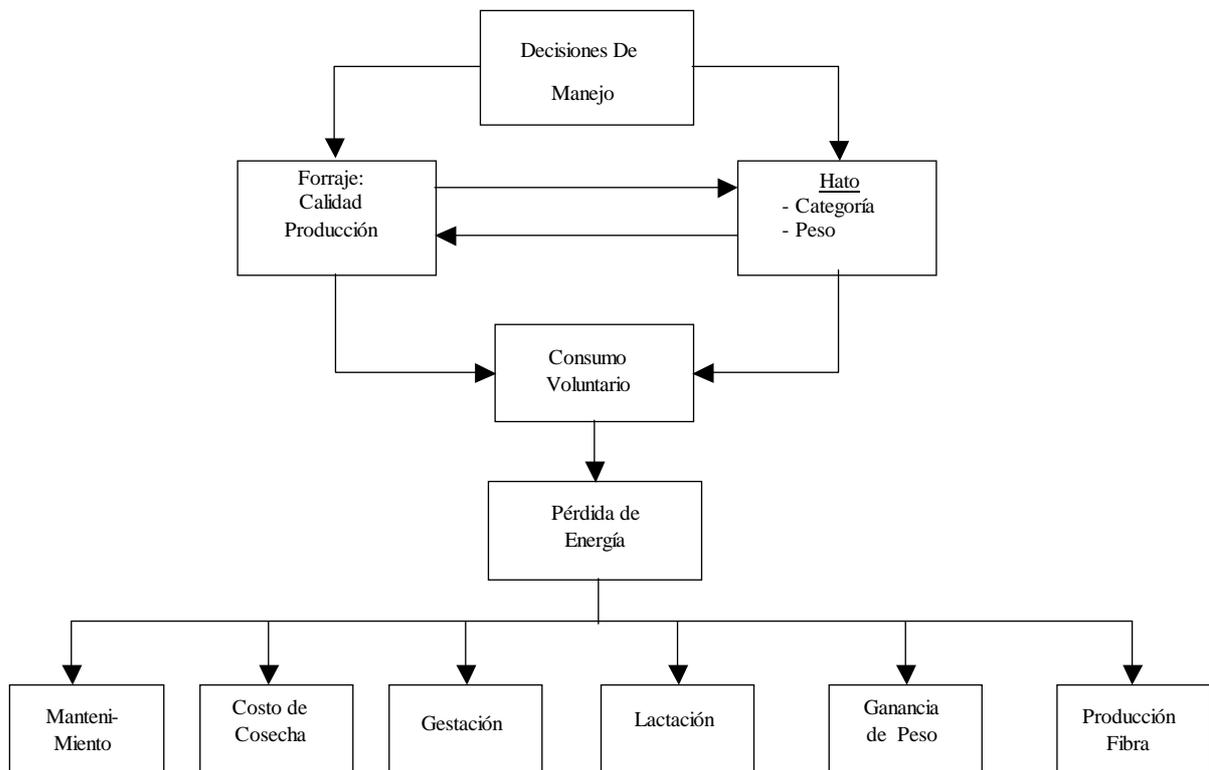


Figura 16. Estructura General del Modelo de Alpacas

7.1 Descripción del Sistema Alpaquero

Los sistemas de producción alpaquera se localizan en el altiplano peruano, en el rango de 3900 a 4500 m.s.n.m. En general se considera que utilizan áreas forrajeras de baja calidad, en un ambiente donde se presentan temperaturas bajas (-16°C) así como fuertes heladas durante el año.

Los animales pastorean en dos tipos de pastizales: en seco y en áreas naturalmente irrigadas de alta calidad y productividad denominados **bofedales**. En promedio, las familias tienen acceso a 80 hectáreas de pastizales; 70 de las cuales son de seco y 10 están en bofedales (PISA, 1995). Las especies forrajeras predominantes en las áreas de seco son del género *Festuca*, *Stipas*, *Baccharis* y *Mulhembergias*. En los bofedales, los géneros predominantes son *Distichia*, *Eleocharis*, *Hipochoeris* y *Alchemillas* (Capítulos I y II). El valor nutritivo del forraje consumido por las alpacas durante la época seca incluye valores de proteína cruda menor a 7% y materia orgánica digestible entre 45 y 55%. La calidad forrajera se mejora durante la estación de lluvias. En el bofedal, la calidad es relativamente mayor; la proteína es superior al 8% y la digestibilidad es mayor del 55% (Alvarez y Quiróz, 1990).

Considerando la producción y calidad forrajera, la productividad alpaquera es baja. Por lo tanto una presión de pastoreo alta tiende a incrementar el sobre pastoreo con consecuencias en la productividad del sistema alpaquero. Esta restricción puede ser evaluada independientemente por medio de experimentación; sin embargo existe una multiplicidad

de combinaciones de forrajes, cargas animales y tasas de crecimiento forrajero a través del año. El implementar cada uno de los posibles escenarios representa una dificultad de costo y tiempo. Por lo tanto, el uso de modelos bio-matemáticos como una simplificación de la realidad alpaquera significan una ayuda en el análisis de estos sistemas.

El modelo ALPACA integra y simplifica el manejo de las pasturas en relación a la época húmeda donde el hato alpaquero pastorea en las pendientes y las cimas de los cerros. En época seca pastorean con predominancia las áreas de bofedales. En general los sistemas no utilizan suplementos alimenticios y el mejoramiento de las pasturas o el uso de practicas veterinarias es limitado.

En general las praderas naturales de puna seca y húmeda difieren en relación a calidad forrajera, lo que determina distintas capacidades de carga. Reportes analizados en capítulos previos indican que las cargas animales expresadas en cabezas de alpacas por hectárea varían para puna seca entre 0.33 y 0.54 con un promedio 0.48. En condiciones de puna húmeda las capacidades de carga varían en el rango de 0.35 a 1.6 con un promedio de 0.97. Sin embargo, estos valores deben ser considerados como referenciales ya que provienen de explotaciones clasificando el uso del pastizal como malo, regular y bueno. Información más detallada en relación a extensión y disponibilidad de materia seca indica capacidades de carga en el rango de 0.35 a 1.1 cab/ha (INGECON, 1995; CEDAFOR, 1995). Por lo tanto, los rangos descritos fueron considerados para estructurar el análisis de combinación de las tasas de crecimiento forrajero y digestibilidad forrajera, con carga animal (Cuadro 21).

En forma similar, se debe considerar que el vellón de alpaca tiene características en relación al peso, longitud de mecha y diámetro de fibra. Estas características están correlacionadas y deben ser consideradas en un programa de mejoramiento en forma conjunta. En el caso del modelo, solo se considero el peso de vellón como fibra producida en función de la nutrición (nutrimentos disponibles desde la pastura o bofedal en relación al consumo de materia seca en función del peso vivo). La edad del animal hembra para saca se considero 6 años, aunque en las explotaciones de comunidades se dejan animales de mayor edad, debido al valor que representa y la baja tasa de natalidad y alta mortalidad existentes en los hatos. El Gráfico 12 describe las relaciones de las características de la fibra en función de la edad. Se observa que existe una disminución de la longitud de fibra debido a la esquila anual. El peso de vellón tiende a tener un valor asintótico y el diámetro de fibra aumenta.

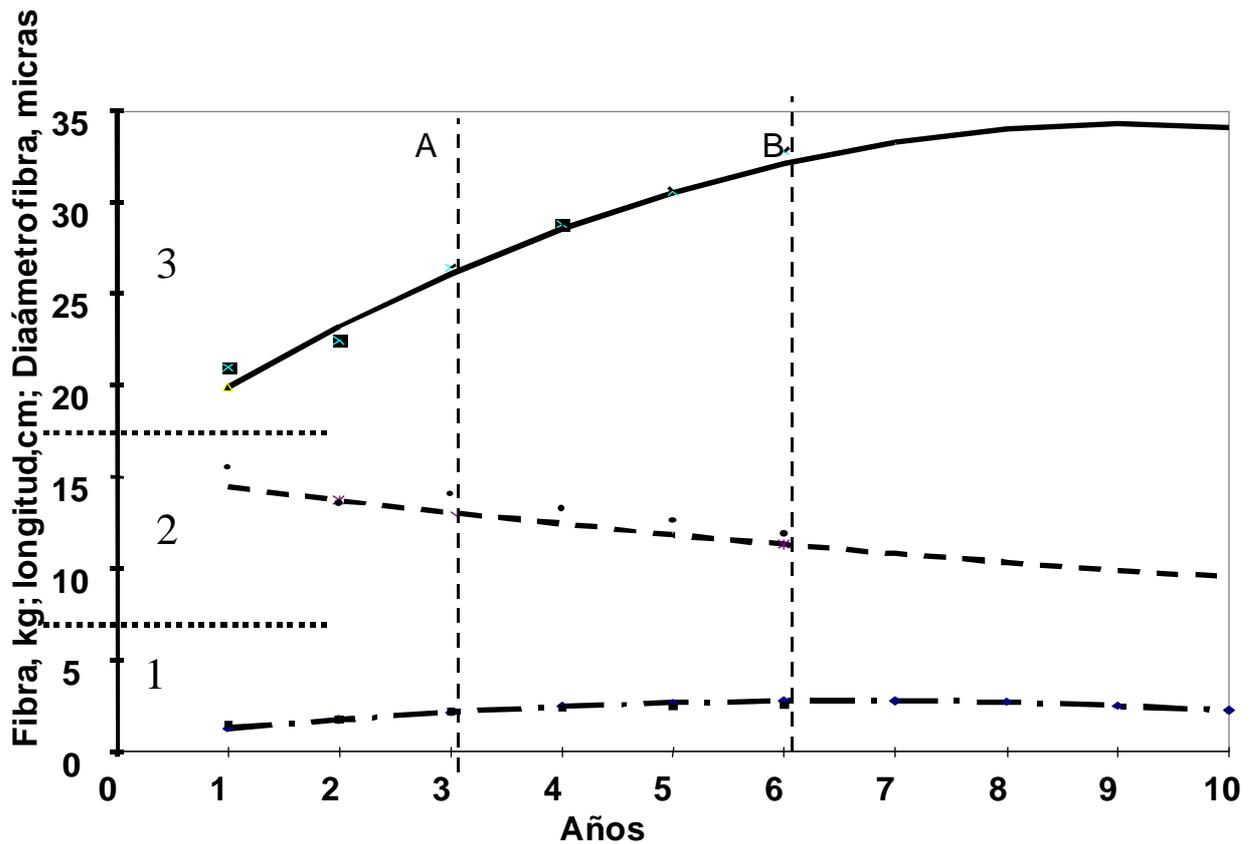


Gráfico 12. Características del Vellón de Alpaca en Función de la Edad.

En la Gráfico 12, se puede observar que la zona descrita entre 1 a 2 años es recomendable para la esquila de machos y hembras. La zona entre 3 y 6 es solo para hembras, especialmente dentro de un programa de mejoramiento, y la tercera zona se considera de descarte.

7.2 Planteamiento del Análisis

El análisis de la soportabilidad de los bofedales en relación a los sistemas de producción alpaquera se basó en un diseño de composición rotatable central (Capítulo VI), en el cual se incluye como factores la carga animal, la tasa de crecimiento y la digestibilidad (León-Velarde y Quiroz, 1994). El modelo “Alpaca” incluye subrutinas de consumo, reproducción, manejo del hato (porcentaje de mortalidad, natalidad), ventas, balance de hato y producción de fibra y carne, a fin de representar el comportamiento de los animales en un hato alpaquero.

El modelo permitió generar diferentes combinaciones dados los factores de carga animal (X_1) tasa de crecimiento (X_2) y digestibilidad (X_3) de dos tipos de pastizal, bofedal y pradera sobre la productividad bio-económica (Y), ingreso por fibra y carne de un típico rebaño alpaquero.

Cada factor incluyó cinco niveles dentro del diseño de composición central rotatable ($2^3 + 2 \cdot 3 + 6$). El punto central fue repetido seis veces. (Cuadro 21).

Los recursos de área, número de potreros, estructura del hato, empadre, destete y esquila fueron constantes. Las variables de respuesta fueron la producción de fibra y carne con las

cuales se cálculo el valor de la producción. El tiempo de simulación fue de diez años con las siguientes condiciones:

- Tipo de pastura: Bofedal y Pradera altoaltina en condiciones de Puna Seca y Húmeda
- Superficie: 80 ha divididas en 70 ha de secano y 10 de Bofedal. Esta distribución de uso del pastizal corresponde a una finca típica alpaquera. La menor proporción de Bofedal se debe a que existen áreas reducidas en el departamento (Capítulo II); sin embargo, ellas poseen mayor capacidad de rebrote y producción de biomasa; por lo tanto su uso es más continuo durante el año especialmente por alpacas. Estas, por su hábito alimentario, y disposición plantar, pueden pastorear casi permanentemente en el bofedal; lo que no ocurre con los ovinos y bovinos. Por lo tanto el manejo de bofedales se centra a su uso por un sistema alpaquero.
- Tipo de pastizal: Pradera (3 meses; Enero, Febrero y Marzo); Bofedal (9 meses; Abril a Diciembre).
- Disponibilidad inicial: Pradera puna seca (1000 Kg. ms/ha); Bofedal (1500 kg ms/ha). Pradera puna húmeda (1200 Kg. ms/ha); Bofedal (1700 Kg. ms/ha).
- Disponibilidad residual: Pradera puna seca (500 Kg. ms/ha); Bofedal (700 Kg. ms/ha); Pradera puna húmeda (600 Kg. ms/ha); Bofedal (800 kg ms/ha).
- Manejo: Las operaciones de manejo fueron: empadre en Enero; destete en en Setiembre; Esquila en Agosto y las ventas en Diciembre.

Cuadro 21. Factores y Niveles Considerados para Establecer las Combinaciones Analizadas en el Diseño de Composición Central Rotable.

Factor	Código	-1.682	-1	0	1	1.682
CA Carga animal	X ₁	.56	.70	.90	1.10	1.24
TC Tasa de crecimiento* Kg. ms ha/día	X ₂ P	0.57	1.25	2.25	3.25	3.93
	B	8.12	8.80	9.80	10.80	11.40
	Ponderado	5.59	6.91	7.91	8.91	9.59
DI Digestibilidad %	X ₃ P	53.64	55.00	57.00	59.00	60.36
	B	63.36	66.00	68.00	70.00	71.36
	Ponderado	60.93	63.25	65.25	67.25	68.61

* Valores corresponden a pradera (P) y Bofedal (B), respectivamente.

* Valores en negrita corresponden al ponderado de tasa de crecimiento y digestibilidad considerando el uso del pastizal.

Las combinaciones obtenidas se describen en el Cuadro 22. Es de mencionar que cada combinación, para mantener su carga animal, vario en el número de animales pero cada sistema estuvo basado en una estructura de hato de 71% hembras, 3% reproductores, 13% machos capones y 13% entre tuis y crías. En los resultados de la simulación de los sistemas, definidos en cada tratamiento, fue posible observar que algunos sistemas son insostenibles por la alta carga animal y baja tasa de crecimiento. Estos tienden a desaparecer entre cinco y siete años. El análisis de modelación realizado los permite visualizarlos a un bajo costo y tiempo.

El Cuadro 23 presenta la producción biológica de fibra y carne para cada sistema analizado. El valor de producción fue calculado considerando que existe una diferencia de precio entre fibra blanca (8.15\$/kg) y color (5.76\$/kg). Los volúmenes de producción son de 92% y 8% para blanco y color. El precio actualizado de la carne fue considerado en 1.18 \$/kg.

Dada la importancia y volúmenes de la fibra blanca, los estudios económicos se han basado en la producción biológica de fibra y carne descritos en este Capítulo y dentro de los rangos de capacidad de carga óptima. De esta manera en los análisis económicos (Capítulo VIII), se ha considerado el precio promedio de fibra y carne de los años 1995-2000 para fibra total 8.5 ± 0.24 \$/Kg. y carne 1.10 ± 0.02 \$/Kg considerando este en relación al precio recibido por el productor a nivel de finca.

El Cuadro 24 presenta las ecuaciones obtenidas del análisis del diseño de composición rotatable central, para generar las superficies de respuesta de fibra, carne y valor de la producción de los sistemas alpaqueros con diferentes combinaciones de carga animal, tasa de crecimiento y digestibilidad de pasturas. Los valores óptimos de producción de fibra, carne y valor de la producción en relación a capacidades de carga, tasas de crecimiento y digestibilidades se presentan en el Cuadro 22. En el Cuadro 25 se presenta los valores óptimos considerando la fibra como primera prioridad de producción. Las Figuras 19 a la 22 describen la producción de fibra y carne en condiciones de puna seca y húmeda para pastizales nativos y nativos mejorados. La información de producción de fibra y carne así como la del valor de la producción por hectárea año considerando producción de fibra y carne. Las Figuras 19 y 20 describen la estimación del valor de la producción en finca.

Cuadro 22. Número de tratamientos y códigos de las combinaciones de carga animal, tasa de crecimiento y digestibilidad de pasturas alto andinas utilizadas en el análisis de un sistema de producción de alpacas en condiciones de puna seca y húmeda en el Altiplano.

Sistema	Código			Carga animal Cab/ha	Tasa crecimiento Kg. ms ha/día	Digestibilidad %
1	-1	-1	-1	0.7	6.91	63.25
2	-1	-1	1	0.7	6.91	67.25
3	-1	1	-1	0.7	8.91	63.25
4	-1	1	1	0.7	8.91	67.25
5	1	-1	-1	1.1	6.91	63.25
6	1	-1	1	1.1	6.91	67.25
7	1	1	-1	1.1	8.91	63.25
8	1	1	1	1.1	8.91	67.25
9	-1.682	0	0	0.56	7.91	65.25
10	1.682	0	0	1.24	7.91	65.25
11	0	-1.682	0	0.9	7.59	65.25
12	0	1.682	0	0.9	9.59	65.25
13	0	0	-1.682	0.9	7.91	60.61
14	0	0	1.682	0.9	7.91	68.61
15*	0	0	0	0.9	7.91	65.25

*Corresponde al punto central (se repite seis veces)

7.3 Producción bio – Económica de los Sistemas Alpaqueros.

Los sistemas de producción alpaquera analizados corresponden a los descritos en el Cuadro 21 y expresan promedios de 10 años de análisis continuo, a excepción del sistema 15, el cual es el promedio de seis repeticiones de 10 años cada una. Lo cual permitió obtener la variabilidad necesaria para definir las ecuaciones que describan las superficies de respuesta que expliquen el comportamiento del sistema alpaquero utilizando pastizales nativos y mejorados en los que se incluye principalmente los bofedales. La información se presenta en el Cuadro 24.

Los sistemas analizados (15 combinaciones según Cuadro 22) varían en su respuesta biológica en función de la disponibilidad de materia seca, la tasa de crecimiento y digestibilidad de las pasturas bajo una determinada carga animal. Existen sistemas que son insostenibles; estos desaparecen al llegar a ingresos negativos debido a capacidades de carga alta con bajas tasas de crecimiento del pastizal lo que origina una disminución drástica de la producción de fibra y carne originando ingresos negativos. En forma general los rangos de capacidades de carga fluctúan entre 0.5 y 0.8 cab/ha año.

Cuadro 23. Promedio y error estándar de la producción de fibra, carne en carcasa y valor de la producción de los sistemas analizados considerando diferentes condiciones de carga animal, tasa de crecimiento y digestibilidad de pastizales en puna seca y húmeda alto andina.

Sistema	Puna seca			Puna Húmeda		
	Fibra	Carne	Valor Producción**	Fibra	Carne	Valor Producción**
1	1.91 ± 0.50	33.5 ± 10.16	29.79 ± 7.18	2.26 ± 0.59	39.59 ± 11.99	35.15 ± 8.47
2	1.99 ± 0.51	4.32 ± 1.10	16.91 ± 7.47	2.35 ± 0.60	5.10 ± 1.30	19.96 ± 8.81
3	1.94 ± 0.51	31.47 ± 8.49	29.02 ± 1.12	2.28 ± 0.60	37.13 ± 10.02	34.24 ± 1.32
4	2.03 ± 0.40	33.03 ± 8.79	30.45 ± 0.66	2.40 ± 0.47	38.97 ± 10.38	35.93 ± 0.78
5	0.75 ± 0.22	6.60 ± 2.22	8.65 ± 1.71	0.88 ± 0.26	7.79 ± 2.62	10.20 ± 2.02
6	0.78 ± 0.23	7.16 ± 2.41	9.12 ± 1.83	0.92 ± 0.27	8.45 ± 2.84	10.76 ± 2.16
7	0.53 ± 0.16	4.99 ± 2.16	6.24 ± 1.56	0.62 ± 0.19	5.89 ± 2.55	7.36 ± 1.84
8	0.62 ± 0.19	5.27 ± 2.30	7.08 ± 1.69	0.73 ± 0.22	6.21 ± 2.71	8.36 ± 1.99
9	2.89 ± 0.82	60.80 ± 19.37	49.71 ± 13.36	3.41 ± 0.96	71.75 ± 22.85	58.66 ± 15.76
10	0.75 ± 0.22	6.71 ± 2.25	8.70 ± 1.73	0.88 ± 0.26	7.92 ± 2.66	10.26 ± 2.04
11	1.36 ± 0.36	19.87 ± 5.49	19.31 ± 4.06	1.60 ± 0.42	23.44 ± 6.47	22.79 ± 4.79
12	3.09 ± 0.80	42.84 ± 12.35	42.94 ± 9.13	3.65 ± 0.94	50.55 ± 14.57	50.67 ± 10.77
13	2.18 ± 0.43	38.28 ± 9.08	34.00 ± 18.85	2.57 ± 0.51	45.17 ± 10.72	40.12 ± 22.24
14	2.39 ± 0.47	41.35 ± 9.82	36.95 ± 6.89	2.82 ± 0.56	48.80 ± 11.59	43.60 ± 8.13
15*	2.06 ± 0.10	36.20 ± 0.81	32.14 ± 0.55	2.43 ± 0.12	42.71 ± 0.95	37.92 ± 0.65

*Corresponde al punto central (Promedio de seis repeticiones)

** El valor de producción fue calculado con base en el precio de fibra blanca (8.15\$/kg) y color (5.76\$/kg). El precio de la carne fue de 1.18 \$/kg

Cuadro 24. Ecuaciones obtenidas del análisis de los sistemas de producción alpaquera para generar las superficies de respuesta de producción de fibra y carne en carcasa con diferentes combinaciones de carga animal, tasa de crecimiento y digestibilidad de pastizales (pradera y bofedal).

Variable	Puna Seca		Puna Húmeda	
	Fibra	Carne	Fibra	Carne
• Intercepto	2.0875	36.6840	2.4633	49.0208
• Carga; CA	-0.6450	-14.7280	-0.7805	-17.9682
• T. Crecimiento; TC	0.1913	2.1900	0.2295	2.5842
• Digestibilidad ; DI	0.0475	0.7430	0.0561	0.8767
• CA * CA	-0.2538	-4.0540	-0.3020	-4.8243
• CA * TC	-0.0550	0.2125	-0.0666	0.2571
• TC * TC	-0.1100	-4.9010	-0.1320	-5.8812
• DI*CA	-0.0063	-0.4163	-0.0074	-0.4954
• DI*TC	0.0100	-0.1650	0.0118	-0.1947
• DI*DI	-0.0900	-1.9113	-0.1089	-2.3127
R ²	0.68	0.76	0.71	0.73

Las ecuaciones para estimar la producción biológica de carne y fibra (Cuadro 24), se consideran como base para realizar cualquier análisis económico en relación a diferentes capacidades de carga, tasas de crecimiento y digestibilidades de la pradera. Esto puede generar infinito número de sistemas, algunos imposibles de encontrar en la práctica y, otros imposibles de ser analizados con seguimiento dinámico. En caso de hacerlo se podrá realizar en dos o tres sistemas durante varios años con el consiguiente gasto económico y tiempo de espera sin que se encuentre los rangos de soportabilidad; lo cual es el objetivo del presente estudio.

En este capítulo, se analiza los rangos de fibra y carne así como del valor de producción. En el capítulo VIII se presenta el análisis económico, tomando como base la producción biológica de fibra y carne y considerando el rango de capacidad óptimas encontradas y reportadas en este capítulo.

Cuadro 25. Valores óptimos de producción de fibra, carne e ingreso por tipo de pastizal en condiciones de puna seca y húmeda nativa y mejorada enfatizando la producción de fibra, carne y valor de la producción en mercado.

Variable	Puna Seca				Puna Seca Mejorada			
	Fibra	Carne	Valor Producción	Media	Fibra	Carne	Valor Producción	Media
C. C	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	1.3	0.60	0.83
T.C	6.91	7.91	8.41	7.74	9.41	7.91	8.41	8.57
DI	62.25	62.25	62.25	62.25	67.25	67.25	67.25	67.25
Valor máximo	2.35	43.30	69.19		2.63	49.59	77.93	
Variable	Puna Húmeda				Puna Húmeda Mejorada			
	Fibra	Carne	Valor Producción	Media	Fibra	Carne	Valor Producción	Media
C. C	0.60	0.50	0.60	0.57	0.60	0.50	1.20	0.77
T.C	8.91	7.91	8.41	8.41	9.41	7.91	8.41	8.57
DI	63.25	63.25	63.25	63.25	68.25	68.25	68.25	68.25
Valor máximo	3.22	61.48	97.06		3.29	63.26	98.58	

De lo observado en el Cuadro 25, puede mencionar que valores óptimos en producción de fibra y carne, para la Puna Seca nativa se dan cuando la capacidad de carga se encuentra en 0.6 cab/ha y, a tasas de crecimiento de 6.91 y 7.91 respectivamente. Estos valores varían si se trabaja en Puna Seca Mejorada (con incorporación de trébol en el bofedal) y en Puna Húmeda Nativa o Mejorada.

En el Cuadro 25 se presenta la producción de fibra y carne posible de obtener en puna seca y húmeda con una **carga específica**. Las producciones de fibra y carne son menores en puna seca que en puna húmeda, aspecto que se refleja en el valor de producción obtenido. La diferencia es de 28.7 % entre zonas (Figuras 17 y 18). Dentro de zona la diferencia entre pastizal nativo y mejorado (introducción de leguminosas ; caso del trébol blanco) en puna seca se expresa en un 11.2%, mientras que en puna húmeda es del orden del 1.54% debido a que la zona húmeda presenta especies de mayor palatabilidad con un régimen hídrico mayor, lo que permite obtener un rebrote de mejor calidad nutricional; por lo tanto una introducción de especies leguminosas no altera mayormente la producción biológica.

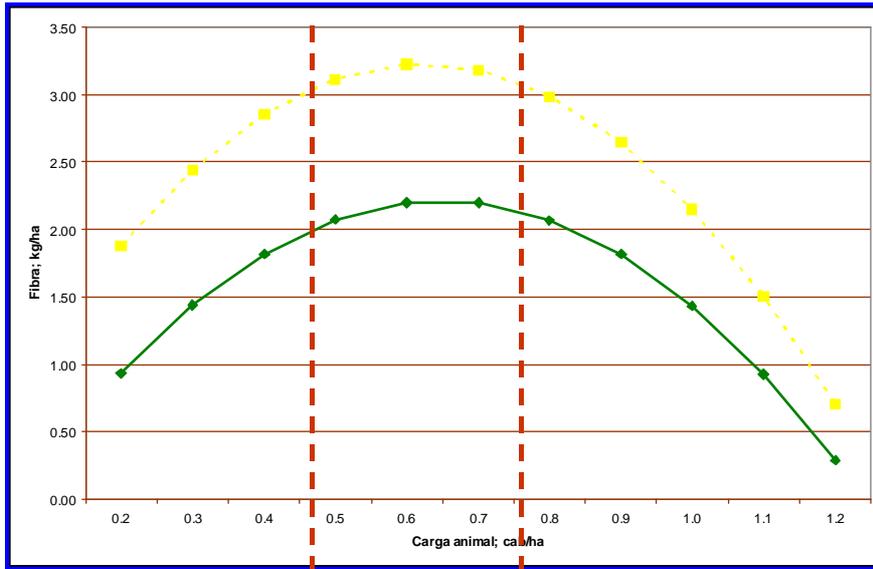


Gráfico 13. Producción de Fibra en Pastizales de Puna Seca y Puna Húmeda Bajo Condiciones de Pastos Nativos.

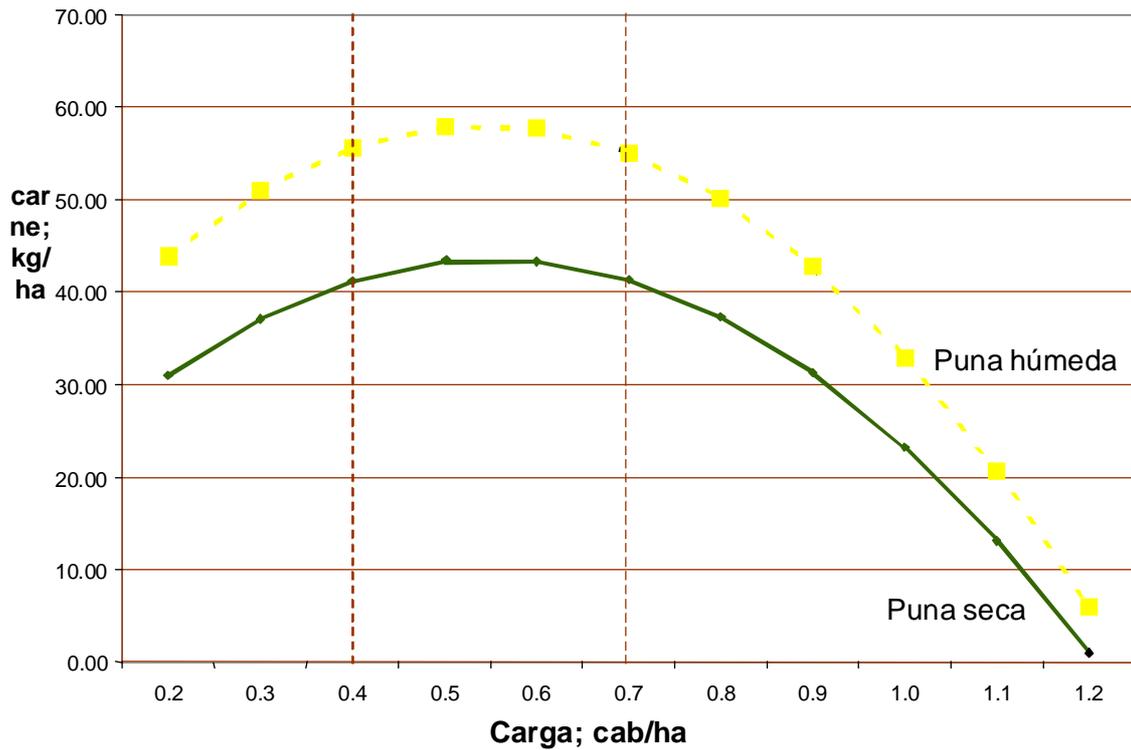


Gráfico 14. Producción de Carne en Puna Seca y Húmeda Bajo Condiciones de Pastizal Nativo.

Cuadro 26. Valores óptimos para producción de fibra y carne considerando la fibra como prioridad en las zonas de Puna seca y húmeda.

Factor	Puna Seca		Puna Húmeda	
	Nativa	Mejorada	Nativa	Mejorada
Carga animal, cabl/ha	0.6	0.6	0.6	0.6
Tasa de crecimiento, kg ms ha/día	6.91	9.41	8.91	9.41
Digestibilidad, %	62.25	67.25	63.25	68.25
Prod. Fibra, kg/ha	2.35	2.63	3.22	3.29
Prod. Carne, kg/ha	40.52	40.64	57.70	51.97
Valor de producción, \$/ha	66.48	68.88	93.74	87.53

El Cuadro 26 describe la producción de fibra y carne en puna seca y húmeda a niveles de carga promedio de 0.6 cab/ha como soportabilidad de pastizales de puna seca y húmeda dando prioridad a la producción de fibra. Se observa que la digestibilidad y la tasa de crecimiento del forraje es la que marca la diferencia en las zonas. En ambos casos, con la introducción de leguminosas se obtiene un incremento de la digestibilidad en un 5%. La producción de fibra incrementa en ambos casos.

Sin embargo, dado que la prioridad de producción es la fibra, la producción de carne se mantiene al nivel mínimo afectando el ingreso; de forma que en pasturas nativas o mejoradas es similar, en especial en la puna seca. En la puna húmeda el ingreso disminuye drásticamente cuando la actividad de producción de carne es secundaria. Por lo tanto, si la actividad primaria fuera solo fibra, la introducción de especies complementarias podría reeditar en puna seca no así en la húmeda. En todo caso ambos tipos de producción son complementarias y no debe ser de una sola actividad si se desea obtener un ingreso óptimo (Figuras 17 y 18).

La Figura 17 y 18 muestran la potencialidad de producción de fibra y carne en la puna seca y húmeda con pastizal nativo y mejorado. Se observa que la producción de fibra y carne disminuye a cargas mayores de 0.8 cab/ha/año. El incremento de fibra es significativo en la puna seca no así en la puna húmeda. En relación a carne se observa que el potencial es similar a lo producido con pasto nativo.

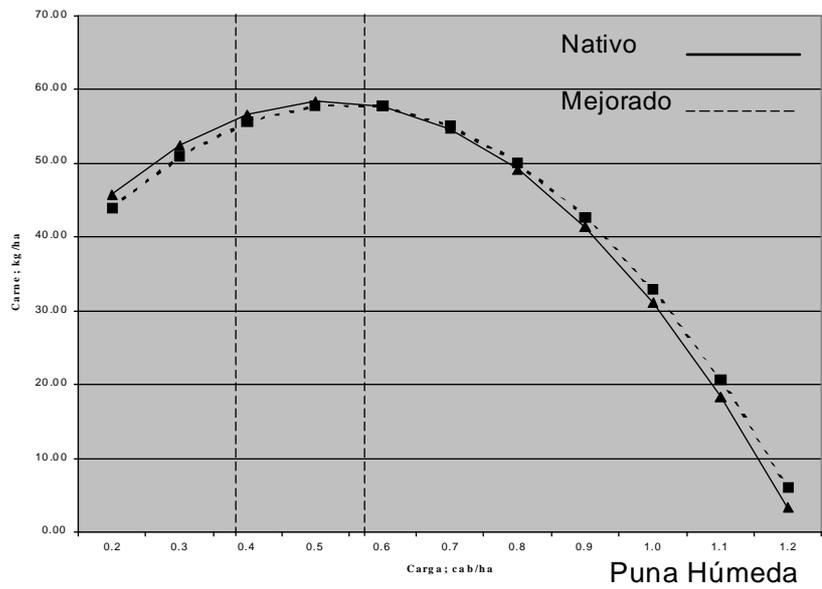
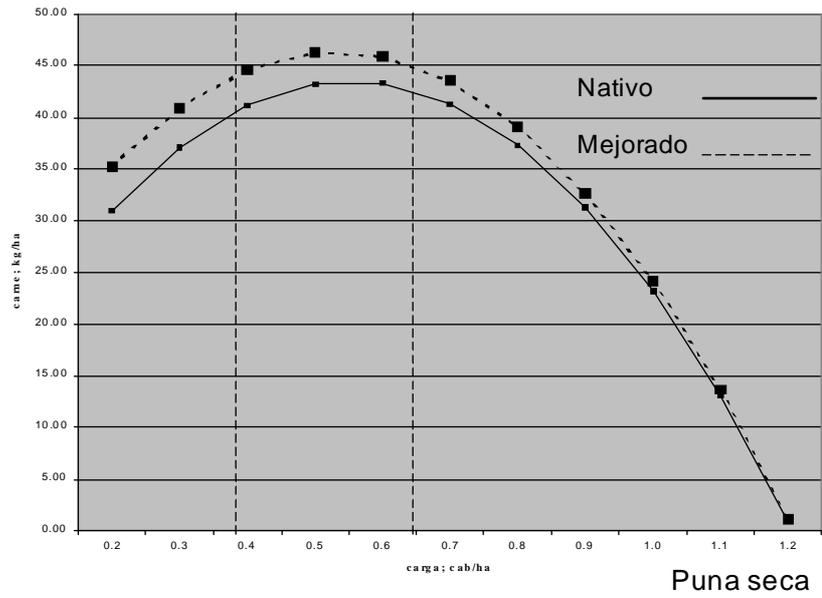
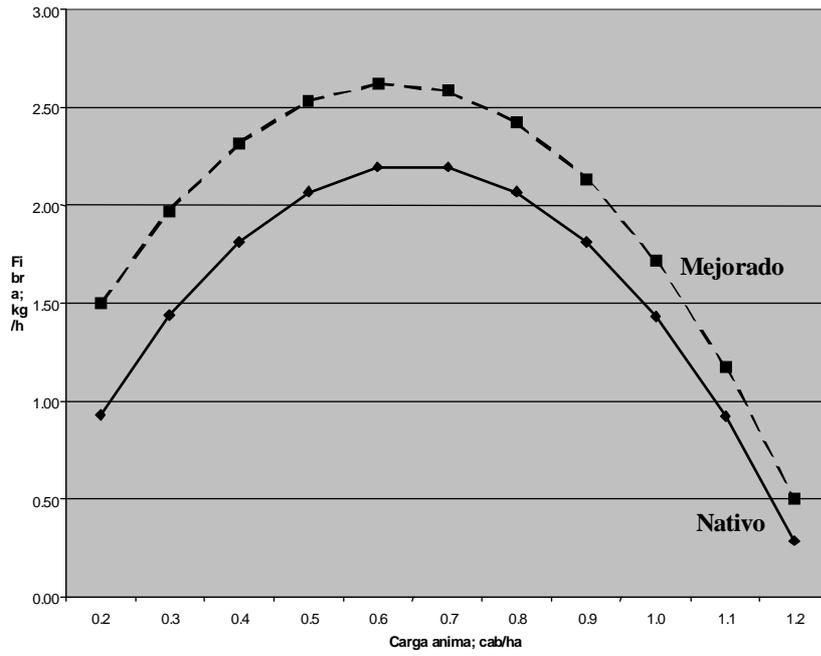
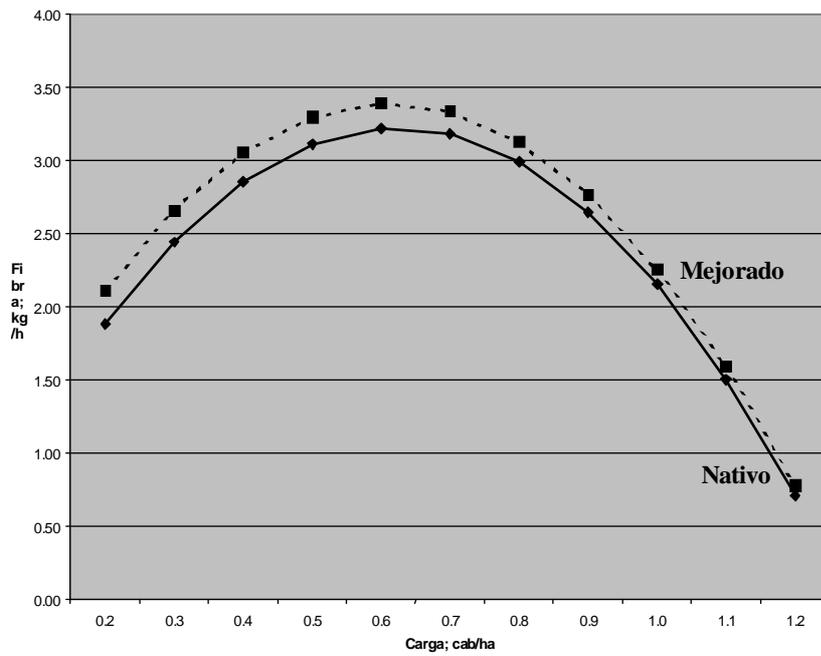


Figura 17. Producción de Carne en A) Puna seca y B) húmeda bajo condiciones de pastizal nativo y mejorado



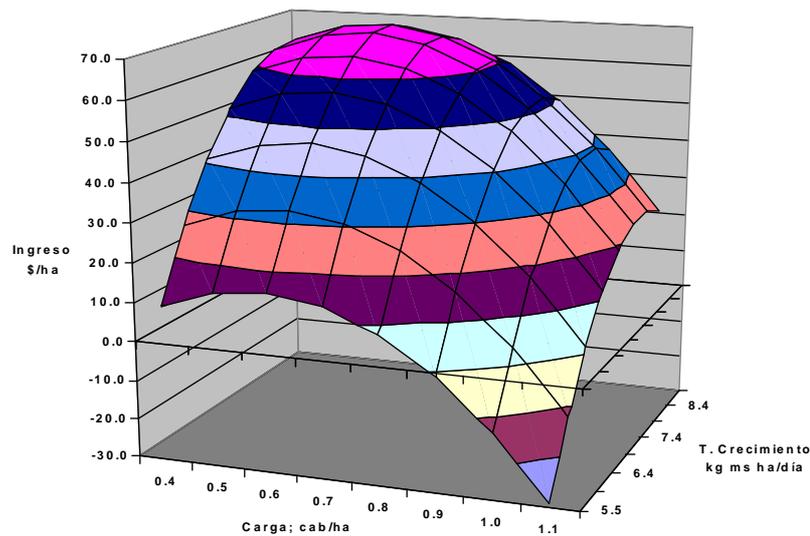
A) Puna seca



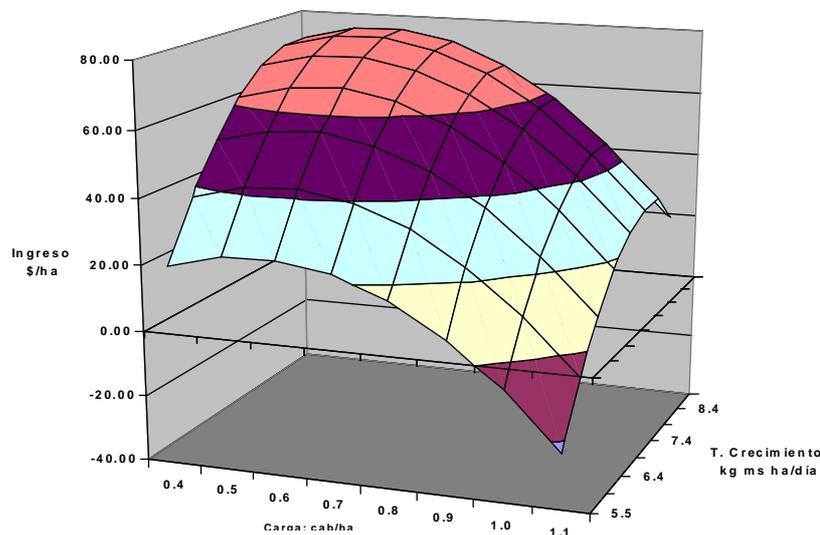
B) Puna húmeda

Figura 18. Producción de fibra en A) Puna seca y B) húmeda bajo condiciones de pastizal nativo y mejorado

En ambos casos el rango de soportabilidad se encuentra entre los 0.40 y 0.7 cab/ha año valores similares a los que se reportan en la literatura y la que disponen actualmente los sistemas de producción alpaquera en ambas zonas. Una soportabilidad de carga mayor tendería a la desaparición de especies deseables y una baja en la productividad. La posibilidad de mayor carga requiere de pastos complementarios, caso del trigo de invierno, o heno. Sin embargo esta alternativa tecnológica esta en relación al precio de la fibra principalmente la cual depende del mercado internacional.

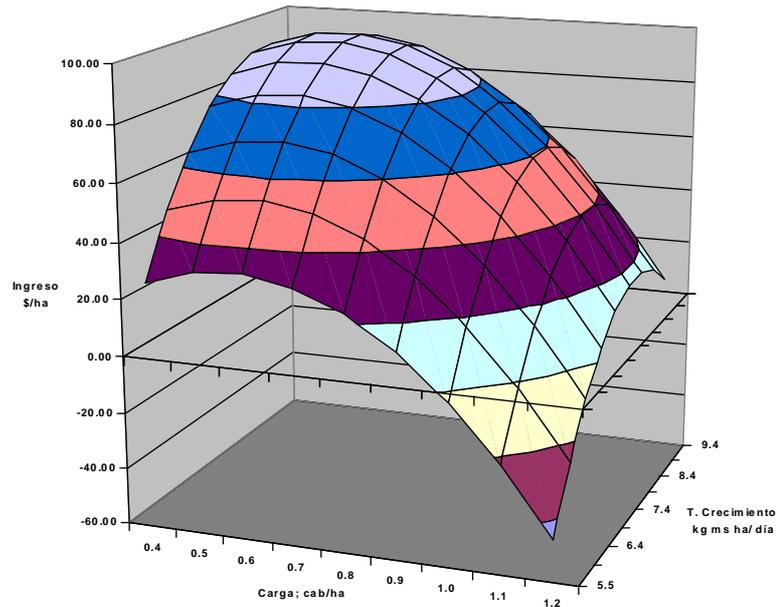


A; Puna seca pastizal nativo

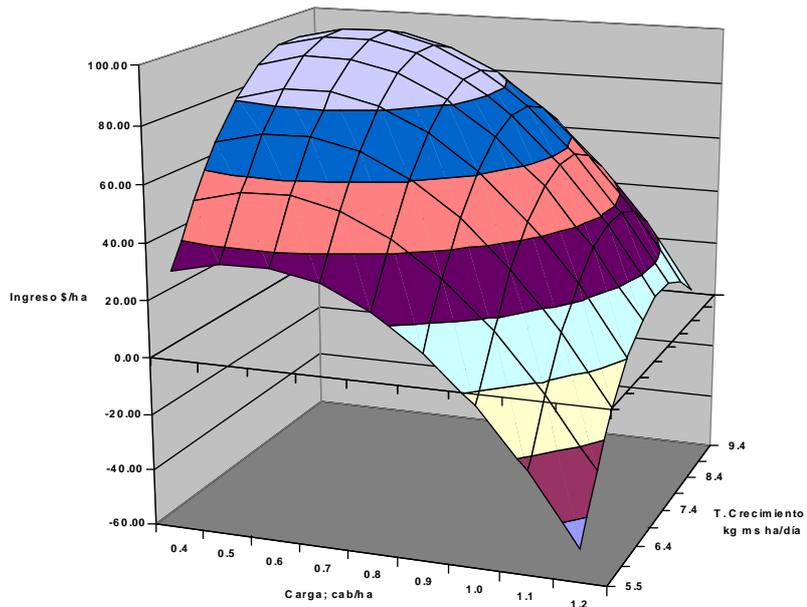


B; Puna seca pastizal mejorado

Figura 19. Superficie de respuesta estimada para el valor de la producción fibra y carne en Puna Seca bajo condiciones de pastizal A) nativo y B) mejorado.



Pastizal nativo



Pastizal mejorado

Figura 20. Superficie de respuesta estimada para el valor de la producción por fibra y carne en Puna Húmeda bajo condiciones de A) pastizal nativo y b) mejorado.

Las Figuras 19 y 20 describen la superficie de respuesta para el valor de la producción como ingreso posible de lograr en condiciones de puna seca y húmeda. La información se describe en relación a la carga animal y la tasa de crecimiento de los pastizal en ambas zonas a digestibilidades ponderadas de los pastizales nativos utilizados en los sistemas alpaqueros (67.25% y 68.25 para puna seca y húmeda, respectivamente). Se observa que cargas altas fuera del rango de 0.45 – 0.75 cab/ha con una tasa de crecimiento bajo afecta el pastizal y el ingreso.

En forma similar, altas tasas de crecimiento, mayores de 9.5 kg ms ha/día, y con cargas bajas el ingreso se reduce. Sin embargo, tasas altas de crecimiento son difíciles de obtener en los pastizales de puna seca o húmeda. Por lo tanto, cargas actuales en el rango de 0.45 a 0.75 cab/ha año y los regímenes hídricos permiten una producción alpaquera biológicamente sostenible dependiente del precio internacional de la fibra. Este aspecto se complementa por el poco crecimiento dinámico del hato alpaquero (baja natalidad y altas mortalidades). Sin embargo, al analizar la serie histórica en relación a los factores de producción (número de animales esquilados o beneficiados (\blacktriangle PF), producción total (kg de fibra o carne producida (\blacktriangle P) y unitaria kg de fibra o carne por cabeza (\blacktriangle PU) se encuentra que para fibra (\blacktriangle P = \blacktriangle PF + \blacktriangle PU) valores de $0.44 = 2.49 - 2.05$, y para carne $-0.48 = 0.82 - 1.30$. Lo que indica que la producción de fibra y carne es por función al número de animales esquilados o beneficiados y no a la tecnología, aspecto que debe ser tomado en cuenta a fin de no aumentar la capacidad de carga de los pastizales, lo cual será detrimental. La posibilidad de aumento de fibra y carne esta en función de una selección por producción y calidad de fibra. Aspectos que la industria textil demanda; sin embargo, para que sea efectiva se requerirá de una mejor estabilización internacional del precio de fibra y un precio por calidad.

7.4 Valor de producción a nivel de finca.

La información descrita anteriormente se refiere a valor de producción considerando una producción de fibra y carne con un precio de venta de carne en carcasa. Este aspecto no sucede normalmente a nivel de productores, existiendo un precio menor por kg producido. Este valor es alrededor de 0.6 \$/kg. En los cuadros 27 y 28 se presenta el análisis del valor de la producción a nivel de productor para Puna seca y húmeda respectivamente. En cada caso se analizan 25 sistemas (combinaciones de factores descritos en la sección 7.2 del presente capítulo (Planteamiento del análisis: cuadros 21 y 22).

En el caso de la puna seca nativa se observa que con cargas bajas a nivel promedio de tasas de crecimiento se logran valores de producción de 38\$/ha; incrementos de carga animal y tasa de crecimiento, conducen a un mayor uso de la pradera y por consiguiente una disminución en la producción. Con praderas mejoradas la producción se eleva en el orden del 26% (área sombreada en los cuadros referidos).

En el caso de puna húmeda el valor de la producción es superior que en puna seca; sin embargo, mejorando la puna húmeda con especies introducidas (trébol blanco) el valor de la producción no evidencia cambio substancial (área sombreada).

Cuadro 27. Valor de la producción fibra y carne a nivel de finca en condiciones de puna seca Nativa y mejorada.

Puna Seca Nativa				
Carga animal	Tasa de crecimiento	Fibra, kg/ha	Carne, kg/ha	Valor de Producción, \$/ha
0.5	7.91	1.88	39.13	38.46
0.7	7.91	2.01	37.39	38.44
0.5	8.91	2.05	36.32	38.14
0.7	8.91	2.13	34.80	37.81
0.7	6.91	1.68	30.19	31.44
Puna Seca Mejorada				
0.5	7.91	2.36	49.92	48.76
0.5	8.91	2.55	46.79	48.40
0.7	7.91	2.48	47.36	48.14
0.7	8.91	2.62	44.43	47.47
0.5	6.91	1.95	43.26	41.48

Cuadro 28. Valor de la producción fibra y carne a nivel de finca en condiciones de puna húmeda Nativa y mejorada.

Puna Húmeda Nativa				
Carga animal	Tasa de crecimiento	Fibra, kg/ha	Carne, kg/ha	Valor de
				Producción, \$/ha
0.5	7.91	3.08	65.66	63.88
0.5	8.91	3.31	61.85	63.42
0.7	7.91	3.20	62.16	62.78
0.7	8.91	3.37	58.61	61.95
0.5	6.91	2.58	57.71	55.18
Puna Húmeda Mejorada				
0.5	7.91	2.94	63.26	61.33
0.5	8.91	3.18	59.15	60.84
0.7	7.91	3.05	59.02	59.70
0.7	8.91	3.23	55.17	58.84
0.5	6.91	2.43	55.60	52.67

En función del análisis de superficie de respuesta para la producción de fibra y carne se estimo el valor de la producción a fin de plantear tentativamente un análisis bioeconómico el cual es estructurado en función de la información biológica descrita. Los rangos de capacidad de carga y tasas de crecimiento en función de la digestibilidad de la pradera se presenta en las superficies de respuesta. Se observa que los rangos productivos están entre 0.4 y 0.8 cab/ha y 7.4 a 8.1 de kg ms ha/día. Por lo tanto a fin de plantear un análisis

económico se presenta, en el Cuadro 29, la producción de fibra y carne sugerida para el análisis económico (rentabilidad, dominancia) de los sistemas alpaqueros.

Cuadro 29. Producción de fibra y carne de un sistema alpaquero bajo diferentes capacidades de carga en pradera de puna seca y húmeda mejorada y sin mejorar.

Capacidad carga Cab/ha	Puna Seca*		Puna Húmeda**	
	Fibra	Carne	Fibra	Carne
0.2	0.93	30.97	1.88	43.88
0.3	1.43	37.09	2.44	50.95
0.4	1.82	41.19	2.09	51.34
0.5	2.07	43.26	2.41	53.33
0.6	2.20	43.30	2.59	52.91
0.7	2.07	41.32	2.61	50.08
0.8	1.81	37.21	2.49	44.83
0.9	1.43	31.27	2.21	37.17
1.0	0.92	23.20	1.18	27.10
1.1	0.29	13.11	1.20	14.62
	Puna Seca Mejorada		Puna Húmeda Mejorada	
0.2	1.49	35.23	2.11	45.70
0.3	1.97	40.94	2.65	52.39
0.4	2.09	48.04	2.65	61.76
0.5	2.33	49.59	2.94	63.26
0.6	2.45	49.11	3.07	62.34
0.7	2.44	46.61	3.05	59.02
0.8	2.31	42.07	2.88	53.28
0.9	2.05	35.52	2.56	45.13
1.0	1.66	26.93	2.09	34.57
1.1	1.14	16.32	1.47	21.60

* Puna seca: 7.91 kg ms ha/día; 62.25% y 67.25% digestibilidad.

** Puna Húmeda: 7.91 kg ms ha/día; 63.25% y 68.25% digestibilidad.

7.5 Recomendaciones

Considerando el análisis realizado, el cual permite desarrollar una gama amplia de sistemas de producción alpaquera, se evidencia que:

1. El rango biológico de soportabilidad de los bofedales se encuentra entre 0.4 y 0.8 unidades alpaqueras; con tasas de crecimiento en un rango de 6.91 a 8.91 kg. ms. ha/día y; con digestibilidades entre 62.25 y 68.25%
2. Analizar económicamente los sistemas alpaqueros de puna seca y húmeda en los rangos de 0.2 a 1.1 capacidades de carga con tasas de crecimiento de 7.91 kg. ms. ha/día y a digestibilidades de 62.25% y 63.25% para puna seca y húmeda respectivamente. Considerar para pasturas mejoradas el incremento de digestibilidad en cinco unidades.
3. Utilizar el precio promedio de la fibra de alpaca en los cinco años (8.5 ± 0.24) y el valor de la carne a nivel del productor 0.60\$/kg.).
4. Estructurar los costos de producción de un hato alpaquero sobre 100 ha y reestructurar el hato en función de la capacidad de carga.

VIII. EVALUACION ECONOMICA DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE LOS BOFEDALES EN EL ALTIPLANO

8.1 Introducción

Las diversas estrategias de desarrollo implementadas para resolver los problemas del agro y en especial del productor alpaquero de las zonas de Puna Seca y Húmeda, se ubican muchas veces en tendencias contradictorias; pues existen puntos de vista que rechazan la introducción de tecnologías modernas frente a posiciones que consideran que la implementación de estrategias de un fuerte contenido tecnológico constituyen la solución a los problemas de pobreza rural.

Bajo las complejas relaciones de los sistemas de producción alpaqueros, del alti plano peruano, la visión holística de esta problemática; es decir el enfoque/análisis de sistemas de producción, es sumamente importante en la formulación de propuestas porque solo el conocimiento completo del sistema real de la finca del productor y; el proceso tecnológico que maneja permitirá evaluar los términos de desempeño técnico así como también la identificación de sus metas, necesidades y condiciones socioeconómicas del sistema considerando al productor como el componente central.

El conocimiento de las condiciones del productor y de su organización rural, tipifican a las familias campesinas como unidades de producción-consumo interactuantes con un sistema diversificado de acciones, incorporados a los mecanismos de mercado y en el que existe una interacción muy fuerte entre lo técnico productivo y la organización social y económica local; con una jerarquía mayor que induce a las relaciones de la sociedad por medio de diferentes modalidades de participación en el mercado.

Si describimos la economía campesina desde un punto de vista holístico, es necesario aplicar el concepto de eficiencia económica, no solo a los componentes de esta economía sino al conjunto de las interrelaciones de estos. Esta demostrado que en los sistemas de producción de escasos recursos como los del altiplano, los productores están obligados a aplicar varios niveles de eficiencia en el uso de los recursos, en tanto que esta es una condición básica de su sobrevivencia.

Las características más sobresalientes que permiten visualizar el funcionamiento de estos tipos de productores y sus sistemas de producción son:

- **La combinación de diferentes actividades productivas en diferentes tiempos y espacios.** El papel de la ganadería y en especial de la crianza alpaquera es importante en la asignación del tiempo y en la formación del ingreso de los productores de las zonas de Puna, sin embargo no es la única. Por ello programas especializados y dirigidos a una sola actividad pueden tener impactos menores sobre el ingreso, mientras que el impacto será mayor cuanto mas integrales y flexibles sean estos.
- **La heterogenidad socioeconómica,** es decir la presencia de diferentes estratos económicos entre las familias de una comunidad y de productores individuales así como entre las comunidades y las diferentes zonas de producción como la Puna Seca y Puna Húmeda implican que no existen soluciones técnicas y económicas válidas para todos los productores; por lo tanto es necesario realizar adecuados esfuerzos de adaptación de tecnologías a las condiciones locales diferenciales.

- **La división de áreas para la producción del alimento**, tanto de las escasas áreas para la producción de alimentos de consumo directo como para la crianza del ganado, que buscan condiciones naturales que favorezcan una producción que reduzca el riesgo ante la variabilidad climática existiendo una marcada preferencia de fraccionar la propiedad para un mejor uso como son los bofedales y la pradera natural e inclusive al interior de esta tener parcelas diferenciales.
- **La interdependencia productiva**, en la que las diferentes actividades en las unidades productivas están totalmente relacionadas operando como un gran portafolio cuidadosamente organizado, por lo que es importante analizar la economía alpaquera como un todo y no solo como la suma de los componentes.
- **La aversión al riesgo**. La minimización de los riesgos productivos, del mercado y económicos en general constituyen una estrategia de los productores debido a la escala económica cercana a los límites en muchos casos de sobrevivencia. Pese a ello el productor asume voluntariamente riesgos determinando una especie de seguro que le permite controlar el riesgo pero no eliminarlo. Esta actitud puede constituir en el corto plazo y para ciertas innovaciones tecnológicas obstáculos al cambio tecnológico.

8.2 Organización de la Información para las Estimaciones Económicas.

8.2.1 Producción de Carne y Fibra.

Con base en los resultados del cuarto informe, sobre estimaciones de capacidad de carga, se definió un conjunto de sistemas de producción alpaqueras (carne y de fibra) con digestibilidad y tasas de crecimiento similares de tal manera de tener rangos de 10 capacidades de carga: desde 0.2 U.A/ha hasta 1.1 U.A/ha. No se consideraron rangos mayores o menores en la medida que ofrecieron resultados con respuestas negativas a la producción de carne y fibra. Para Puna Seca se usó una digestibilidad para los pastos, del orden del 62.25 % por ser la más próxima al comportamiento de los pastizales de esa zona. Para Puna Humedad se usó la digestibilidad de los pastos de 63.25 % (Cuadro 30).

Cuadro 30. Producción de Carne y Fibra en Puna Seca y Puna Húmeda (Kg/UA.)

Capacidad Carga/ha.	Puna Seca		Puna Húmeda	
	Carne	Fibra	Carne	Fibra
0.2	30.97	0.93	43.88	1.88
0.3	37.09	1.43	50.95	2.44
0.4	41.19	1.82	51.34	2.09
0.5	43.26	2.07	53.33	2.41
0.6	43.30	2.20	52.91	2.59
0.7	41.32	2.07	50.08	2.61
0.8	37.21	1.81	44.83	2.49
0.9	31.27	1.43	37.17	2.21
1.0	23.20	0.92	27.10	1.18
1.1	13.11	0.29	14.62	1.20

Fuente: Estimaciones propias con base al 4to. Informe.

Cifras en rojo, corresponden a rangos óptimos.

Como puede apreciarse, los mejores indicadores de producción se encuentra en rangos de capacidad de carga de 0.4 U.A/ha a 0.7 U.A/ha . en el caso de Puna Seca y para Puna Húmeda esta se amplía a una soportabilidad de 0.8 U.A/ha.

Con la introducción de trébol en los bofedales, la digestibilidad tanto en Puna Seca como en Puna Húmeda se incrementa en 5%, como efecto del valor nutritivo de pastos de mejor calidad. Con ello se logra mayores niveles de producción en carne y fibra, manteniendo los mismos rangos de capacidad de carga (Cuadro 31).

Cuadro 31. Producción de Carne y Fibra en Bofedales Mejorados de Puna Seca y Puna Húmeda; en función a diferentes capacidades de carga. (Kg./ UA.)

Capacidad Carga/ha.	Puna Seca Mejorada		Puna Húmeda Mejorada	
	Carne	Fibra	Carne	Fibra
0.2	35.23	1.49	45.7	2.11
0.3	40.94	1.97	52.39	2.65
0.4	48.04	2.09	61.76	2.65
0.5	49.59	2.33	63.26	2.94
0.6	49.11	2.45	62.34	3.07
0.7	46.61	2.44	59.02	3.05
0.8	42.07	2.31	53.28	2.88
0.9	35.52	2.05	45.13	2.56
1.0	26.93	1.66	34.57	2.09
1.1	16.32	1.14	21.6	1.47

Fuente: Estimaciones propias con base al 4to. Informe.

Cifras en rojo, corresponden a rangos óptimos.

8.2. 2 Organización del Hato Alpaquero.

A partir de la información secundaria (Informes preliminares de este estudio), se analizó un hato TIPO (Cuadro 32), para una superficie de 100 has con 80 % de pasturas naturales y 20 % de bofedales; el mismo que fue usado para las estimaciones de producción en carne y fibra en la Puna Seca y Húmeda. Información secundaria proveniente del la Sub Dirección de Agro Economía del Ministerio de Agricultura de Puno, INIA y del Proyecto Alpacas (Informe No 2), fue utilizada para determinar el análisis de costos.

Cuadro 32. Composición de Hato de Alpacas

Cap. Carga/Ha	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1
Hembras	14.2	21.3	28.4	35.5	43	49.7	56.8	63.9	71	71
Machos	0.9	1.4	1.8	2.3	3	3.2	3.6	4.1	4.6	4.6
Capones	3.4	5.1	6.8	8.5	10	11.8	13.5	15.2	16.9	16.9
Tuis	1.4	2.1	2.8	3.5	4	4.9	5.6	6.3	7	7
Crías	0.3	0.45	0.6	0.75	1	1.05	1.2	1.35	1.5	1.5
Total Animales	20	30	40	50	60	70	80	90	100	100
Total U.A/Ha.	20.2	30.3	40.4	50.5	60.58	70.7	80.8	90.9	101.0	101.0

Los índices de composición y de conversión a unidades animal se presentan en el Cuadro 33.

Cuadro 33. Índices de Composición del Hato y de Conversión a Unidades Animal.

Composición del hato	Factor Conversión Animal	Composición del Hato %
Hembras	1	71
Machos	1.52	3
Capones	1.30	13
Tuis	0.70	10
Crías	0.50	3

8.3 Costos de Producción, Ingreso y Rentabilidad

Para la formulación de los costos de producción se tomaron en cuenta estimaciones realizadas, en el “Estudio Técnico para la Crianza de Alpaca” de la Sub Dirección de Agro Economía del Ministerio de Agricultura de Puno, “Manual Técnico de Índices Agropecuarios para el Desarrollo de Proyectos” del Centro de Investigación y Promoción Agropecuaria hoy Estación Experimental Illpa-INIA-Puno y “Costos de Producción en la Crianza de Alpacas a Nivel de Pequeño Criador-Productor” del Informe No 22 de Proyecto Alpacas-Convenio INIAA-COTESU.

a. Costos Variables

- Se estimaron los costos de **mano de obra** proporcionales a la composición de un hato mixto de ganado estableciéndose un pastor / año con un valor de US \$ 832.
- **Raciones alimenticias** con un consumo de pasto natural de 5 Kg. de M.V. por alpaca / día y un costo anual por ración de US \$ 8.7. Para el caso de la introducción de trébol en el 20 % del área es decir en el bofedal, se costeo la inversión de la siguiente forma:
 - Semilla 2 Kg./ha
 - Inoculante 250 gr./ha
 - Fertilización 250 Kg./ha de Superfosfato triple de calcio
 - Mano de obra para la siembra y labores culturales 6 Jornales / ha
 - Esta inversión represento un costo por ración / año de US \$ 11.25
- **Sanidad**, se estimó la aplicación a la totalidad del hato con un costo de dosis de US \$ 2.1
- **Financiamiento**, se calculo inversión por 4 meses sobre los costos variables a una tasa anual del 22 %, en dólares. Se asume que los recursos para el resto del periodo no requieren préstamo.

b. Costos Fijos

- **Administración**, sobre la base de la proporcionalidad de la administración de la finca, asignada a la crianza de alpacas se asigno un valor del 35 % del costo total.
- **Bienes y servicios**, se tomo como referencia el 30 % de los costos de sanidad.

- **Depreciación** de parte de los cercos y pequeñas construcciones de adobe.

c. Costo Total

Como podrá apreciarse en la formulación de los costos para cada zona y para cada capacidad de carga, existe solo un monto constante del costo fijo que son los costos de administración, razón por la cual no se aplicó el análisis de Presupuesto Parcial, sino el **Análisis de Costos Diferenciales** cuya metodología se adecua más a los requerimientos del estudio.

d. Ingreso Bruto de la Producción

También llamado valor bruto de la producción. Fue calculado para la producción de carne y fibra y estimados para cada una de las capacidades de carga, en la Zona de Puna Seca y Puna Humedad. Adicionalmente, para estas zonas cuando se efectúa introducción de trébol se les denomina Puna Seca Mejorada y Puna Húmeda Mejorada; con la consiguiente mejora en su digestibilidad.

Se uso como precios en chacra US \$ 0.6/Kg. de carne y US \$ 8.5/Kg. de fibra. Estos índices constituyen el promedio de precios de los últimos 5 años.

e. Rentabilidad

Para establecer la mejor performance con cada una de las capacidades de carga a aplicar a los bofedales se uso el índice de rentabilidad (R); definido este como la relación entre el Ingreso Neto y los Costos Totales.

8.4 Estimación Económica

8.4.1 Valorización de la Producción de Carne y Fibra, por Zona de Producción y por Capacidad de Carga.

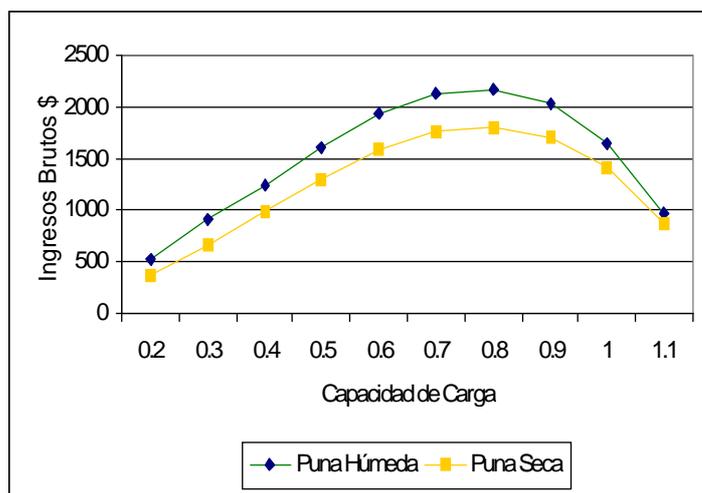
A partir de los indicadores para el precio del kilo de carne y de fibra, se obtuvo los resultados que se presentan en el Cuadro 34 y Anexo IV.

Cuadro 34. Ingreso Bruto por la Producción de Carne y por Zona de Producción.

Capacidad Carga/ha.	Puna Seca		Puna Húmeda	
	Kg.	US \$	Kg.	US \$
0.2	619	371	878	527
0.3	113	668	1529	917
0.4	1648	989	2054	1232
0.5	2163	1298	2667	1600
0.6	2641	1585	3228	1937
0.7	2934	1760	3556	2133
0.8	3014	1808	3631	2179
0.9	2846	1707	3382	2029
1.0	2343	1406	2737	1642
1.1	1455	873	1623	974

Fuente: Estimaciones propias.

Como puede apreciarse en el Cuadro 34 y Gráfico 15, cuando se estima las mejores producciones e ingresos brutos por **hato**, a diferencia de las estimaciones por unidad animal (Cuadros 30 y 32), las mejores capacidades de carga **cambian y se amplían**, en relación a las capacidades de carga seleccionadas por rendimiento unitario. Ello debido fundamentalmente a la variación del número de unidades animal por cada estrato o capacidad de carga.



De esta manera, en la Puna Seca, las mejores capacidades de carga van de 0.5 a 0.9 U.A./ha; mientras que para la Puna Húmeda estos valores se inician en una capacidad de carga de 0.5 hasta 1.0 U.A./ha. Para la producción de fibra se tiene similares características (Cuadro 35).

G
r

Gráfico 15. Ingreso Bruto por la Producción de Carne por Zona de Producción.

Cuadro 35. Ingreso Bruto por la Producción de Fibra por Zona de Producción.

Capacidad Carga/ha.	Puna Seca		Puna Húmeda	
	Kg.	US \$	Kg.	US \$
0.2	19	158	38	320
0.3	43	365	73	622
0.4	73	619	84	711
0.5	104	880	121	1024
0.6	134	1141	158	1343
0.7	147	1249	185	1575
0.8	147	1246	202	1714
0.9	130	1106	201	1709
1	93	790	119	1013
1.1	32	274	133	1132

Fuente: Estimaciones propias.

En este caso, se observa que la Puna Seca, tiene menor amplitud para las mejores capacidades de carga que van de 0.6 U.A./ha a 0.8 U.A./ha; frente a la Puna Húmeda donde se encuentra capacidades de carga de 0.5 a 1.0 U.A./ha

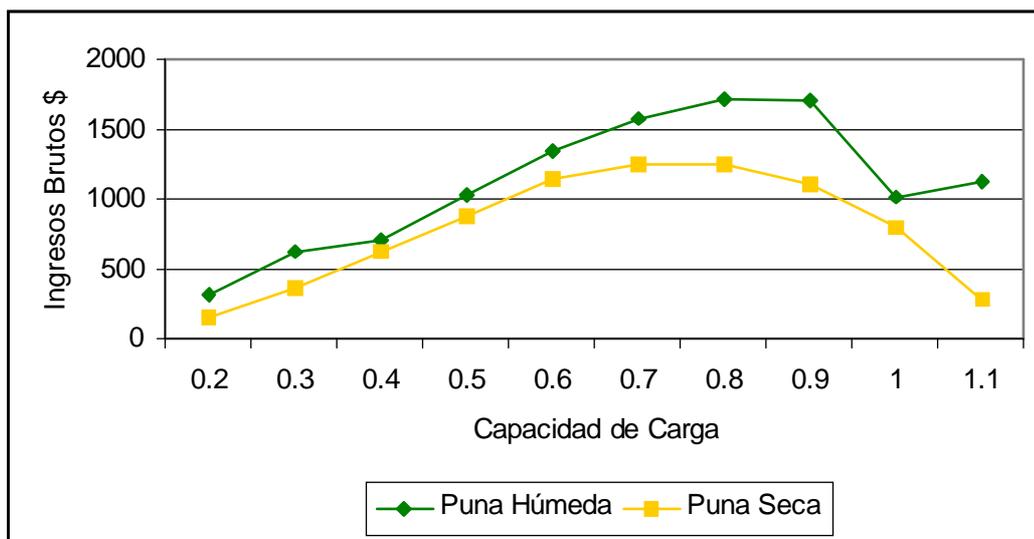


Gráfico 16. Ingreso Bruto de la Producción de Fibra por Zona de Producción.

8.4.2 Valorización de la Producción de Carne y Fibra por Hato en Zona de Producción Mejoradas y Capacidad de Carga.

Para estas estimaciones se tomo en cuenta la incorporación del 20 % de trébol en los bofedales; con la finalidad de medir el efecto en los rendimientos de carne y fibra. En los Cuadros 36 y 37, así como en el Gráfico 17, se presentan estos resultados; donde se puede observar que los rangos de capacidad de carga, al incorporar trébol en el bofedal, mejoran los rendimientos obtenidos de carne y fibra de las zonas evaluadas, es decir que el bofedal mejorado permite incrementar su capacidad de carga.

Cuadro 36. Ingreso Bruto de Producción de Carne por Zona de Producción.

Capacidad Carga / ha.	Puna Seca Mejorada		Puna Húmeda Mejorada	
	Kg.	US \$	Kg.	US \$
0.2	705	423	914	548
0.3	1228	737	1572	943
0.4	1922	1153	2470	1482
0.5	2480	1488	3163	1898
0.6	2996	1797	3803	2282
0.7	3309	1986	4190	2514
0.8	3408	2045	4316	2589
0.9	3232	1939	4107	2464
1	2720	1632	3492	2095
1.1	1812	1087	2398	1439

Fuente: Estimaciones propias.

Cuadro 37. Ingreso Bruto de la Producción de Fibra por Zona de Producción.

Capacidad Carga/ha.	Puna Seca Mejorada		Puna Húmeda Mejorada	
	Kg.	US \$	Kg.	US \$
0.2	30	253	42	359
0.3	59	502	80	676
0.4	84	711	106	901
0.5	117	990	147	1250
0.6	149	1270	187	1592
0.7	173	1473	217	1841
0.8	187	1590	233	1983
0.9	187	1586	233	1980
1	168	1425	211	1794
1.1	127	1076	163	1387

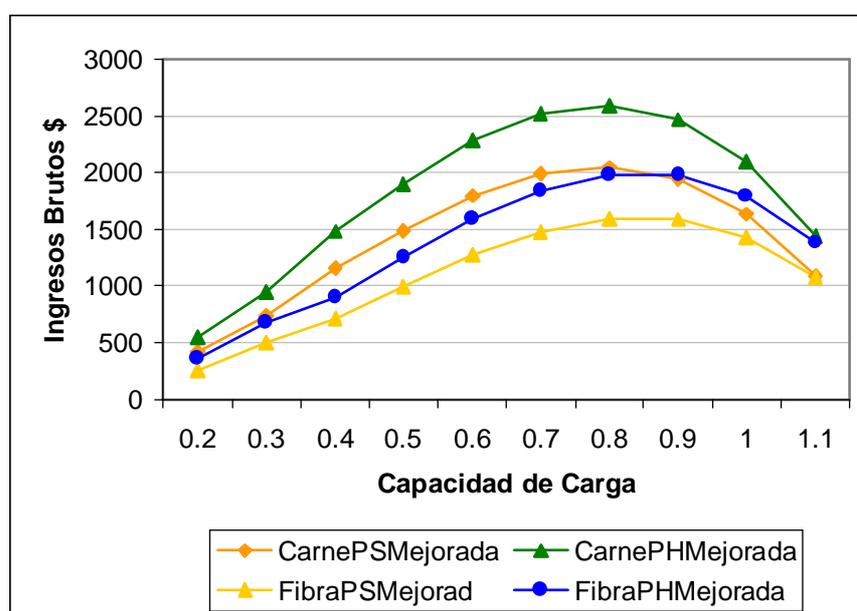


Gráfico 17. Ingreso Bruto por Producción de Carne y Fibra por Zona de Producción.

8.4.3 Variaciones Porcentuales de la Producción de Carne y Fibra Intra e Inter Zonas de Producción.

En el Cuadro 38, se establecen las variaciones porcentuales de las mejores capacidades de carga seleccionadas y se comparan entre zonas para establecer las diferencias expresadas en producción de carne y fibra, por tipo de pasturas. Asimismo se efectúa la comparación dentro de las zonas con incorporación de trébol para definir los incrementos de producción. De esta forma, cuando comparamos la Puna Seca con la Puna Húmeda en producción de carne, existe un incremento desde el 17 % al 23 %. En fibra estos valores fluctúan entre el 16 % hasta el 314 % debido fundamentalmente a la mayor digestibilidad de los pastos y en menor grado a la tasa de crecimiento de estos expresada, en Kg. MS ha/día.

Comparando las 2 zonas con la introducción de trébol, es decir Puna Seca Mejorada con Puna Húmeda Mejorada, encontramos que la producción de carne aumenta entre rangos del 27 % a 32 % y; en fibra, estos incrementos fluctúan entre 25 % a 29 %. Es decir que la incorporación de pastos cultivados atenúa las diferenciaciones de producción de carne y fibra entre zonas de producción, pero son siempre mayores que en la pastura nativa.

Cuadro 38. Variación Porcentual de Carne y Fibra por Zonas y Capacidades de Carga.

Cap. de Carga	Carne %	Fibra %	Carne %	Fibra %
	PS Vs PH	PS Vs PH	PSM Vs PHM	PSM VS PHM
0.5	23	16	28	26
0.6	22	18	27	25
0.7	21	26	27	25
0.8	20	38	27	25
0.9	19	55	27	25
1.0	17	28	28	26
1.1	12	314	32	29

PS = Puna seca, PH = Puna húmeda

PSM= Puna seca mejorada, PHM= Puna húmeda mejorada

Cuando comparamos dentro de Puna Seca la introducción de trébol (Cuadro 39), los incrementos en producción de carne son menores que entre zonas y están entre 13 % y 24 %. Para fibra las variaciones son mas altas y van desde el 11 % hasta el 293 % lo que conllevaría a establecer que el impacto de la mejora de la alimentación de Puna Seca tiene repercusiones mayores en la producción de fibra que en carne.

Para el caso de Puna Húmeda y Húmeda Mejorada las variaciones en producción de carne son más estables y están entre el 18 % y el 48 %. Para la producción de fibra las variaciones están entre los rangos del 16 % y 77 % implicando que la introducción de mejores pasturas tienen menor impacto en la producción que en la Puna Seca, debido a que en la Puna Húmeda, se presenta una mejor digestibilidad y tasa de crecimiento en las pasturas naturales, tanto por factores de mayor precipitación como de variaciones térmicas de menor rango que en la Puna Seca, donde llueve menos y se registran las temperaturas más bajas de Puno.

Cuadro 39. Variación Porcentual en la Producción de Carne y Fibra entre Zonas y Capacidades de Carga.

Cap. de Carga	Carne %	Fibra %	Carne %	Fibra %
	PS Vs PSM	PS Vs PSM	PH Vs PHM	PH VS PHM
0.5	15	13	19	22
0.6	13	11	18	19
0.7	13	18	18	17
0.8	13	28	19	16
0.9	14	43	21	16
1.0	16	80	28	77
1.1	24	293	48	23

PS = Puna seca, PH = Puna húmeda

PSM= Puna seca mejorada, PHM= Puna húmeda mejorada

8.5 Análisis Económico

Para la evaluación económica de los bofedales a diferentes capacidades de carga se estimó la Rentabilidad (R) por ser el mejor estimador para este tipo de análisis. Adicionalmente se aplicó el Método de Presupuesto Diferencial, el mismo que se utiliza con el fin de obtener los costos y beneficios netos de diferentes opciones tecnológicas. En este proceso se incorpora, además, el Análisis Marginal que permite a través de los Beneficios Netos Marginales calcular la Tasa de Retorno Marginal (T.R.M.) Esta estimación es importante para el productor porque le interesará saber el aumento de costos que se requiere para obtener un mejor retorno de los beneficios.

8.5.1 Puna Seca

- **Bofedal Nativo**

La rentabilidad estimada sobre la base de ingresos netos y costos de producción por capacidad de carga, nos muestran (Cuadro 40) que solo a partir de una capacidad de carga de 0.5 U.A./ha, la Rentabilidad es positiva hasta una carga de 0.9 U.A./ha. Estos rangos van desde el 17 % hasta el 43 %, destacando soportabilidades de carga del 43%, (0.7), del 37 % y del 25 %, coligiéndose que capacidades de carga por encima o debajo los rangos no son económicamente rentables.

Cuadro 40. Rentabilidad por Capacidad de Carga

Cap. Carga	Ingreso Bruto US \$	Costo Total US \$	Índice Rentabilidad
0.2	530	1514	-0.65
0.3	1032	1628	-0.37
0.4	1607	1742	-0.08
0.5	2178	1857	0.17
0.6	2725	1982	0.37
0.7	3009	2097	0.43
0.8	3055	2211	0.38
0.9	2813	2325	0.21
1.0	2196	2439	-0.10
1.1	1147	2554	-0.55

Continuando con los resultados del Cuadro 40, se genera la información del Cuadro 41, para el **análisis de dominancia**. De esta manera establecemos que las capacidades de carga 0.8 y 0.9 son alternativas dominadas, porque comparativamente con la capacidad de carga 0.7 U.A. / ha, a incrementos de costos, los ingresos brutos no aumenta; razón por la cual no se incorporan para la determinación de la Tasa de Retorno Marginal. En el cuadro 41 encontramos que la mejor alternativa de cambio de carga resulta ser una variación de 0.5 U.A. / ha a 0.6 U.A. / ha porque se tiene que a un aumento de un costo marginal de US \$ 125 obtenemos un retorno de 338 %. Cambios de 0.6 a 0.7 solo tienen una Tasa de Retorno Marginal del 147 %, a pesar de que esta última tiene la más Alta Rentabilidad.

Cuadro 41. Estimación de la Tasa de Retorno Marginal por Capacidad de Carga (%).

Cap. Carga	Ingreso Neto	Ingreso Neto Marginal	Costo Total	Costo Marginal	Tasa Retorno Marginal
0.5	321		1857		
0.6	743	422	1982	125	338
0.7	912	169	2097	115	147

Costos e Ingreso Expresado en US \$.

- **Bofedal Mejorado**

Para este tipo de pastizal y por la incorporación de trébol, la rentabilidad mejora para cada capacidad de carga, incorporándose 2 capacidades de carga adicionales que no eran rentables con el pastizal nativo (0.4 y 1.0 U.A./ha). Los resultados muestran que las mejores propuesta de carga son las de 0.6, 0.7 y 0.8 U.A./ha. (Cuadro 41). Cargas de 0.2 a 0.3 U.A./ha y de 1.1 U.A./ha no son rentables. Es decir que los extremos no pueden ser considerados como alternativa. En general la rentabilidad se incrementa como efecto de un mejoramiento de los bofedales entre 6 y 9% más respecto a la pastura nativa.

Cuadro 42. Rentabilidad por Capacidad de Carga, para Bofedales Mejorados.

Capacidad Carga	Ingreso Bruto	Costo Total	Rentabilidad
0.2	676	1563	-0.57
0.3	1239	1702	-0.27
0.4	1864	1840	0.01
0.5	2478	1979	0.25
0.6	3068	2132	0.44
0.7	3458	2271	0.52
0.8	3635	2409	0.50
0.9	3525	2548	0.38
1.0	3057	2687	0.14
1.1	2163	2826	-0.23

Costo e Ingreso Expresado en US \$

De acuerdo al análisis de dominancia, las capacidades de carga de 0.9 U.A./ha y 1.0 U.A./ha son alternativas dominadas por un aumento de costo sin incremento de ingresos. De las opciones seleccionadas en la estimación de Tasa de Retorno Marginal, resulta mejor pasar de una carga de 0.4 U.A./ha a 0.5 U.A./ha, en la medida que reporta una retribución del 342 %, por un aumento en los costos totales de \$ 139. Aunque, es conveniente resaltar que su rentabilidad (31 %) es menor que la carga de 0.7 U.A./ha (57 %). Es también interesante anotar, el cambio de capacidad de carga de 0.6 a 0.7 U.A./ha, el cual presenta un retorno de 286 %.

Cuadro 43. Estimación de la Tasa de Retorno Marginal por Capacidad de Carga (%).

Capacidad Carga	Ingreso Neto	Ingreso Neto Marginal	Costo Total	Costo Total Marginal	Tasa Retorno Marginal
0.4	24		1840		
0.5	499	475	1979	139	342
0.6	936	437	2132	153	286
0.7	1187	251	2271	139	181
0.8	1226	39	2409	138	28

Costo e Ingreso Expresado en US \$

8.5.2 Puna Húmeda.

- **Bofedal Nativo**

La rentabilidad de los bofedales es mas alta en la zona de Puna Húmeda que en la zona de Puna Seca; debido a una mayor tasa de crecimiento y digestibilidad de las pasturas, especialmente en las áreas de bofedales. Los rangos encontrados varían desde 25% de rentabilidad para capacidades de carga de 1.0 U.A./ha hasta 73% para cargas de 0.7 U.A./ha, siendo las más rentables aquellas comprendidas entre 0.5 hasta 0.9 U.A./ha. Dentro de este rango, la capacidad de carga de 0.7 U.A./ha, es la de mayor índice de rentabilidad (72 %) (Cuadro 44).

Del conjunto de opciones se descartan como tecnologías dominadas a las capacidades de carga de 0.9 U.A./ha y 1.0 U.A./ha. En términos de tasas retorno marginal (TRM), resulta mejor pasar de una capacidad de carga de 0.4 U.A./ha a 0.5 U.A./ha; pues se obtiene 385 de TRM. Ello no coincide con la más alta Tasa de Rentabilidad (R = 72%); es importante asimismo el cambio de una carga de 0.5 a 0.6 U.A./ha. (Cuadro 45)

Cuadro 44. Rentabilidad por Capacidad de Carga.

Capacidad Carga	Ingreso Bruto	Costo Total	Rentabilidad
0.2	846	1532	-0.45
0.3	1539	1655	-0.07
0.4	1943	1778	0.09
0.5	2624	1902	0.38
0.6	3279	2037	0.61
0.7	3709	2161	0.72
0.8	3893	2284	0.70
0.9	3739	2407	0.55
1.0	2655	2530	0.05
1.1	2106	2654	-0.21

Cuadro 45. Estimación de la Tasa de Retorno Marginal por Capacidad de Carga.

Capacidad Carga	Ingreso Neto	Ingreso Neto Marginal	Costo Total	Costo Total Marginal	Tasa Retorno Marginal
0.4					
0.5	722		1902		
0.6	1242	520	2037	135	385
0.7	1548	306	2161	124	182
0.8	1609	61	2284	123	-62

Costo e Ingreso Expresado en US \$

- **Bofedal Mejorado**

El mejoramiento de los bofedales con trébol en la zona de Puna Húmeda tiene impactos mayores en la rentabilidad por que se incrementa entre 15 a 19% mas respecto al pastizal nativo de esta zona. Las mejores opciones se encuentran con capacidades de carga desde 0.5 U.A./ha hasta 0.9 U.A./ ha, resultando las de más altas rentabilidades, en el orden del 88 % al 85 % las capacidades de carga de 0.7 U.A./ha y 0.8 U.A./ha, respectivamente (Cuadro 46).

Cuadro 46. Rentabilidad por Capacidad de Carga en Bofedal Mejorado

Capacidad Carga	Ingreso Bruto	Costo Total	Rentabilidad
0.2	907	1577	-0.42
0.3	1619	1723	-0.06
0.4	2383	1869	0.28
0.5	3147	2015	0.56
0.6	3873	2176	0.78
0.7	4355	2322	0.88
0.8	4572	2468	0.85
0.9	4444	2614	0.70
1	3889	2760	0.41
1.1	2826	2906	-0.03

Por la metodología del análisis de dominancia de alternativas, se descartan aquellas cargas de 0.9 U.A./ha hasta 1.1 U.A./ha. (Cuadro 47). Por otra parte destacan, por sus altas Tasas de Retorno Marginal, el cambio de carga de 0.4 U.A. a 0.5 U.A./ha (423 %) así como cambios de 0.5 U.A./ha a 0.6 U.A./ha (351%). Los cambios en capacidad de carga de 0.7 U.A./ha a 0.8 U.A./ha no constituyen las mas adecuadas a pesar de tener alta rentabilidad (88 %). El problema radica en un incremento mayor de costos, resultando en Tasas de Retorno Marginal menores y por lo tanto menos recomendables.

Cuadro 47. Estimación de la Tasa de Retorno Marginal por Capacidad de Carga (%).

Capacidad Carga	Ingreso Neto	Ingreso Neto Marginal	Costo Total	Costo Total Marginal	Tasa Retorno Marginal. (%)
0.4	514		1869		
0.5	1132	618	2015	146	423
0.6	1697	565	2176	161	351
0.7	2033	336	2322	146	230
0.8	2104	71	2468	146	49

Costo e Ingreso Expresado en US\$.

CONCLUSIONES

En resumen del Análisis Económico realizado, se puede concluir que en Puna Seca las capacidades de carga de 0.2 U.A./ha, 0.3 U.A./ha, 1.0 y 1.1 U.A./ha no son rentables y por lo tanto, especialmente aquellas cargas que promueven el sobre pastoreo y que arrojan rentabilidad negativa, en el largo plazo pueden convertirse en elementos que generen baja sostenibilidad y pérdida del recurso natural.

La soportabilidad en Puna Seca, puede ser mejorada, si se incorpora pasto cultivados, a capacidades de carga de 0.4 a 0.9. Rangos por debajo o encima de estos la incorporación es inútil y contribuirá a la pérdida del recurso. En el caso de la zona de puna húmeda el comportamiento es similar con una pequeña variación que es la incorporación de capacidades de carga 1.0 U.A./ha y que el efecto del mejoramiento del bofedal significa mejorar la rentabilidad pero no incorporar soportabilidades mayores.

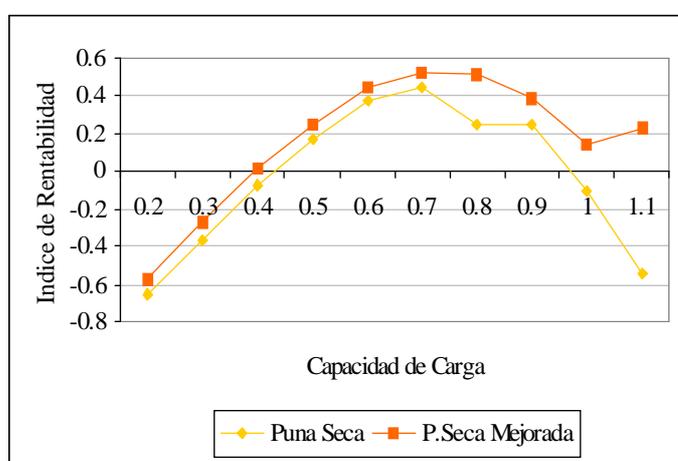


Gráfico 18. Índice de Rentabilidad de Puna Seca y Puna Seca Mejorada

Asimismo encontramos que las mayores rentabilidades dentro de cada una de las zonas, no constituyen necesariamente las mejores opciones de inversión sino aquellas que a menores incrementos de costos retribuyen tasas de retorno marginal mayor.

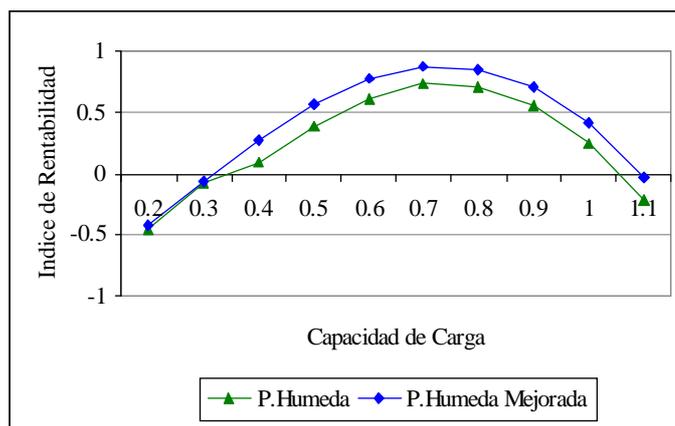


Gráfico 19. Índice de Rentabilidad de Puna Húmeda y Puna Húmeda Mejorada.

La rentabilidad de los bofedales es mayor en Puna Húmeda que en la zona de Puna Seca, ello tiene estrecha relación con la calidad diferencial de los suelos y de las condiciones medio ambientales, encontrándose mayores valores de materia orgánica en la Puna Húmeda de donde se inicia un gradiente de esta hasta la Puna Seca limítrofe con Bolivia.

G

Gráf

CITAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVAREZ, V. JUAN, B. 1993. Composición botánica y valor nutricional de las dietas de alpaca, llamas y ovinos, al pastoreo libre durante el periodo de secano en puna seca. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.**
- BECK, S. 1981. Apuntes sobre formaciones de pastos naturales en el Altiplano. San Juan de Chuquibambilla. Puno - Perú.
- CHOQUE, J. Y PALACIOS, A. L. 1998. Producción primaria de praderas nativas en el altiplano de Puno. Puno – Perú.
- CHOQUE, J., SOTOMAYOR, M. Y MIRANDA, F. 1990. Evaluación agrostológica y ganadera de unidades familiares alpaqueras en puna seca del altiplano. Informe técnico Nro. Proyecto alpacas PAL. Serie de pastos. Puno - Perú.
- CATACORA, E. y ESCOBAR, J. 1990. Caracterización de los sistemas de producción de comunidades alpaqueras en: Comercialización asociativa de fibra de alpaca en Puno 1988-1989. Informe Técnico Nro 15. Proyecto Alpacas - Area de comercialización. Puno - Perú.**
- ESTENSORO, C. SYLVIA E. 1991. Los bofedales de la cuenca alta del valle de La Paz, Centro de datos para la conservación. La Paz - Bolivia.
- FARFAN, R. Y DURANT, A. 1998. Caracterización de zonas alto andinas en:**
- Manejo y técnicas de evaluación de pastizales altoandinos. Centro de investigación U.N.M.S.M. IVITA. Estación Experimental Marangani – La Raya, Sicuani - Cusco.**
- FARFAN, R. 1993. Caracterización de bofedales y selectividad de alpacas en dos sitios diferentes en el sur del Perú. Centro Nacional de camélidos sudamericanos de “La Raya” UNSAC – Cusco.
- FLOREZ, A. 1993. Evaluación e integración de los recursos naturales de la microregión Puno por ONERN en: Producción y utilización de los pastizales altoandinos del Perú. REPPAN Proyecto con apoyo del CIID – Canadá. Lima – Perú.
- _____ 1993. Las praderas nativas del Perú UNA La Molina en: Producción y utilización de los pastizales altoandinos del Perú. REPPAN Proyecto con apoyo del CIID – Canadá. Lima – Perú.

FLOREZ, A., MALPARTIDA, E Y SAN MARTÍN, F. 1993. Uso de bofedales en:

Manual de forrajes, para zonas áridas y semiáridas andinas. Lima – Perú.

HUISA, T. 1996. Pastizales y nutrición al pastoreo Estudio de caso: La raya. Universidad Nacional de San Antonio Abad. Cusco – Perú.

INGECON, 1994. Recursos naturales y medio ambiente, Capítulo II en: Diagnóstico Global 1994. Microregión Melgar Proyecto Especial PAMPA II. Puno – Perú.

ITD, 1995. Agrostología, Capítulo VIII en: Diagnóstico de recursos naturales, Provincias Moho, Huancané, San Antonio de Putina y Azángaro - Proyecto PRADERA. Puno – Perú.

LEON VELARDE, C., QUIROZ, R., 1994. Análisis de Sistemas Agropecuarios; Uso de métodos Bio-matemáticos. CONDESAN - CIP - CIID - CIRNMA. Puno – Perú.

MIRANDA, F. Y CHOQUE, J. 1993. Manejo de bofedales mejorados mediante ahijaderos en comunidades alpaqueras en: Avances y logros de investigación agropecuaria INIAA. Estación Ilpa. Boletín Nro. 2. Puno - Perú.

MIRANDA, F., OSCANOVA, L. Y SOTOMAYOR, M. 1990. Validación de cercados y mejoramiento de bofedales (ahijaderos), en puna seca. Proyecto alpacas PAL. Informe técnico Nro. 34, serie de pastos. Puno – Perú.

PAUCAR, S. K. 1992. Composición botánica de la dieta de alpacas, llamas y ovinos en pastoreo mixto sobre bofedales, pajonales y totorales de puna seca. Tesis para optar el grado de Medicina veterinaria y Zootecnia UNA. Puno - Perú.

PISA, INIAA. 1990. Informe anual 1989 – 1990. Proyecto de Investigación de sistemas agropecuarios andinos. INIAA – PISA. pp. 17 – 20. Puno – Perú.

PROYECTO ALPACAS PAL. INIAA – CORPUNO – COTESU/ IC. 1988

Caracterización de zonas de producción de comunidades alpaqueras en: Sondeo de las comunidades campesinas de Vilcallamas Arriba y Bajo Llallahua. 1988. Puno – Perú.

PROYECTO ALPACAS PAL. INIAA – CORPUNO – COTESU/ IC. 1988.

Caracterización de los sistemas de producción de las comunidades alpaqueras en: Sondeo de las comunidades campesinas Llusta y Casana. Puno – Perú.

1988. Caracterización de los sistemas de producción en comunidades alpaqueras en: Sondeo de la comunidad campesina de Huanacamaya. Puno – Perú.

QUISPE, S. 1992. Caracterización de pequeños productores alpaqueros en: “Un modelo de desarrollo para pequeños productores alpaqueros de las comunidades altoandinas: El caso de Puno Perú. Informe Técnico N° 9-91. Proyecto Alpacas Perú.

RIVAS-MARTINEZ, S. Y TOVAR, O. 1982. Vegetatio Andinae, I. Datos sobre las comunidades vegetales altoandinas de los Andes Centrales del Perú. Lazaroa, 4: 167-187. Lima – Perú.

SOTOMAYOR, M., CANAHUA, F. Y VARGAS, B. 1990. Validación de cercados y mejoramiento de bofedales en puna seca (ahijaderos). Proyecto PAL. Informe técnico Nro. 34, serie de pastos. Puno - Perú.

URDAY, F. 1989. Uso de la tierra, visión y estrategia campesina del manejo de pastos naturales en Crianza de llamas y alpacas en los Andes. PRATEC – PAL, pp 169. Lima- Perú.

VARGAS, G. L., FLORES, M. ENRIQUE Y OSCANOA, G. L. 1990. Análisis de la estructura y dinámica estacional de bofedales, tolares y pajonales “iru ichu” en el ecosistema de puna seca. Proyecto PAL. Informe técnico Nro. 34, serie pastos. Puno – Perú.

LEON VELARDE, C., QUIROZ, R., 1994. Análisis de Sistemas Agropecuarios; Uso de métodos Bio-matemáticos. CONDESAN - CIP - CIID - CIRNMA. Puno – Perú.

RELACION DE ESPECIES POR FAMILIAS

GRAMINEAS

<u>Codigo</u>	<u>Especies</u>	<u>Palatabilidad</u>
1	Alebinea pulvinata	2
	Calamagrostis	
2	vicunarum	2
	Calamagrostis	
3	rigescens	2
	Calamagrostis	
4	curvula	2
	Calamagrostis	
5	anmohena	2
6	Calamagrostis ovata	2
	Calamagrostis	
7	antoniana	2
	Festuca	
8	dolichophylla	1
	Muhlenbergia	
9	fastigiata	1
10	Poa candamoana	1
40	Festuca orthophylla	2
42	Aciachne pulvinata	2
46	Festuca rigescens	2
	Calamagrostis	
47	minima	2
48	Poa gymnatha	1
	Calamagrostis	
60	eminens	2

CYPERACEAS

11	Carex ecuadorica	1
12	Carex sp.	1
	Eleocharis	
14	albibracteata	1
15	Scirpus spp	1
	Eleocharis	
50	ascicularis	1
55	Cyperaceae sp.	1

JUNCACEAS

13	Distichia muscoides	1
16	Luzula peruviana	2
17	Luzula andicola	2
38	Distichia sp	1

HERBACEAS

<u>Codigo</u>	<u>Especies</u>	<u>Palatabilidad</u>
18	Alchemilla pinnata	1
19	Alchemilla diplophylla	1
20	Castijella fissifolia	
21	Cotula mexicana	3
	Erioclium spp / Erioxaulum	
22	microcephalum	
23	Geranium sesiliflorum	1
24	Gentiana postrata	2
25	Hypochoeris taraxacoides	1
26	Hypochoeris stenocephala	1
27	Plantago tubulosa	2
28	Plantago rigescens	2
29	Ranunculus spp / R. Uniflorus	2
30	Reripa nana	
31	Stylitis andicola	
32	Liliacopsis andina	
33	Lucilia tunserences	2
34	Werneria pygmaea	1
39	Compuestas	
43	Trifolium repens	1
44	Werneria nubigena	1
53	Alchemilla erodifolia	1
57	Hypochoeris acaule	1
58	Alchemilla microphylla	1

OTRAS ESPECIES

35	Musgo	
36	Suelo desnudo	
37	Otros	
45	Mantillo	
49	Lilaea sabulata	
51	Elodea potanogetum	1

41	Oxychloe andina	3	54	Baccharis sp.	3
52	Juncus sp.	2	56	Gentiana carneo-rubra	1
			59	Nostox sp.	

Palatabilidad

- 1 Palatable
- 2 Poco Palatable
- 3 No Palatable

**COMPOSICION DE ESPECIES NATIVAS PREDOMINANTES POR ASOCIACION
EN LA ZONA RESERVADA AYMARA - LUPAKA**

ASOCIACION	ESPECIES PREDOMINANTES	COMPOSICION
FESTUCHETUM I	<i>Festuca orthophylla</i>	21.43
	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	7.14
FESTUCHETUM II	<i>Festuca dichoclada</i>	15.00
	<i>Parastrephia lepidophylla</i>	10.00
STIPETUM	<i>Stipa ichu</i>	20.00
	<i>Festuca weberbauer</i>	8.00
FESTUCHETUM III	<i>Festuca dolichophylla</i>	30.00
	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	16.67
MARGIRICARPETUM	<i>Margiricarpus pinnatus</i>	15.00
	<i>Festuca orthophylla</i>	10.00
DISTICHETUM	<i>Distichia muscoides</i>	30.00
	<i>Oxichloe andina</i>	30.00
CALAMAGROSETUM	<i>Calamagrostis antoniana</i>	35.00
	<i>Festuca dolichophylla</i>	15.00
ELEOCHARETUM	<i>Eleocharis albibracteata</i>	30.00
	<i>Renunculos uniflorus</i>	10.00
PARASTREPETUM	<i>Parastrephia lepidophylla</i>	16.00
	<i>Festuca orthophylla</i>	10.00
POLYLEPIS	<i>Polylepis tomentella</i>	27.00
	<i>Gnaphallium sicutum</i>	13.00
	<i>Festuca orthophylla</i>	10.00
FESTUCHETUM IV	<i>Festuca rigescens</i>	15.00
	<i>Festuca dolichophylla</i>	15.00
	<i>Eleocharis albibracteata</i>	15.00
WERNERICHETUM	<i>Werneria pignae</i>	35.00
	<i>Festuca dolichophylla</i>	20.00

Fuente: En base a elaboración CEDAFOR

**PUNTAJE PARA LA CLASIFICACION DE LA CONDICION DE ASOCIACIONES
PARA VACUNO EN LA ZONA RESERVADA AYMARA LUPAKA**

ASOCIACION	ZONA HOMOGENEA	INDICE %	INDICE DRP	INDICE VIGOR	PUNTAJE TOTAL	CONDICION TOTAL	CONDICION DEL PASTIZAL
FESTUCHETUM I	Pampa	4.3	11.4	13.4	8.3	37.4	Regular
FESTUCHETUM II	Ladera	10.0	9.0	9.0	5.2	33.2	Pobre
STIPETUM	Ladera	18.0	13.2	13.6	5.0	49.8	Regular
FESTUCHETUM III	Pampa	30.0	14.0	17.3	5.1	66.4	Bueno
MARGIRICARPETUM	Lomada	0.0	9.0	9.0	8.0	26.0	Pobre
DISTICHETUM	Bofedal	5.0	8.0	19.0	3.3	35.3	Pobre
CALAMAGROSETUM	Pampa	35.0	15.0	12.0	3.8	66.3	Bueno
ELEOCHARETUM	Bofedal	2.5	4.0	15.0	3.7	25.2	Pobre
PARASTREPETUM	Lomada	0.0	10.0	10.7	5.0	25.7	Pobre
POLYLEPIS	Ladera	10.0	13.4	17.3	2.6	43.2	Regular
FESTUCHETUM IV	Bofedal	15.0	8.0	17.0	5.5	45.5	Regular
WERNERICHETUM	Bofedal	12.5	5.0	20.0	2.5	40.0	Regular

Fuente: En base a elaboración
CEDAFOR

**PUNTAJE PARA LA CLASIFICACION DE LA CONDICION DE ASOCIACIONES
PARA LLAMAS EN LA ZONA RESERVADA AYMARA LUPAKA**

ASOCIACION	ZONA HOMOGENEA	INDICE %	INDICE DRP	INDICE VIGOR	PUNTAJE TOTAL	CONDICION TOTAL	CONDICION DEL PASTIZAL
FESTUCHETUM I	Pampa	0.7	10.0	13.4	8.3	32.4	Pobre
FESTUCHETUM II	Ladera	10.0	9.0	9.0	5.2	33.2	Pobre
STIPETUM	Ladera	15.0	12.4	13.6	5.0	46.0	Regular
FESTUCHETUM III	Pampa	26.6	12.7	17.3	5.1	61.7	Bueno
MARGIRICARPETUM	Lomada	0.0	9.0	9.0	8.0	26.0	Pobre
DISTICHETUM	Bofedal	5.0	8.0	19.0	3.3	35.3	Pobre
CALAMAGROSETUM	Pampa	30.0	13.0	12.5	3.8	59.3	Bueno
ELEOCHARETUM	Bofedal	2.5	4.0	15.0	3.7	25.2	Pobre
PARASTREPETUM	Lomada	0.0	10.0	10.7	5.0	25.7	Pobre
POLYLEPIS	Ladera	10.0	13.4	17.3	2.6	43.2	Regular
FESTUCHETUM IV	Bofedal	15.0	8.0	17.0	5.5	45.5	Regular
WERNERICHETUM	Bofedal	12.5	5.0	20.0	2.5	40.0	Regular

Fuente: En base a elaboración

CEDAFOR

**PUNTAJE PARA LA CLASIFICACION DE LA CONDICION DE ASOCIACIONES
PARA OVINOS EN LA ZONA RESERVADA AYMARA LUPAKA**

ASOCIACION	ZONA HOMOGENEA	INDICE %	INDICE DRP	INDICE VIGOR	PUNTAJE TOTAL	CONDICION TOTAL	CONDICION DEL PASTIZAL
FESTUCHETUM I	Pampa	7.9	12.9	13.4	8.3	42.4	Regular
FESTUCHETUM II	Ladera	2.5	6.0	9.0	5.2	22.7	Pobre
STIPETUM	Ladera	14.0	12.0	13.6	5.0	44.6	Regular
FESTUCHETUM III	Pampa	23.3	11.3	17.3	5.1	56.1	Bueno
MARGIRICARPETUM	Lomada	0.0	9.0	9.0	8.0	26.0	Pobre
DISTICHETUM	Bofedal	32.5	19.0	19.0	3.3	73.8	Pobre
CALAMAGROSETUM	Pampa	30.0	13.0	12.5	3.8	59.3	Bueno
ELEOCHARETUM	Bofedal	27.5	14.0	15.0	3.7	60.2	Bueno
PARASTREPETUM	Lomada	1.6	10.7	10.7	5.0	28.0	Pobre
POLYLEPIS	Ladera	14.9	15.3	17.3	2.6	50.1	Regular
FESTUCHETUM IV	Bofedal	22.5	11.0	17.0	5.5	56.0	Bueno
WERNERICHETUM	Bofedal	32.5	13.0	20.0	2.5	68.0	Bueno

Fuente: En base a elaboración
CEDAFOR

**PUNTAJE PARA LA CLASIFICACION DE LA CONDICION DE ASOCIACIONES
PARA ALPACAS EN LA ZONA RESERVADA AYMARA LUPAKA**

ASOCIACION	ZONA HOMOGENEA	INDICE %	INDICE DRP	INDICE VIGOR	PUNTAJE TOTAL	CONDICION TOTAL	CONDICION DEL PASTIZAL
FESTUCHETUM I	Pampa	3.7	12.0	13.4	8.3	36.4	Pobre
FESTUCHETUM II	Ladera	2.6	6.0	9.0	5.2	22.7	Pobre
STIPETUM	Ladera	11.0	10.8	13.6	5.0	40.4	Regular
FESTUCHETUM III	Pampa	15.0	8.0	17.3	5.1	45.4	Regular
MARGIRICARPETUM	Lomada	0.0	9.0	9.0	8.0	26.0	Pobre
DISTICHETUM	Bofedal	32.5	19.0	19.0	3.3	73.8	Bueno
CALAMAGROSETUM	Pampa	25.0	11.0	12.5	3.8	52.3	Regular
ELEOCHARETUM	Bofedal	30.0	15.0	15.0	3.7	63.7	Bueno
PARASTREPETUM	Lomada	1.6	10.7	10.7	5.0	28.0	Pobre
POLYLEPIS	Ladera	14.9	15.3	17.3	2.6	50.1	Regular
FESTUCHETUM IV	Bofedal	22.5	11.0	17.0	5.5	56.0	Bueno
WERNERICHETUM	Bofedal	40.0	16.0	20.0	2.5	78.5	Bueno

Fuente: En base a elaboración
CEDAFOR

ANEXO III

Lista de algunas variables de entrada y salida consideradas en la construcción de modelos de simulación de producción animal con énfasis en producción de leche; con la información descrita es posible construir variables complementarias necesarias durante el diseño.

Variable/Componente	Unidad
Inversión /Economía	
Area de la finca	ha
Tamaño promedio de hato adulto	UA
Valor de la inversión total de la finca	\$
Costo de mantenimiento de instalaciones	\$/año
Costo combustibles y energía	\$/año
Costo de fertilización	\$/año
Costo del mantenimiento de maquinaria y equipos	\$/año
Costo mantenimiento de pasturas	\$/año
Costo total de salarios al año	\$/año
Costo total de prevención sanidad animal	\$/año
Costo total de alimentos complementarios	\$/año
Costo de inseminación artificial	\$/amp
Costo de reemplazo de toros	\$/año
Otros costos (gastos misceláneos de menor cuantía)	\$/año
Ingreso total por venta de leche	\$/año
Ingreso total por venta de novillas infértiles	\$/año
Ingreso total por venta de terneros destetados	\$/año
Ingreso total por venta vacas de deshecho	\$/año
Ingreso bruto total al año	\$/año
Ingreso total de la empresa	\$/año
Tasa de rendimiento anual del capital invertido	%
Interés pagado por préstamos	\$/año
Alquiler anual total de la finca (área ocupada)	\$/año
Depreciación anual	\$/año
Tasa de renovación del hato	%
Valor de una unidad de peso vivo (Kg.)	\$/Kg.
Valor promedio de un litro de leche	\$/l
Valor promedio de ternero destetado	\$/tern

Animales / hato *

Estructura del hato por categorías	UA/categoría
Unidades animal, total	UA
Número de vacas en producción con toro	vacas/toros
Número de vaquillas con toro	vaquillas/toro
Terneros destetados por año	terneros/año
Número anual de vacas secas	vacas/año
Número anual de vacas en producción	vacas/año
Vida productiva esperada (primer parto a salida hato)	años
Novillas desechadas por año por reproducción	Novillas/año
Tamaño del grupo de novillas al apareamiento	Vaq. adultas
Número de vaquillas que deben parir cada año	vaquillas/año
Número de vaquillas que deben llegar a peso de apareamiento	Vaquillas/año
Número de partos en el hato por año	partos/año
Promedio anual de terneros lactantes en el hato	Terneros
Terneros nacidos vivos por año	terneros/año
Terneros destetados por año no requeridos como reemplazo	terneros
Terneras destetadas por año no requeridas como reemplazo	terneras
Edad de la novilla al peso de servicio	meses
Período sin obtener preñez	meses
Edad al primer parto	meses
Período en obtener peso adecuado para servicio después del destete	meses
Intervalo entre partos	meses
Duración de la lactancia	días
Duración del período de no-producción entre partos	meses
Intervalo entre el parto y preñez (concepción)	días
Mortalidad de terneros (nacimiento - destete)	%
Mortalidad entre destete y peso de primer apareamiento	%
Mortalidad entre primer apareamiento y parto	%
Mortalidad de animales adultos	%
Número de abortos por año (incluye natimuertos)	abortos/año
Terneras que pesan menos que el grupo de normal de apareamiento	Vaq. jóvenes
Peso aceptable al servicio	Kg.
Peso ternero al destete	Kg
Días de lactancia	días
Peso al nacer	Kg.
Considerar probabilidad de eventos del ciclo productivo y reproductivo.	

Manejo de pasturas

Carga animal de la finca	UA/ha
Area de potreros	ha
Número de potreros de pastoreo por vacas producción, secas, novillas	N
Tasa crecimiento forraje	Kg. ms/ha/día

Alimentación

Materia seca disponible por ciclo de pastoreo	kg ms/ha
Porcentaje de digestibilidad de materia seca	%
Energía de la materia seca (bruta, digestible, neta)	Mcal/kg

Materia seca residual	kg/ha
Energía suplementos	Mcal/kg ms
Proteína suplementos	%
Composición mineral (Ca, P, otros)	% ; mg/kg

Producción

Producción de leche por lactancia	kg
Producción de leche por vaca por año/vaca/año	
Producción total de leche al año	l/año
Peso promedio de vacas deshechadas	Kg.
Tasa de crecimiento de nacimiento a destete	kg/día
Tasa de crecimiento de destete a preñez	kg/día
Peso promedio de terneros destetados para venta	kg/terner
Peso de toretes y vaquillas para venta	kg/torete
Total vacas deshecho al año	Vacas/año
vacas deshecho kg/vaca	Peso

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA
CAPACIDAD DE CARGA 0.2 (US \$)**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.- Mano de obra	Jornal/Año	832	1	832
2.- Alimentación	Raciones	9.6	20	192
3.- Sanidad	Dosis	2.1	20	42
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1127
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		13		13
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				405
C. COSTO TOTAL				1532
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	878	527
2.- Por Fibra	Kg	8.5	38	323
Total				850
F. RENTABILIDAD				-0.45

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA
CAPACIDAD DE CARGA 0.3 (US \$)**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.- Mano de Obra	Jornal/Año	832	1	832
2.- Alimentación	Raciones	9.6	30	288
3.- Sanidad	Dosis	2.1	30	63
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1244
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		19		19
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				411
C. COSTO TOTAL				1655
D. INGRESO BRUTO				
1. Por carne	Kg	0.6	1529	917
2.- Por Fibra	Kg	8.5	73	622
Total				1539
F. RENTABILIDAD				-0.07

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA.
CAPACIDAD DE CARGA 0,4 (US \$)**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.- Mano de Obra	Jornal/Año	832	1	832
2.- Alimentación	Raciones	9.6	40	384
3.- Sanidad	Dosis	2.1	40	84
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1361
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		25		25
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				418
C. COSTO TOTAL				1778
D. INGRESO BRUTO				
1. Por carne	Kg	0.6	2054	1232
2.- Por Fibra	Kg	8.5	84	711
Total				1943
F. RENTABILIDAD				0.09

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNAHUMEDA
CAPACIDAD DE CARGA 0,5 (US \$)**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	9.6	50	480
3.- Sanidad	Dosis	2.1	50	105
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1478
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		32		32
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				424
C. COSTO TOTAL				1902
D. INGRESO BRUTO				
1. Por carne	Kg	0.6	2667	1600
2.- Por Fibra	Kg	8.5	121	1024
Total				2624
F. RENTABILIDAD				0.38

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA
CAPACIDAD DE CARGA 0,6 (US \$)**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.- Mano de Obra	Jornal/Año	832	1	832
2.- Alimentación	Raciones	9.6	61	585.6
3.- Sanidad	Dosis	2.1	61	128.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1606
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administración		347		347
2.- Bienes y Servicios		38		38
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				431
C. COSTO TOTAL				2037
D. INGRESO BRUTO				
1. Por carne	Kg	0.6	3228	1937
2.- Por Fibra	Kg	8.5	158	1343
Total				3279
F. RENTABILIDAD				0.61

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA
CAPACIDAD DE CARGA 0.7 (US \$)**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.- Mano de Obra	Jornal/Año	832	1	832
2.- Alimentación	raciones	9.6	71	681.6
3.- Sanidad	Dosis	2.1	71	149.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1723
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administración		347		347
2.- Bienes y Servicios		45		45
3.- Depreciación		45		45
Sub-Total				437
C. COSTO TOTAL				2161
D. INGRESO BRUTO				
1. Por carne	Kg	0.6	3556	2133
2.- Por Fibra	Kg	8.5	185	1575
Total				3709
F. RENTABILIDAD				0.72

COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA
CAPACIDAD DE CARGA 0.8 (US \$)

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.- Mano de Obra	Jornal/Año	832	1	832
2.- Alimentación	Ración	9.6	81	777.6
3.- Sanidad	Dosis	2.1	81	170.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1840
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		51		51
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				443
C. COSTO TOTAL				2284
D. INGRESO BRUTO				
1. Por carne	Kg	0.6	3631	2179
2.- Por Fibra	Kg	8.5	202	1714
Total				3893
F. RENTABILIDAD				0.70

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA
CAPACIDAD DE CARGA 0.9 (US \$)**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.- Mano de Obra	Jornal/Año	832	1	832
2.- Alimentación	Raciones	9.6	91	873.6
3.- Sanidad	Dosis	2.1	91	191.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1957
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administración		347		347
2.- Bienes y Servicios		57		57
3.- Depreciación		45		45
Sub-Total				450
C. COSTO TOTAL				2407
D. INGRESO BRUTO				
1. Por carne	Kg	0.6	3382	2029
2.- Por Fibra	Kg	8.5	201	1709
Total				3739
F. RENTABILIDAD				0.55

COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDAD
CAPACIDAD DE CARGA 0.2 (US\$)

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.- Mano de Obra	Jornal/Año	832	1	832
2.- Alimentacion	Raciones	9.6	20	192
3.- Sanidad	Dosis	2.1	20	42
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1127
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administración		347		347
2.- Bienes y Servicios		13		13
3.- Depreciación		45		45
Sub-Total				405
C. COSTO TOTAL				1532
D. INGRESO BRUTO				
1. Por carne	Kg.	0.6	878	527
2.- Por Fibra	Kg.	8.5	38	323
Total				850
F. RENTABILIDAD				-0.45

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA
CAPACIDAD DE CARGA 1.1 (US \$)**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1. Mano de Obra	Jornal/año	832	1	832
2.- Alimentación	Ración/año	9.6	111	1065.6
3.- Sanidad	Dosis	2.1	111	233.1
4.- Financiamiento(22% I/añox4 meses)		61		61
Sub-Total				2191
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administración (35 % C. Adm)		347		347
2.- Bienes y Servicios (30% sanidad)		70		70
3.- Depreciación		45		45
Sub-Total				462
C. COSTO TOTAL				2654
D. INGRESO BRUTO				
1. Por carne	Kg	0.6	1623	974
2.- Por Fibra	Kg	8.5	133	1132
Total				2106
F. RENTABILIDAD				-0.21

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA
MEJORADA**

CAPACIDAD DE CARGA 0,2

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	11.87	20	237
3.- Sanidad	Dosis	2.1	20	42
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1172
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		13		13
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				405
C. COSTO TOTAL				
				1577
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	914	548
2.- Por Fibra	Kg	8.5	42	359
Total				907
F. RENTABILIDAD				
				-0.42

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA
MEJORADA**

CAPACIDAD DE CARGA 0,3

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	11.87	30	356.1
3.- Sanidad	Dosis	2.1	30	63
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1312
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		19		19
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				411
C. COSTO TOTAL				
				1723
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	1572	943
2.- Por Fibra	Kg	8.5	80	676
Total				1619
F. RENTABILIDAD				
				-0.06

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA
MEJORADA**

CAPACIDAD DE CARGA 0,4

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	11.87	40	474.8
3.- Sanidad	Dosis	2.1	40	84
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1452
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		25		25
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				418
C. COSTO TOTAL				
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	2470	1482
2.- Por Fibra	Kg	8.5	106	901
Total				2383
F. RENTABILIDAD				
				0.27

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA
CAPACIDAD DE CARGA 0,5**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	11.87	50	593.5
3.- Sanidad	Dosis	2.1	50	105
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1591
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		32		32
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				424
C. COSTO TOTAL				
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	3163	1898
2.- Por Fibra	Kg	8.5	147	1250
Total				3147
F. RENTABILIDAD				
				0.56

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA
MEJORADA**

CAPACIDAD DE CARGA 0,6

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	11.87	61	724.07
3.- Sanidad	Dosis	2.1	61	128.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1745
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		38		38
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				431
C. COSTO TOTAL				
				2176
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	3803	2282
2.- Por Fibra	Kg	8.5	187	1592
Total				3873
F. RENTABILIDAD				
				0.78

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA MEJORADA
CAPACIDAD DE CARGA 0,7**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	11.87	71	842.77
3.- Sanidad	Dosis	2.1	71	149.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1885
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		45		45
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				437
C. COSTO TOTAL				2322
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	4190	2514
2.- Por Fibra	Kg	8.5	217	1841
Total				4355
F. RENTABILIDAD				0.88

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA
MEJORADA
CAPACIDAD DE CARGA 0,8**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.- Mano de obra	Jr	832	1	832
2.- Alimentación	raciones	11.87	81	961.47
3.- Sanidad	Dosis	2.1	81	170.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				2024
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administración		347		347
2.- Bienes y Servicios		51		51
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				443
C. COSTO TOTAL				2468
D. INGRESO BRUTO				
1. Por carne	Kg	0.6	4316	2589
2.- Por Fibra	Kg	8.5	233	1983
Total				4572

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA
MEJORADA
CAPACIDAD DE CARGA 0,9**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.- Mano de Obra	Jornal/Año	832	1	832
2.- Alimentación	Raciones	11.87	91	1080.17
3.- Sanidad	Dosis	2.1	91	191.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				2164
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administración		347		347
2.- Bienes y Servicios		57		57
3.- Depreciación		45		45
Sub-Total				450
C. COSTO TOTAL				2614
D. INGRESO BRUTO				
1. Por carne	Kg	0.6	4107	2464
2.- Por Fibra	Kg	8.5	233	1980
Total				4444

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA
HUMEDA.MEJORADA
CAPACIDAD DE CARGA 1,0**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.- Mano de Obra	Jornal/Año	832	1	832
2.- Alimentación	Raciones	11.87	101	1198.87
3.- Sanidad	Dosis	2.1	101	212.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				2304
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administració		347		347
2.- Bienes y Servicios		64		64
3.- Depreciación		45		45
Sub-Total				456
C. COSTO TOTAL				2760
D. INGRESO BRUTO				
1. Por carne	Kg	0.6	3492	2095
2.- Por Fibra	Kg	8.5	211	1794
Total				3889

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA HUMEDA
MEJORADA
CAPACIDAD DE CARGA 1,1**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.- Mano de Obra	Jornal/Año	832	1	832
2.- Alimentación	Raciones	11.87	111	1317.57
3.- Sanidad	Dosis	2.1	111	233.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				2444
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administración		347		347
2.- Bienes y Servicios		70		70
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				462
C. COSTO TOTAL				2906
D. INGRESO BRUTO				
1.- Por carne	Kg	0.6	2398	1439
2.- Por Fibra	Kg	8.5	163	1387
Total				2826

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA
CAPACIDAD DE CARGA 0,2 (US\$)**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	8.7	20	174
3.- Sanidad	Dosis	2.1	20	42
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1109
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		13		13
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				405
C. COSTO TOTAL				
				1514
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	619	372
2.- Por Fibra	Kg	8.5	19	158
Total				530
F.RENTABILIDAD				
				-0.65

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA
CAPACIDAD DE CARGA 0,3 (US\$)**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	8.7	30	261
3.- Sanidad	Dosis	2.1	30	63
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1217
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		19		19
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				411
C. COSTO TOTAL				1628
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	1113	668
2.- Por Fibra	Kg	8.5	43	365
Total				1032
F. RENTABILIDAD				
				-0.37

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA
CAPACIDAD DE CARGA 0,4**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	8.7	40	348
3.- Sanidad	Dosis	2.1	40	84
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1325
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		25		25
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				418
C. COSTO TOTAL				
				1742
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	1648	989
2.- Por Fibra	Kg	8.5	73	619
Total				1607
F. RENTABILIDAD				
				-0.08

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA
CAPACIDAD DE CARGA 0,5**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	8.7	50	435
3.- Sanidad	Dosis	2.1	50	105
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1433
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		32		32
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				424
C. COSTO TOTAL				
				1857
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	2163	1298
2.- Por Fibra	Kg	8.5	104	880
Total				2178
F. RENTABILIDAD				
				0.17

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA
CAPACIDAD DE CARGA 0,6**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	8.7	61	530.7
3.- Sanidad	Dosis	2.1	61	128.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1551
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		38		38
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				431
C. COSTO TOTAL				1982
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	2641	1585
2.- Por Fibra	Kg	8.5	134	1141
Total				2725
F. RENTABILIDAD				0.37

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA
CAPACIDAD DE CARGA 0,7**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	8.7	71	617.7
3.- Sanidad	Dosis	2.1	71	149.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1659
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		45		45
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				437
C. COSTO TOTAL				2097
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	2934	1760
2.- Por Fibra	Kg	8.5	147	1249
Total				3009
F. RENTABILIDAD				0.44

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA
CAPACIDAD DE CARGA 0,8**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	8.7	81	704.7
3.- Sanidad	Dosis	2.1	81	170.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1767
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		51		51
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				443
C. COSTO TOTAL				2211
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	3014	1808
2.- Por Fibra	Kg	8.5	147	1246
Total				3055
F. RENTABILIDAD				0.38

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA
CAPACIDAD DE CARGA 0,9**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	8.7	91	791.7
3.- Sanidad	Dosis	2.1	91	191.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1875
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		57		57
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				450
C. COSTO TOTAL				2325
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	2846	1707
2.- Por Fibra	Kg	8.5	130	1106
Total				2813
F. RENTABILIDAD				
				0.21

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA
CAPACIDAD DE CARGA 1,0**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	8.7	101	878.7
3.- Sanidad	Dosis	2.1	101	212.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1983
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		64		64
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				456
C. COSTO TOTAL				
				2439
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	2343	1406
2.- Por Fibra	Kg	8.5	93	790
Total				2196
F. RENTABILIDAD				
				-0.10

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA
CAPACIDAD DE CARGA 1,1**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	8.7	111	965.7
3.- Sanidad	Dosis	2.1	111	233.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				2091
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		70		70
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				462
C. COSTO TOTAL				2554
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	1455	873
2.- Por Fibra	Kg	8.5	32	274
Total				1147
F. RENTABILIDAD				-0.55

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA.MEJORADA
CAPACIDAD DE CARGA 0,2**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	11.15	20	223
3.- Sanidad	Dosis	2.1	20	42
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1158
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		13		13
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				405
C. COSTO TOTAL				
				1563
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	705	423
2.- Por Fibra	Kg	8.5	30	253
Total				676
F. RENTABILIDAD				
				-0.57

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA MEJORADA
CAPACIDAD DE CARGA 0,3**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	11.15	30	334.5
3.- Sanidad	Dosis	2.1	30	63
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1290
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		19		19
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				411
C. COSTO TOTAL				
				1702
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	1228	737
2.- Por Fibra	Kg	8.5	59	502
Total				1239
F. RENTABILIDAD				
				-0.27

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA MEJORADA
CAPACIDAD DE CARGA 0,4**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	11.15	40	446
3.- Sanidad	Dosis	2.1	40	84
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1423
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		25		25
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				418
C. COSTO TOTAL				
				1840
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	1922	1153
2.- Por Fibra	Kg	8.5	84	711
Total				1864
F. RENTABILIDAD				
				0.01

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA MEJORADA
CAPACIDAD DE CARGA 0,5**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	11.15	50	557.5
3.- Sanidad	Dosis	2.1	50	105
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1555
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		32		32
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				424
C. COSTO TOTAL				1979
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	2480	1488
2.- Por Fibra	Kg	8.5	117	990
Total				2478
F. RENTABILIDAD				
				0.25

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA MEJORADA
CAPACIDAD DE CARGA 0,6**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	11.15	61	680.15
3.- Sanidad	Dosis	2.1	61	128.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1701
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		38		38
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				431
C. COSTO TOTAL				
				2132
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	2996	1797
2.- Por Fibra	Kg	8.5	149	1270
Total				3068
F. RENTABILIDAD				
				0.44

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA MEJORADA
CAPACIDAD DE CARGA 0,7**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	11.15	71	791.65
3.- Sanidad	Dosis	2.1	71	149.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1834
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		45		45
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				437
C. COSTO TOTAL				
				2271
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	3309	1986
2.- Por Fibra	Kg	8.5	173	1473
Total				3458
F. RENTABILIDAD				
				0.52

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA MEJORADA
CAPACIDAD DE CARGA 0,8**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	11.15	81	903.15
3.- Sanidad	Dosis	2.1	81	170.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				1966
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		51		51
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				443
C. COSTO TOTAL				
				2409
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	3408	2045
2.- Por Fibra	Kg	8.5	187	1590
Total				3635
F. RENTABILIDAD				
				0.51

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA MEJORADA
CAPACIDAD DE CARGA 0,9**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	11.15	91	1014.65
3.- Sanidad	Dosis	2.1	91	191.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				2099
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		57		57
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				450
C. COSTO TOTAL				2548
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	3232	1939
2.- Por Fibra	Kg	8.5	187	1586
Total				3525
F. RENTABILIDAD				0.38

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA MEJORADA
CAPACIDAD DE CARGA 1,0**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	11.15	101	1126.15
3.- Sanidad	Dosis	2.1	101	212.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total				2231
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		64		64
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total				456
C. COSTO TOTAL				2687
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	2720	1632
2.- Por Fibra	Kg	8.5	168	1425
Total				3057
F. RENTABILIDAD				0.14

**COSTO DE PRODUCCION DE ALPACAS DE PUNA SECA MEJORADA
CAPACIDAD DE CARGA 1,1**

	Unidad Medida	Costo por Unidad	Cantidad	Total
A. COSTOS VARIABLES				
1.-Mano de obra:				
1 Jornal/año	Jr	832	1	832
2.- Alimentacion	raciones	11.15	111	1237.65
3.- Sanidad	Dosis	2.1	111	233.1
4.- Financiamiento		61		61
Sub-Total		906		2364
B. COSTOS FIJOS				
1.- Administracion		347		347
2.- Bienes y Servicios		70		70
3.- Depreciacion		45		45
Sub-Total		462		462
C. COSTO TOTAL				2826
D. INGRESOS BRUTOS				
1. Por carne	Kg	0.6	1812	1087
2.- Por Fibra	Kg	8.5	127	1076
Total				2163
F. RENTABILIDAD				-0.23