

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Escuela de Post Grado



“Evaluación de un Predio Agrícola Integral de Bajos Insumos Externos”

Tesis presentada por:

Toribio Nolberto Tejada Campos

Para optar el Grado Académico de:

Maestro en Ciencias

Mención: Recursos Naturales

Línea: Recursos Vegetales

Comité Científico:

Blgo. Dr. Isidoro Sánchez Vega
Ing. Ph. D. Jiefar Díaz Navarro
Blgo. Dr. Homero Bazán Zurita
Mg. Soc. Elfer Miranda Valdivia
Mag. Econ. Elmer Rodríguez Olazo
Ing. M.Sc. Wilfredo Poma Rojas
Ing. M.Sc. Jorge De La Torre Araujo

CAJAMARCA – PERU
1997

DEDICATORIA

Con mucha gratitud y cariño:

A mi padre, Matías (Q.D.D.G.); y a mi madre Carmen Rosa, quienes con humildad, esfuerzo y muy cerca de la pobreza me enseñaron la noble carrera de ser agricultor.

A mi esposa Felicitas; a mis hijos Antonio, Luis, Luis Antonio (Q.D.D.G.) y Cristian, quienes sabiendo tolerar muchos sinsabores me apoyaron decididamente en la culminación de mis estudios.

A mis seis hermanos: Alberto, Jorge, Marino, Gilmer, Norbil y Víctor; con quienes compartimos las experiencias del trabajo físico e intelectual para la superación.

Toribio

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Cajamarca, que gracias a sus aulas y maestros hicieron posible mi carrera profesional.

Al Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), por haberme concedido permiso para realizar parte de mis estudios de Maestría.

Al Ing. Luis Duarte Blaschka y familia, quienes desinteresadamente, me concedieron todas las facilidades para realizar el presente trabajo de investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, que sin espera alguna me apoyó económicamente para mis estudios de Maestría y para parte del presente trabajo de Investigación; sin lo cual, no hubiera sido posible esta culminación.

A la Red de Acción en Alternativas al Uso de Agroquímicos (R.A.A.A.), por haber colaborado financieramente para el presente trabajo de investigación.

A mi asesor, el Dlgo. Dr. Isidoro Sánchez Vega, quien con su experiencia profesional, me apoyó en la consecución del presente trabajo.

Al Comité Científico del presente trabajo por las atinadas sugerencias y revisiones realizadas.

A mis amigos del Instituto Nacional de Investigación Agraria, de la Universidad Nacional de Cajamarca y otras instituciones, así como a todas las personas, quienes colaboraron con sugerencias, información o trabajo de campo para el presente estudio.

De Toribio

RESUMEN

TEJADA CAMPOS, Toribio Nolberto (1997). "**Evaluación de un Predio Agrícola Integral de Bajos Insumos Externos**". Tesis de Maestría en Ciencias, Mención Recursos Naturales. Escuela de Post Grado. Universidad Nacional de Cajamarca-Perú. 179 pág.

El estudio se realizó en el Caserío Tres Molinos, distrito Baños del Inca, Provincia y Departamento de Cajamarca-Perú; entre marzo de 1996 a marzo de 1997. Se evaluó las características de los recursos y componentes de un Predio Agrícola Integral de Bajos Insumos Externos (PAIBIE), con el fin de identificar prácticas de manejo que mejoren la productividad y el uso de los recursos productivos agrícolas.

Se hace la comparación de un PAIBIE con predios aledaños en las actividades de manejo de pasturas, praderas, cultivos y actividades complementarias.

Se observó que en el PAIBIE, el manejo de la pastura ofrece una mejor composición botánica y rentabilidad frente a los predios testigo; lo mismo ocurrió con la pradera en cuanto a composición botánica y soportabilidad. El bosque de pino con medidas de conservación de suelos y pradera sin pastoreo muestra un mayor almacenamiento del agua de lluvia respecto al bosque de eucalipto y parcelas con sobrepastoreo. En cuanto a la fertilidad química del suelo, árboles de pino y eucalipto muestran respuestas diferentes; y se observó un incremento del fósforo y potasio del suelo con la práctica del Majadeo.

Económicamente el PAIBIE tuvo una relación beneficio/costo de 1,26 para 1996. Su manejo tiene un efecto positivo en los recursos vegetación, agua, animales domésticos y fauna silvestre. Además se muestra su viabilidad social, económica, técnica y ambiental.

ABSTRACT

TEJADA CAMPOS, Toribio Nolberto (1997). "**Evaluation of a Low External Inputs Agricultural Farm**". Master of Science's Thesis, Mention in Natural Resources. School of Post Grade. National University of Cajamarca-Perú. 179 pag.

The study was carried out in the Village Tres Molinos, district of Baños del Inca, province and Department of Cajamarca-Perú; between march of 1996 to march of 1997. The characteristics of the resources and components of Low External Inputs Agricultural Farm (LEIAF), to identify practices of management to improve the productivity and use of agricultural resources, were evaluated.

Activities of management of pastures, prairies, crops and complementary activities between the LEIAF and surrounding farms were compared.

It was observed that in the LEIAF the management of pastures offers a better botanical composition and as compared to the surrounding farms. Similarly, the management of prairies increases the botanical composition and supportability for cattle. The pine forest with adequate soil conservation and keeping the prairie without shepherd, showed a major storage of water down of rain as compared to the eucalyptus forest and plots with very much shepherd. Trees of pine and eucalyptus show different responses to the soil chemical fertility and an increase of phosphorus and potassium with the "Majadeo" practice was observed.

Economically the LEIAF had a relation benefit/expense ratio of 1,26 for 1996. Its management has a positive effect in the resources vegetation, water, domestic animals and wild fauna. Besides, it shows social, economical, technical and enviromental viability.

INDICE GENERAL

Pág.

Resumen
Abstract

CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1. El problema de investigación	1
1.2. Justificación y objetivos	3
1.3. Hipótesis	5

CAPITULO II: REVISION DE LITERATURA

2.1. Antecedentes del Problema	7
2.2. Los sistemas agrícolas: Diseño, Manejo y Evaluación	11
2.3. La Investigación y el Desarrollo Rural	29

CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS

3.1. Características de la zona de estudio	31
3.2. Instrumentos y equipos utilizados	35
3.3. Metodología	36
3.3.1. Fase de Campo	36
3.3.1.1. Identificación de los Predios de Estudio	36
3.3.1.2. Identificación de los sitios de muestreo	42
3.3.1.3. Cronograma de evaluaciones	43
3.3.1.4. Métodos de evaluación de pasturas, praderas, forestales, cultivos y suelos	44
3.3.1.5. Evaluación de Rentabilidad	53
3.3.1.6. Aproximación del Contexto Socio-cultural del PAIBIE	54
3.3.1.7. Evaluación Ambiental	54
3.3.2. Fase de Gabinete y Laboratorio	55

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Perfiles representativos del suelo del PAIBIE	57
4.2. Evaluación de Pasturas	59
4.3. Evaluación de Praderas	65
4.4. Evaluación de cultivos	71
4.5. Evaluación de Suelos	73
4.6. Evaluación Económica	96
4.7. La viabilidad del PAIBIE	101

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	108
5.1. Recomendaciones	111

Bibliografía
Apéndice
Anexos

113
i
li

INDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Temperatura, precipitación y humedad relativa registradas en la Estación Meteorológica ADEFOR-Tartar para el Período 1989-95.	xxvi
2. Temperatura, precipitación y humedad relativa registradas en la Estación Meteorológica ADEFOR-Tartar para el año 1996.	xxvi
3. Principales características de los predios en estudio	xxvii
4. Resumen de Conclusiones para Evaluaciones Cuantitativas	xxviii
5. Composición florística de la pastura del PAIBIE	60
6. Composición florística de la pastura del Testigo P-1	60
7. Composición florística de la pastura del Testigo P-2	61
8. Composición florística de la pastura de los tres predios en estudio	61
9. Producción de biomasa de la pastura de los tres predios en estudio	64
10. Valor Relativo Forrajero y Presencia de las especies botánicas de la pradera de seis parcelas en estudio durante la época húmeda	66
11. Composición de la pradera de seis parcelas en estudio	67
12. Evaluación de la condición de la pradera en la época húmeda en seis parcelas en estudio	68
13. Producción de biomasa aprovechable y soportabilidad de la pradera en seis parcelas en estudio	70
14. Densidad de población y rendimiento de grano de maíz y frijol	72
15. Contenido de humedad del suelo de seis parcelas en estudio	74
16. Lámina de agua en el suelo de seis parcelas en estudio	75
17. Balance de lámina de agua de seis parcelas en estudio	76
18. Contenido de humedad de la capa arable del suelo a diferentes distancias de una hilera de eucaliptos	78
19. Contenido de humedad de la capa arable del suelo a diferentes distancias de acequias de infiltración con y sin pinos	80
20. Contenido de humedad de la capa arable del suelo en cultivo de maíz con y sin trébol carretilla	81
21. Fertilidad química del suelo con y sin Majadeo	84
22. Fertilidad química del suelo a diferentes distancias de pinos y de eucaliptos	87
23. Fertilidad química del suelo en las terrazas de formación lenta	89
24. Fertilidad química del suelo de seis parcelas de pradera y forestales en estudio	91
25. Fertilidad química del suelo en los compartimientos de un hormiguero	94
26. Profundidad del suelo en parcelas Clase VI, con pradera y forestales en estudio	95
27. Tasa Marginal de Retorno de Pasturas en tres predios	97
28. Tasa Marginal de Retorno del Majadeo en el cultivo de maíz	98

29. Tasa Marginal de Retorno de parcelas silvopastoriles a los doce años de edad	98
30. Tasa Marginal de Retorno de parcelas silvopastoriles a los veinte años de edad	99
31. Tasa Marginal de Retorno de parcelas silvopastoriles a los veinticinco años de edad	99
32. Los Ingresos del PAIBIE durante el año 1996	100
33. Los Egresos del PAIBIE durante el año 1996	101
34. Matriz de Evaluación Ambiental del PAIBIE y de los predios aledaños	106
35. Insumos externos al PAIBIE utilizados durante 1996	iv
36. Distribución de la producción de leche en el PAIBIE en 1996	vii
37. Especies vegetales identificadas en el PAIBIE	xiv
38. Beneficio bruto y costos que varían de pasturas	xvii
39. Beneficio bruto y costos que varían de parcelas silvopastoriles a los doce años de edad	xviii
40. Beneficio bruto y costos que varían de parcelas silvopastoriles a los veinte años de edad	xix
41. Beneficio bruto y costos que varían de parcelas silvopastoriles a los veinticinco años de edad	xix
42. Beneficio bruto y costos que varían del Majadeo	xx

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Mapa de Ubicación del Area de Estudio	xxx
2. Temperatura promedio máxima, mínima y media durante el período 1989-95	xxxii
3. Histograma de la precipitación mensual promedio durante el período 1989-95	xxxii
4. Humedad relativa promedio mensual máxima, mínima y media durante el período 1989-95	xxxii
5. Temperatura promedio máxima, mínima y media durante el año 1996	xxxiii
6. Histograma de la precipitación mensual durante 1996	xxxiii
7. Humedad relativa promedio mensual máxima, mínima y media	xxxiii
8. Croquis de las Pasturas en estudio	xxxiv
9. Croquis de parcelas de pradera y forestales en estudio	xxxv
10. Croquis de parcelas de cultivos en estudio	xxxvi
11. Contenido de humedad del suelo en seis parcelas Clase VI	xxxvii
12. Variación de humedad del suelo en parcela C.01.PAIBIE-Bosque de Pino	xxxvii
13. Variación de humedad del suelo en parcela C.02.PAIBIE-Pradera con acequias	xxxviii

14. Variación de humedad del suelo en parcela C.03.PAIBIE-Pradera con arbustos	xxxviii
15. Variación de humedad del suelo en parcela C.04.P.H. Eucaliptos	xxxvix
16. Variación de humedad del suelo en parcela C.05.CAU-Pradera	xxxvix
17. Variación de humedad del suelo en parcela C.06.CAU-Eucaliptos	xl

INDICE DE FOTOS

	Pág.
1. Pastura del PAIBIE durante la época húmeda	xli
2. Fundo Tres Molinos, uno de los predios testigo (P-1)	xli
3. Pastura del PAIBIE durante la época seca	xlii
4. Pastura del Fundo Tres Molinos durante la época seca	xlii
5. Volteado del compost	xliii
6. Suplementación de afrecho a las vacas lecheras	xliii
7. El área de pradera del PAIBIE por los años 80	xliv
8. El área de la pradera del PAIBIE en el año 1996	xliv
9. El bosque de pino del PAIBIE	xlv
10. La pradera con arbustos y el apiario del PAIBIE	xlv
11. El bosque de pino y la pradera del PAIBIE en época húmeda	xlvi
12. Pradera del PAIBIE en la época seca	xlvi
13. Acequia de infiltración con pinos en los cultivos del PAIBIE	xlvii
14. La labor de "Cuaresma"o Barbecho	xlvii
15. Vacunos y equinos del PAIBIE durante el Majadeo	xlviii
16. La trilla de avena	xlviii
17. Hongos comestibles y "pié de perro" debajo de los pinos	xlix
18. Un hormiguero en la pradera del PAIBIE	xlix
19. Evaluación del maíz cultivado con Majadeo	1
20. Visita guiada a cargo del Ing. Luis Duarte Blaschka	1

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

El uso inadecuado de los recursos productivos¹ de los agroecosistemas conlleva a la disminución de la productividad y la producción, a la degradación ambiental y al abandono progresivo de la actividad agrícola en la zona de la sierra². Esta situación se ha intensificado por el enfoque de desarrollo agrícola nacional, caracterizado por: **i)** el impulso a la utilización de recursos externos a los predios campesinos, como el uso de fertilizantes químicos, pesticidas, semillas mejoradas, etc.; y **ii)** un continuo apoyo para la investigación y promoción de productos agrícolas de importancia comercial, industrial y de exportación.

Esta circunstancia, ha provocado que muchos agricultores hayan dado mayor importancia al uso de recursos externos en sus predios, menospreciando la potencialidad de sus propios recursos. Ello, ha motivado la dependencia comercial de las familias rurales: venden su producción a precios bajos para adquirir recursos externos a precios altos, generando desequilibrios en su economía y bienestar. Sin embargo, **¿en qué medida, esta situación se presenta en los sistemas o predios integrales que se manejan con bajos insumos externos?**

La presente investigación se plantea con la finalidad de observar y evaluar las características de los recursos naturales y las relación hombre-naturaleza que se producen en un *Predio Agrícola Integral*

1 Como la tierra, la fuerza de los animales, la mano de obra (FAO, 1993).

2 En la región sierra del departamento de Cajamarca, se tiene 942 Unidades agropecuarias abandonadas (equivalente a 3,462.17 ha y al 0.3% del área agropecuaria). (INEL, 1996).

de Bajos Insumos Externos (PAIBIE), en comparación con predios no integrales y/o que no enfatizan el uso de sus propios recursos; con la finalidad de determinar sus diferencias en cuanto a: **i)** la oferta ambiental que se ofrece, **ii)** al manejo de los recursos productivos y productividad y **iii)** al aspecto económico.

Se busca identificar las principales prácticas que ocurren en el PAIBIE y evaluar la viabilidad para su uso por las familias rurales de la sierra norte del Perú.

El PAIBIE es comparado con predios aledaños que no enfatizan la integralidad del sistema ni el uso de insumos internos. Para ello, se considera dos tipos de predios: **i)** de la zona bajo riego, que se caracterizan por manejar pasturas para la producción lechera, y **ii)** de la zona de ladera al secano que son de manejo forestal y de cultivos para el consumo familiar.

El presente estudio se plantea para resolver las siguientes interrogantes:

- ¿Qué oferta ambiental nos ofrece el PAIBIE en comparación con los otros predios?.
- ¿Cuál es la intervención humana realizada para alcanzar y manejar dicha oferta ambiental?.
- ¿En qué medida se ha mejorado la calidad de los recursos naturales (suelo, plantas, animales domésticos), en el PAIBIE en relación con otros predios?.
- ¿Cuál es la rentabilidad económica del PAIBIE?.

1.2. JUSTIFICACION Y OBJETIVOS

A partir de la década de los 40, la pobreza rural y hambruna del mundo fue concebida como problema de producción, por tanto, se debería producir más y más alimentos y se impulsó la llamada Revolución Verde. Sin embargo, el problema no fue resuelto, la diferencia social, la pobreza, el hambre fueron dramáticamente incrementados. Luego, a partir de los últimos años de la década de los setenta, se concibe que *la sola alza de la productividad no va a solucionar la pobreza rural*. Ahora se comprende que la pobreza y hambruna, no se debe mayormente a la escasez de alimentos, sino más bien, a la escasez de los medios para producirlos o para comprarlos; es decir, a la falta de una distribución equitativa de los mismos. Esto lleva a cambiar la atención hacia las necesidades e intereses de aquellos agricultores que fueron ignorados por la Revolución Verde, o sea, hacia las decenas de millones de familias del mundo de bajos recursos³ (Chambers, R. y B. Ghildyal; 1985).

En el contexto antes mencionado la actividad agrícola en el país ha sufrido sustanciales cambios en los últimos años. Sin embargo, un denominador común la ha caracterizado: la tendencia a la disminución de la productividad y de la calidad de los recursos naturales como el suelo, el agua, la biodiversidad; en tal sentido es necesario retomar o diseñar formas de manejo de los recursos productivos, que respondan a las necesidades y circunstancias actuales.

Actualmente en algunas partes del mundo, se ha realizado la descripción o diseño de predios agroecológicos cuya opción de desarrollo agrícola es creciente. Para nuestra región existen experiencias aisladas impulsadas sobre todo por las Organizaciones No Gubernamentales (ONG); habiendo actualmente una corriente agroecológica que busca un mejor uso de los recursos productivos de los campesinos. Sin embargo, hacen falta estudios que nos permitan tomar decisiones coherentes para un desarrollo agrícola autónomo y protagónico, con una orientación diferente a las ensayadas. De otro lado, es cada vez más urgente lograr un manejo eficiente desde

3

Aquí se define como familia agrícola de bajos recursos, cuando sus recursos de tierra, agua, trabajo y capital no le permiten tener una vida decente y segura

(Chambers R. y B. P. Ghildyal; 1985).

el punto de vista técnico, económico y ambiental de los recursos internos de los agroecosistemas como la base fundamental en la búsqueda de la agricultura sustentable.

Dentro de este contexto, el presente estudio se realiza bajo la perspectiva que al caracterizar un PAIBIE en comparación con otros predios, se puede identificar prácticas de manejo productivamente eficientes y que al menos mantengan el stock de los recursos productivos de los agroecosistemas. Ello, puede beneficiar directamente a los agricultores; y la investigación y la transferencia agrícolas pueden comprobar la necesidad de potenciar los propios recursos productivos de las familias rurales.

El presente estudio tiene los siguientes objetivos:

1.2.1. Objetivo general:

Estudiar y analizar las características y el manejo que se da al suelo, a la vegetación y a los animales domésticos dentro de un Predio Agrícola Integral de Bajos Insumos Externos (PAIBIE), en comparación con otros predios; con el propósito de identificar prácticas que conlleven hacia un uso más eficiente de los recursos productivos de los agroecosistemas; y proponer su mejoramiento y/o su aplicación para el desarrollo agrícola en la sierra norte del Perú.

1.2.2. Objetivos específicos:

- a) Estudiar y analizar las principales características del suelo y de la vegetación en el manejo de: los cultivos, pasturas, praderas y forestales dentro de un PAIBIE en comparación con otros predios.
- b) Estudiar y analizar las características y la función de los animales domésticos en un PAIBIE, en comparación con otros predios.

c) Identificar las principales tecnologías que caracterizan a un PAIBIE, así como medir su viabilidad desde el punto de vista productivo, económico, social y ambiental; con la finalidad de proponer su investigación, mejoramiento o su aplicación en los agroecosistemas de la sierra norte del país.

1.3. HIPOTESIS

Para el presente trabajo se formuló las siguientes hipótesis:

1.3.1. Hipótesis general

El estudio de los recursos suelo, vegetación y animales domésticos, así como de los componentes o actividades de un PAIBIE, nos permitirá identificar tecnologías que son eficientes desde el punto de vista productivo, económico, social y ambiental para el manejo de los recursos productivos de los agroecosistemas para la sierra norte del Perú.

1.3.2. Hipótesis específicas

a). El recurso suelo en el PAIBIE, mantiene un mejor nivel de fertilidad química, respecto a otros predios.

b). La vegetación en un PAIBIE, a diferencia de otros predios, alcanza una alta diversidad y tiene efectos benéficos sobre la fertilidad química, conservación del suelo y el agua; y, en la mejora de los cultivos y la ganadería.

- c).** En un PAIBIE, a diferencia de otros predios, los animales domésticos, como los vacunos, cumplen un rol importante en el reciclaje de nutrientes.

- d).** En un PAIBIE, a diferencia de otros predios, se manejan actividades complementarias, que permiten un adecuado uso de los recursos productivos.

- e).** El manejo de un PAIBIE, a diferencia de otros predios, se hace mediante la implementación de prácticas sencillas complementarias y potenciadoras entre sí, la mayoría de las cuales son productivas y viables desde el punto de vista técnico, social, económico y ambiental para el manejo de los recursos productivos de las familias rurales del norte del país.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA: LA NECESIDAD DE UNA AGRICULTURA ALTERNATIVA

La FAO establece que el requerimiento mínimo de consumo calórico per cápita es de 2 500 calorías y que el límite de muerte son 1 200 calorías; asimismo la Encuesta Nacional de Alimentación del año 1995, revela que nuestro consumo calórico per cápita era de 1 870 calorías; es decir que ahora con la agudización de problemas sociales y económicos del país, estamos más cerca del límite de muerte (Díaz, C.; 1995).

Según el III Censo Agropecuario, a nivel nacional el 55,3% de los productores agropecuarios tienen menos de 3 has y el 84,3% son considerados minifundistas o pequeños agricultores. A nivel departamental, en Cajamarca el 50,1% de productores tienen sólo el 7,2% del área agropecuaria; asimismo, el 74,5% de los 199 183 productores agropecuarios del departamento y que conducen el 56,1% del área agropecuaria, declaran que esta actividad no les produce ingresos suficientes para atender los gastos del hogar o de su propia empresa. Es decir, que más de la mitad de los productores no estarían en condiciones de invertir en insumos externos a sus predios; lo cual, tiene relación con la estadística de que sólo el 6,2% de productores a nivel nacional obtienen crédito agrícola (INEI, 1996).

La baja productividad y rentabilidad de la actividad agrícola, se puede verificar por cuanto en la sierra cajamarquina se tiene (hasta 1995) 942 Unidades Agropecuarias (3 462,17 has) abandonadas, que equivale al 0,3% de su área agropecuaria. A esto, podemos agregar que a nivel departamental, el 17,1% de productores no viven en su Unidad Agropecuaria; lo cual, lleva a inferir que se da una

escasa atención a esta actividad, debido a la baja calidad de los recursos productivos, que no resultan suficientes para la sostenibilidad y reproducción familiar (INEI, 1996).

Opuestamente, se dice que nuestro país ofrece un enorme potencial productivo, expresado en biodiversidad y zonas de vida natural⁴; lo cual junto al conocimiento campesino y la tradición agraria milenaria, nos coloca en una situación de reto para volver a producir y consumir alimentos en forma sostenible (Tapia, M.; 1993).

De otro lado, la agricultura es la actividad esencial para la supervivencia y el bienestar humano, pero también viene a ser la que más ha afectado al ambiente. Por esto, Altieri, M. (1995b); sostiene que para evitar los desequilibrios ecológicos, económicos y sociales, es importante realizar una agricultura sostenible que tenga las bases en la agroecología. Por ello, el mismo autor afirma, que la investigación y el desarrollo agrícola debieran operar sobre la base de un enfoque desde abajo, comenzando con lo que ya está ahí: **i)** la gente del lugar, **ii)** sus necesidades y aspiraciones, **iii)** sus conocimientos de agricultura y **iv)** sus recursos naturales autóctonos. De esta manera, el conocimiento y las percepciones ambientales de los agricultores estarán integrados a esquemas de innovación agrícola que intentan vincular la conservación de recursos y el desarrollo rural.

Entonces, mientras ahora tenemos la urgencia de obtener una mayor producción para satisfacer nuestras crecientes necesidades, paradójicamente, contamos con recursos productivos cada vez más pobres y escasos; y se adoptan modelos de desarrollo convencionales caracterizados por ser muchas veces innecesariamente dependientes de factores de alto costo y que son externos a los predios rurales, como lo son las tecnologías de la Revolución Verde. Además, a las decisiones y servicios del Estado (como créditos, insumos modernos, semillas, subsidios, etc.), sólo una pequeña minoría de los agricultores tiene acceso. Ante tal contradicción, se necesita reemplazar el modelo convencional exógeno y dependiente de factores externos, por un nuevo modelo más endógeno y

4 Ecológicamente, el Perú tiene 84 de las 104 zonas de vida del mundo (Holdridge, 1947; Tossi, 1972; citado por Tapia, M. 1993).

más protagónico, centrado en la acción y en el esfuerzo de las familias rurales así como de los agentes de su desarrollo (FAO, 1993).

Nos hallamos frente a un nuevo paradigma: "**la agricultura alternativa**", en vez de la agricultura convencional. Se debe reducir la energía invertida en la agricultura. Odum, citado en Mollison, B. y D. Holmgren (1984) sostiene que los altos rendimientos de la agricultura moderna no se debe a métodos eficientes o sostenibles sino a un alto subsidio externo de energía. En este sentido, los autores antes mencionados, sustentan la permacultura como un sistema que lleva a reducir el subsidio de energía para la agricultura en un futuro cercano. Los mismos autores citan a Anderson, quien en base a estudios realizados en Guatemala, describe a este sistema como que necesita de poco trabajo durante el año y que proporciona muchas vías para obtener productos. El principio de la permacultura es la permanencia máxima posible de cada especie; así los cultivos permanentes disminuyen el costo de instalación respecto a los cultivos anuales; por ello, este sistema sugiere la combinación de árboles, arbustos, hierbas, animales mayores, animales menores e incluso el aprovechamiento de plantas y animales silvestres.

Actualmente se plantea a nivel mundial la agricultura sustentable, entendida, según el Comité Técnico Asesor del Grupo Consultivo de Investigación Agrícola Internacional (TAC/CGIAR, 1988), como *"el manejo satisfactorio de los recursos agrícolas para satisfacer necesidades humanas cambiantes y conservar los recursos naturales"*; o según Gips (1986), citado por Reijntjes et al., (1995), *"una agricultura que sea ecológicamente apropiada, económicamente viable, socialmente justa, solidaria y adaptable"*.

Sin embargo, se debe tener en cuenta algunos principios para fomentar la agricultura sustentable. Reijntjes et al. (1995), afirman que para ayudar a los agricultores para una agricultura sustentable, los agentes externos deben comprender cómo funcionan los predios y cómo toman las decisiones las familias y las comunidades rurales sobre el uso de los recursos. Ello, implica examinar la actividad agrícola en forma holística. Los autores citan al CGIAR (1978), que sostiene que la actividad agrícola no es simplemente una colección de cultivos y animales a los cuales se les puede

aplicar este u otro insumo y esperar resultados inmediatos. Más bien es una complejidad manejada por el agricultor, donde se entremezclan tierras, plantas, animales, herramientas, trabajadores, otros insumos e influencias ambientales. Sin embargo, para Chambers, R. y B. Ghildyal (1985), en tales condiciones, existen demasiadas tensiones e interacciones que hacen difícil el trabajo de investigación y transferencia agrícola, no habiendo una metodología bien desarrollada.

Altieri, M.,(1995b), menciona como requisitos globales para una agricultura sustentable a: **i)** manejo, uso y conservación de los recursos productivos; **ii)** desarrollo y difusión de tecnologías apropiadas accesibles, económicas y aceptables; **iii)** políticas agrarias compatibles: mercados con precios e incentivos justos, contabilidad de costos ambientales y estabilidad política; y **iv)** cambio institucional y organización social, desarrollo de recursos humanos y capacidades locales e investigación participativa.

Dentro de la misma temática, Gomero, L. (1996), sostiene que para alcanzar la agricultura sustentable en los retos actuales de competitividad, problemas ambientales y globalización de la economía; se necesita de una reconversión tecnológica del sistema agrícola; la cual, será posible con: **i)** capacitación del recurso humano, **ii)** decisiones políticas apropiadas, **iii)** investigación orientada a la innovación de tecnologías más eficientes, **iv)** financiamientos adecuados como estímulos y créditos, y **v)** mercado seguro y precios justos.

2.2. LOS SISTEMAS AGRICOLAS: DISEÑO, MANEJO Y EVALUACION

La característica más importante de un sistema es que está conformado por varios componentes; estos presentan un orden y una organización; lo cual, significa que sus partes o componentes no se acomodan desordenadamente, sino que están articuladas e interrelacionadas dentro de una determinada estructura. Esto hace posible que un sistema se comporte totalmente diferente a cada una de sus partes convirtiéndose en un nuevo todo (Kolmans, E.; 1989).

A lo largo del tiempo, se ha desarrollado una gran diversidad de sistemas agrícolas: nomadismo, agricultura migratoria, cultivos irrigados, horticultura, agricultura de subsistencia o de orientación comercial y combinaciones de ellos. Así surge la denominación de **sistemas de bajos insumos externos**. Estos sistemas varían considerablemente en términos de productividad y eficiencia en el uso de la tierra, de la mano de obra y del capital, así como sus efectos en el medio ambiente. Diferentes predios, con distintos recursos físicos, biológicos y humanos pueden desarrollar un determinado sistema agrícola (Reijntjes et al., 1995).

Si bien los predios de un mismo sistema agrícola se asemejan entre sí, tomados individualmente tienen distintos recursos físicos, biológicos y humanos. Por lo tanto cada uno de ellos es un "sistema predial" único; como es el caso del predio motivo de la presente investigación. Los sistemas prediales son sistemas abiertos: reciben insumos (nutrientes, agua, información, etc.) de afuera del predio, y algunos de sus productos salen de él a través de ventas, intercambios, etc. (Reijntjes et al., 1995).

Según Reijntjes et al., (1995) los sistemas de bajo insumo externo son generalmente muy complejos. La familia puede usar los recursos de forma muy variada -en cultivos, cría de animales, caza, recolección de plantas silvestres, etc.-, que además de satisfacer sus necesidades le permite distribuir los riesgos y asegurar la continuidad de la producción. Análogamente, Altieri, M., (1995c), sostiene que para dirigir los flujos y sinergismos naturales necesarios para sustentar la productividad en un sistema de bajos insumos, se requiere de un conocimiento ecológico

considerable. Por ejemplo, se conoce muy poco en relación a qué tipo y cuánta diversidad es necesaria para estabilizar un agroecosistema.

Según Altieri, M. (1995a), el primer paso en el diseño de un sistema agrícola es su **conceptualización**, la misma que debe incluir al menos los siguientes aspectos: finalidad, límites (donde comienza y dónde termina), contexto o medio ambiente externo, componentes, interacciones entre los componentes, insumos empleados y que provienen de fuera, los recursos o componentes que ya se encuentran y se emplean dentro del sistema, los productos o resultados esperados y los subproductos o productos útiles pero no esenciales. El segundo paso es adaptar tanto como fuese posible, las **necesidades** del sistema conceptualizado a las **condiciones y recursos disponibles en el área**. También se enfatiza que los principios básicos de un agroecosistema sostenible son: la conservación de los recursos naturales renovables, la adaptación de los cultivos al medio ambiente y el mantenimiento de un elevado pero sostenible nivel de productividad.

La FAO (1993), preocupada por la urgente necesidad de una modernización de la agricultura en el contexto de los pequeños agricultores, propugna el desarrollo endógeno y autogestionario; el cual, es posible llevar a cabo por medio de la aplicación de la denominada **Granja Integrada Autosuficiente (GIA)** diseñada para explotaciones donde la tierra y los otros recursos de capital son escasos, el crédito oficial es inaccesible, donde los agricultores no pueden adquirir los insumos modernos y la familia campesina es numerosa. Es decir, el caso típico de las circunstancias de las familias rurales de nuestra región. La GIA, tiene como características especiales, ser: **i)** altamente diversificada para tener viabilidad técnica y económica (actividades agrícolas, pecuarias y forestales), **ii)** integrada, porque todas los elementos y actividades están relacionadas entre sí como un sistema y **iii)** autosuficiente, porque las decisiones las toma el agricultor quién soluciona sus problemas utilizando sus recursos internos del predio con mínima dependencia de decisiones y recursos externos. En una GIA, en virtud a su gran diversificación en el espacio y en el tiempo, todos los miembros de la familia tienen oportunidades permanentes de ejecutar actividades productivas y generadoras de ingresos en el predio, integrando además todos los componentes del mismo.

2.2.1. LA BIODIVERSIDAD EN LOS AGROECOSISTEMAS

La biodiversidad se refiere a todas las especies de plantas, animales y microorganismos existentes y que interactúan en un ecosistema (Altieri, M., 1995c).

La amenaza global sobre la biodiversidad debe ser una constante preocupación para los estudiosos de la agricultura, puesto que ella es tal vez una de las principales actividades que afecta a la biodiversidad. Una preocupación importante en la agricultura sustentable es el mantenimiento de la biodiversidad y el papel que puede jugar en la restauración del equilibrio ecológico de una producción estable. La biodiversidad produce muchos procesos de renovación y servicios ecológicos en los agroecosistemas; cuando ella se pierde, el costo puede ser significativo (Altieri, M.; 1995b).

Según Fowler y Mooney (1990), citados por Altieri M. (1995d)

la biodiversidad actual se halla marcadamente reducida. Los paisajes agrícolas mundiales están cultivados por sólo unas 12 especies de cultivos de grano, 23 especies de cultivos hortícolas y cerca de 35 especies de árboles productores de frutas y nueces. Esto es no más de 70 especies vegetales distribuidas en aproximadamente 1 440 millones de hectáreas de tierra cultivada en todo el mundo. Asimismo, el autor sostiene que el proceso de simplificación de la biodiversidad alcanza su forma extrema en los monocultivos agrícolas, que vienen a ser ecosistemas artificiales que requieren de una intervención humana constante y cuyos efectos -por el uso intensivo de agroquímicos y tecnología mecanizada-, están minando la sustentabilidad de la agricultura. Las consecuencias de la reducción de la biodiversidad son particularmente evidentes en el campo del manejo de plagas.

Una de las razones más importantes para mantener la biodiversidad natural es que ella provee la base genética de todas las plantas agrícolas y animales. Asimismo, se debe tener presente que la biodiversidad en países en desarrollo puede ser utilizada para ayudar a la gran masa de campesinos

pobres en recursos -la mayoría confinados a suelos marginales, áreas de ladera y de secano-, a alcanzar la autosuficiencia alimentaria, reducir la dependencia de insumos, además de desarrollar sistemas de producción que reconstruyan la capacidad productiva de sus pequeñas parcelas (Altieri, M. 1987; citado en Altieri, M. 1995d). El mencionado autor sostiene que el grado de biodiversidad en los agroecosistemas depende de cuatro características principales del mismo: **i)** la diversidad de la vegetación dentro y alrededor del agroecosistema, **ii)** la permanencia de varios cultivos dentro del agroecosistema, **iii)** la intensidad del manejo y **iv)** el grado de aislamiento del agroecosistema de la vegetación natural. En general, los agroecosistemas más diversos, más permanentes, aislados y manejados con tecnología de bajo insumo (p.e. sistemas agroforestales; policultivos tradicionales de nuestra sierra), toman una completa ventaja en cuanto a trabajo efectuado -generalmente en procesos ecológicos asociados con una mayor biodiversidad-, que aquellos altamente simplificados, de alto insumo y alterados (p.e. monocultivos modernos de hortalizas y frutales).

2.2.2. DISEÑOS PREDIALES AGROECOLOGICOS - EVALUACION

Según Altieri, M. (1995b), el fin último del diseño agroecológico es integrar los componentes de la granja de forma que se mejore la eficacia biológica general, se preserve la biodiversidad, y se mantenga la productividad del agroecosistema y su capacidad de autorregulación. La idea es diseñar un agroecosistema que imite la estructura y la función del ecosistema natural local, es decir, un sistema con gran diversidad de especies y actividad biológica y conservación de suelos, uno que promueva el reciclaje e impida la pérdida de recursos.

Alvarado, F. (1995), refiere que existen experiencias de agricultura ecológica que son poco conocidas y que pueden ayudar a una agricultura sostenida. Se tiene una experiencia en la sierra de Cajamarca (a 2 400 m.s.n.m.), la cual merece la atención. Se cita, a la parcela agroecológica del Centro IDEAS-San Marcos, Cajamarca, implementada desde marzo de 1985; donde se dispone de diez lotes de manejo en 1,9 ha (cinco lotes para cultivos intercalados y en rotación, un lote de alfalfa, un lote de frutales y colmenas de abejas, un lote de terrazas de formación lenta, un lote de terrazas

de bancal y un lote de infraestructura). Al hacer el análisis de la evolución de la parcela durante seis campañas agrícolas -aunque se presenta datos cuantitativos de mayor producción en los policultivos así como un incremento en controladores biológicos de plagas y de los niveles de materia orgánica, fósforo y potasio en el suelo-; Alvarado, F., manifiesta que se han logrado significativos avances y logros en el sistema, y que habría suficiente sustento empírico para sostener que, aún en los suelos de baja calidad, en pendiente y en seco, se puede afrontar positivamente los dos principales problemas técnicos de la agricultura ecológica: *incrementar o mantener la fertilidad del suelo y evitar la incidencia de plagas sin la necesidad de usar fertilizantes sintéticos y plaguicidas.*

EDAC/CIED, citado por Alvarado, F. (1995), describe el arreglo espacial de una parcela agroforestal de 0,3 ha, ubicada en Porcón, Cajamarca (a 3 300 m.s.n.m.); sobre la cual, el agricultor ha recibido apoyo institucional desde 1985 a fin de realizar un trabajo conjunto. Se describe la parcela en cuanto a su variabilidad de especies vegetales (20 especies entre forestales, hortalizas nativas, pastos, papa, oca, cebada y otros cultivos), a sus especies animales (tres vacunos y un ovino bajo el sistema de pastoreo a estaca; gallinas y conejos); a sus medidas de conservación de suelos y aguas (terrazas, acequias de infiltración y compost), y a su infraestructura (galpones para animales menores, vivero forestal, lugar de trilla de cereales y vivienda).

En cuanto a la evaluación de los sistemas de producción, CLADES (1993), sostiene que dado a la propia dinámica, es preciso evaluar el sistema y el plan de manejo para comprobar si se están cumpliendo sus objetivos. A su vez es posible que los propósitos del sistema cambien, y entonces es necesario evaluarlo para ver si se ajusta a los nuevos requerimientos. Asimismo, deberá ser evaluado desde el punto de vista de su sostenibilidad. Para la evaluación de un sistema pueden usarse las siguientes preguntas:

1. Luego de adoptada la práctica o sistema, ¿Cómo está la finca o predio en comparación con las condiciones anteriores?

2. ¿Cuál es la productividad del sistema? (producción, rendimientos).
3. ¿Cuál es el impacto ambiental del sistema? ¿Hay erosión, contaminación, otros problemas?
4. ¿Han adoptado la misma práctica otros agricultores del área? ¿Qué proporción de ellos lo han hecho? ¿Qué aspectos del sistema no lo han aceptado?. Del total de agricultores que han adoptado la práctica ¿Cuántos lo están utilizando todavía?.
5. ¿En qué proporción del área se podría aplicar el sistema?
6. ¿Cuál sería el impacto que el uso del sistema podría tener sobre el manejo del mismo?

En los diseños prediales se debe tener en cuenta que la producción sostenible se deriva de un balance apropiado de suelos, nutrientes, luz solar, humedad y de los sinergismos entre los organismos existentes (Altieri, M. 1997).

De otro lado, Bimbao, M. et al., (1995), proponen cuatro indicadores para medir la sustentabilidad de un sistema agrícola:

1. *Diversidad de especies*, que significa el número de especies cultivadas o captadas por los agricultores, es decir cuántas especies vegetales y animales son aprovechadas.
2. *Reciclaje*, significa el número de flujos de materia biológica como estiércol, compost, rastrojo, hojas, afrecho, etc. que ocurre entre las diferentes especies; en otras palabras, cuántos productos de desecho se reusa.

3. *Capacidad*, es la biomasa total producida en todos los diferentes recursos naturales, es decir la producción total del predio.

4. *Eficiencia económica*, es la relación entre ingresos (incluyendo no monetarios) y costos (incluyendo mano de obra), es decir cuánto ingreso se ha generado por cada dólar gastado; es decir, la relación beneficio/costo.

Debido a que la sustentabilidad no trata de lograr el mayor resultado en cada uno de los indicadores, pero sí un equilibrio entre todos, los autores sugieren dibujar los resultados de los indicadores antes señalados en un diagrama "cometa". Así, mientras más grande sea el área del cometa más sustentable es el sistema agrícola.

2.2.3. LOS RECURSOS Y COMPONENTES DEL SISTEMA AGRICOLA - EVALUACION

En forma individual la evaluación de los recursos, componentes y manejo del sistema agrícola puede incluir: factores climáticos (temperatura, humedad) y características del suelo (fertilidad, profundidad, humedad, acidez o alcalinidad, salinidad, etc.); preparación de la tierra y métodos de siembra, la densidad de población, la disposición espacial, la nutrición mineral, los daños causados por sustancias químicas, insectos, plagas, la competencia de las malezas, rendimientos, etc. (Lafitte, H. 1989).

En todo sistema de producción es factible evaluar sus costos; al respecto, Mollison, B. y D. Holmgren (1984), manifiestan que el uso de cultivos y animales por el hombre pueden ser clasificados de acuerdo al costo necesario para el proceso que implica obtener sus productos. Los costos pueden ser medidos en tiempo, esfuerzo, habilidades, conocimientos y tecnología requerida para su procesamiento. Asimismo, estos autores dicen que las pequeñas comunidades para su autosuficiencia pueden tener especies de múltiple uso.

2.2.3.1. EL SUELO

- La humedad del suelo: cálculos de volumen de agua

Según Donahue, R. et al. (1987), el cálculo de volumen del agua es usado para determinar la cantidad de agua que un suelo contiene o puede almacenar, cuánta agua de riego debe ser añadida o hasta qué profundidad mojará la lluvia o el riego, el suelo. El volumen de agua es la profundidad de agua contenida en esa profundidad de suelo. La medida de volumen de agua es la medida más útil del agua del suelo hecha en el campo, porque es el agua almacenada en el suelo, ya sea añadida por riego o precipitación y aunque sabiendo que es un volumen es referida como profundidades o lámina de agua (Donahue, R. et al., 1987).

Baver et al. (1979), al presentar datos de Holmes y Colville (1970), muestran que en la superficie del suelo son grandes las fluctuaciones del contenido de agua como efecto de la precipitación y la evaporación, pero quedan amortiguadas a una profundidad de 4 m.

- Profundidad del suelo

Según Lafitte, H., (1989), la poca profundidad del suelo puede ser la causa de un estrés de humedad en el cultivo. Esto, por cuanto el volumen de agua que puede almacenar un suelo es directamente proporcional a su profundidad. Asimismo, se conoce que una escasa profundidad de suelo limita el desarrollo del sistema radicular de los cultivos.

- Erosión hídrica del suelo: factores

Existen cuatro factores principales que contribuyen a la pérdida del suelo por erosión hídrica (Baver, L. et al.; 1980):

- Factores climáticos (lluvia, temperatura, energía solar y el viento),

- El factor topográfico (en especial su grado y longitud de pendiente). El grado es más importante para la gravedad de la erosión. Los experimentos han demostrado que para pendientes menores de 10% el valor de la erosión del suelo se duplicaba a medida que el grado de la pendiente se duplicaba.

- El factor vegetación: una buena cubierta vegetal compensa los efectos del clima, de la topografía y del suelo en la erosión. Evaluaciones en las Estaciones Experimentales Federales para la Conservación del Suelo y el Agua, han determinado que un buen césped de gramíneas reduce a menos de una tonelada de pérdida de suelo por año en suelos que van desde el migajón limoso muy permeable hasta el casi impermeable migajón, en pendientes que van de 4 hasta 30%.

Según los autores antes indicados, los efectos principales de la vegetación se clasifican en cuatro categorías: **i)** intercepción de la lluvia por la cubierta vegetal; **ii)** disminución de la velocidad de escurrimiento y de la acción cortante del agua; **iii)** efectos de las raíces en aumentar la granulación, la porosidad y las actividades biológicas asociadas con el crecimiento vegetativo y su influencia sobre la porosidad del suelo; y **iv)** la transpiración del agua que conduce a la desecación del suelo.

- El factor suelo: Sus propiedades se manifiestan de dos modos: **i)** algunas propiedades determinan la rapidez de penetración de la lluvia en el suelo; y **ii)** hay propiedades que resisten la dispersión y la erosión durante la lluvia y durante el escurrimiento.

La aceptación de la lluvia, depende: **i)** del estado de la superficie del suelo en porosidad de aireación; **ii)** del contenido de humedad del suelo al momento de la lluvia, y **iii)** de la penetrabilidad del perfil. Los dos primeros factores son importantes para la rapidez de filtración del suelo. La permeabilidad del perfil expresa la intensidad de transmisión del agua a través del suelo y está relacionada con la porosidad de aireación.

2.2.3.2. LAS PASTURAS

A pesar de que las pasturas es un recurso alimenticio barato para los animales domésticos, no han sido consideradas oportunamente para el desarrollo de la ganadería nacional. Ultimamente se está prestando atención a este recurso; y en la actualidad se cuenta con avances en adaptación, rendimiento y manejo de pasturas (Flores, A. et al.; 1992).

En cuanto a las especies vegetales de interés forrajero, Flores, A. et al.; (1992), señalan que generalmente son gramíneas o leguminosas. Pueden ser perennes o anuales; pero deben presentar las siguientes características: **i)** buen valor nutritivo y alta digestibilidad, **ii)** buena palatabilidad o gustosidad, **iii)** no debe ser tóxica, **iv)** buena productividad y **v)** perenne y rústica.

Se dice que el pastoreo es un sistema barato y más difundido para el aprovechamiento de las pasturas. En este sentido, los autores antes mencionados, citan los siguientes sistemas de pastoreo: continuo, rotacional, creep rotacional, por franjas o racionado y diferido. A estos sistemas debemos agregar el sistema de pastoreo a estaca que se realiza en el PAIBIE y en muchas familias campesinas de nuestra región, que según Terrones, J. (1995) se practica por el 71% de las familias campesinas de Cajamarca. Todos estos sistemas son propios para pasturas perennes, como el caso de rye grass (*Lolium multiflorum* Lamarck), trébol blanco (*Trifolium repens* L.), kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoch.) y otras especies.

La producción de las pasturas en la sierra está afectada por la distribución estacional de las lluvias. Para solucionar la falta de forraje en la época seca, Tapia, M. y J. Flores (1984), sostienen que se debe pensar en alternativas para la producción y conservación del forraje; y sugiere el cultivo de avena y cebada. A esta propuesta se debe agregar la combinación de cebada o avena con vicia, como se hace en el PAIBIE. Asimismo, los mismos autores mencionan que en épocas de escasez de pasto se recomienda la suplementación alimenticia para mejorar la dieta del ganado.

2.2.3.3. LAS PRADERAS O PASTIZALES NATURALES

Las áreas de praderas naturales son importantes en la región andina. En el Perú el 44,4% de la superficie agropecuaria está cubierta por pastos naturales (INEI, 1996).

El pastizal natural es el forraje natural para los animales domésticos como: vacunos, ovinos, camélidos sudamericanos, etc. Su composición florística, es una asociación de especies vegetales que incluyen principalmente: los pastos (o gramíneas), las leguminosas forrajeras, los seudopastos y las hierbas; incluyendo especies anuales y perennes (Berlijn, J. y A. Bernardón 1985). Desde el punto de vista botánico, Tapia, M. y J. Flores (1984), sostienen que los pastizales vienen a ser una vegetación herbácea, formada predominantemente de gramíneas, ciperáceas y rosáceas y que varían en su composición fundamentalmente de acuerdo a la humedad del suelo, exposición y características edafológicas como textura y contenido de materia orgánica.

2.2.3.4. LOS CULTIVOS

La vegetación de un suelo no cultivado muestra los efectos benéficos de unas plantas sobre las otras, debido a las distintas necesidades nutritivas que pueden tener. La agricultura biológica, en su afán de imitar a la naturaleza propone la asociación de distintas plantas y la rotación de distintos cultivos en cada parcela (Gispert, C. 1983).

También con la alta variabilidad se tiende a hacer el sistema más sostenible. Así, con la práctica de los cultivos intercalados⁵, se puede producir más alimentos totales en un lote de tierra que cultivando solamente un producto. También puede reducir el peligro de pérdida total de la cosecha por condiciones climáticas adversas, malezas, insectos, plagas, etc. Así, se debe considerar que la asociación de plantas es una práctica muy antigua, que tiene algunas otras ventajas como: el efecto benéfico de unas plantas sobre otras al favorecer su desarrollo o ahuyentar las plagas, el mejor

⁵ Los cultivos intercalados son aquéllos en donde se cultiva más de un producto en un lugar al mismo tiempo.

aprovechamiento del suelo al cultivar plantas de sistema radicular distinto, la ganancia de espacio y la reducción del trabajo al asociar plantas de crecimiento lento con otras de crecimiento rápido (Gispert, C. 1983).

Sobre las asociaciones de cultivos, el Instituto Internacional de Reconstrucción Rural (1995), refiere que hay muchas formas de instalar cultivos intercalados, como las siguientes: **i)** mixtos (mezclados), **ii)** intercalados en hileras, **iii)** intercalados en fajas, **iv)** intercalados entre hileras, y **v)** cultivos de relevo.

En cuanto a la rotación de cultivos, Gispert, C. (1983), dice que se deben suceder especies que tengan distintas formas de vegetación, sistemas radiculares distintos y necesidades nutritivas diferentes. Así se alternan hortalizas de hoja ancha con hortalizas de raíz, y tubérculos con plantas de fruto y con leguminosas. Se debe evitar la sucesión de plantas de la misma familia botánica. Se alternan cultivos muy exigentes en estiércol con otros que no lo son, se cultiva generalmente una leguminosa, que enriquece el suelo en nitrógeno. En este sentido, la rotación de cultivos es una práctica que ayuda a un manejo adecuado de la fertilidad del suelo. Según Altieri, M. (1990), la cantidad promedio de fertilizante en el campo, a menudo se ve reducida al rotar los cultivos. Aquellas plantas que necesitan altas cantidades de nitrógeno, como el maíz, pueden ser rotadas con leguminosas como alfalfa, arveja, frijol; o con especies que necesitan menores cantidades de nitrógeno como los cereales. La secuencia específica de rotación de cultivos dependerá del clima, el suelo, la tradición y los factores económicos.

- Densidad de población de los cultivos

Según Lafitte, H. (1989), para cualquier cultivo y variedad variará la densidad óptima⁶ para rendimiento de grano de un año a otro de acuerdo al clima. Se ha comprobado que una reducción de la población en un 30% por debajo de la óptima sólo disminuirá el rendimiento en un 5% en los

⁶ Densidad óptima es la que produce mayor cantidad de grano en condiciones no limitantes, las cuales casi nunca se encuentran en campos de los productores.

años buenos, y esta densidad menor aumentará el rendimiento en los años de sequía. Por lo tanto, las densidades de cosecha recomendadas para circunstancias riesgosas de los agricultores, son en general en un 20 a 30% inferiores a la densidad óptima.

2.2.3.5. LOS ANIMALES DOMESTICOS

En la adopción de cierto sistema ganadero intervienen diversos factores que deben tenerse en cuenta. Así, los productos y subproductos a obtener, las características agroclimáticas del lugar, las características y variaciones del mercado, el tamaño del predio, los insumos necesarios, etc.; son importantes en la elección de especies y el número de animales. Todos estos factores aparecen ligados íntimamente y difícilmente pueden disociarse unos de otros, por lo cual, se deberá hacer un análisis global (Gispert, C. 1983).

Sin embargo, se deberá tener en cuenta que la sostenibilidad del sistema pasa por la diversificación de especies ganaderas; lo cual, se puede alcanzar progresivamente. Al respecto Mollison, B. y D. Holmgren (1984), dicen que la permacultura -como un sistema integrado que apunta a una agricultura permanente autosostenible-, se puede alcanzar en tres etapas a lo largo de 15 a 20 años; llevando una progresiva sucesión y complementación de especies vegetales y animales. En la actividad pecuaria estos autores, sugieren para una zona montañosa de Filipinas, empezar con animales menores (como gallinas de guinea), luego adicionar ovejas y gansos; y finalmente ganado vacuno o cerdos. Es decir, la crianza, deberá ir complementada y armonizada con el establecimiento de especies vegetales, siendo en las primeras etapas especies anuales para luego contar con especies anuales y perennes.

El esquema de producción combinando animales con sistemas agrícolas mixtos, es el que predomina en los países en vías de desarrollo. Son muy escasas las fincas de estos países que no tienen animales. Aunque, las investigaciones en estos sistemas no son aún significativas, se advierte que las interacciones positivas cultivo/animal es más pronunciada en donde hay escasez de

recursos de producción; aquí, los animales son fuente de energía, fuente de carne para consumo doméstico o venta, consumen subproductos y hacen posible el reciclaje de nutrientes. Los sistemas alcanzan su productividad más alta mediante el uso de animales que consuman los residuos de los cultivos, o los cultivos menos populares que el agricultor no podría comercializar. En lugares con mercados comerciales, los animales representan una fuente muy valiosa de capital y de ingreso en efectivo, y estabilizan la productividad de la finca durante fluctuaciones climáticas de corta duración, a las que son poco susceptibles (Harwood, R. 1986).

En este contexto, la presencia del ganado criollo en los predios campesinos es de suma importancia en nuestra región, debido a su adaptación a las condiciones agroclimáticas de cada lugar. Se estima, que en el departamento de Cajamarca el 60% del ganado vacuno es criollo (unas 388 800 cabezas). En cuanto a la composición racial; Terrones, J. (1995), reporta que al realizar un Estudio de la Cría y Mejoramiento de los Bovinos en la zona Andina de Cajamarca, observó que los hatos ganaderos de las familias campesinas se componen, mayormente, de ganado criollo y de cruces de Criollo x Brown Swiss y de Criollo x Holstein. Asimismo, observó que en la zona de valle predomina el cruce Criollo x Holstein y que en las zonas de ladera y jalca predomina el ganado criollo, seguido de los cruces de Criollo x Holstein y Criollo x Brown Swiss, respectivamente; lo cual, ocurre debido a la rusticidad y adaptación del ganado criollo. El mencionado autor también observó que el 71% de unidades familiares manejan su ganado bajo el sistema de pastoreo a estaca; y que cada vaca criolla puede producir 6,7 kg de estiércol fresco por noche que se puede usar para el abonamiento de los cultivos.

2.2.3.6. LOS ARBOLES Y LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Los sistemas agroforestales son formas de uso de la tierra muy antiguos y ampliamente practicados, en donde los árboles son plantados planificada o deliberadamente dentro del predio junto con cultivos agrícolas y/o animales Farrell, J., (1995). El mencionado autor, sostiene que al considerar que los campesinos están usualmente incapacitados para adoptar tecnologías agrícolas modernas

de alto costo, la agroforestería pretende ser una tecnología apropiada para fincas pequeñas y que se adapta a las circunstancias de la mayoría de los agricultores. Asimismo, se menciona que actualmente es vital desarrollar sistemas de uso de la tierra que asocien la agricultura con la silvicultura; que conserven el ambiente y a la vez produzcan alimentos y madera (Farrell, J.; 1995).

Desde el punto de vista de la estructura, los sistemas pueden ser agrupados en agrosilviculturas (cultivos que incluyen arbustos más árboles), silvopastoriles (pastizales, animales más árboles) y agrosilvopastoriles (cultivos, más pastizales, animales más árboles). También puede haber otros sistemas agroforestales como apicultura con árboles (CLADES, 1993).

Los árboles influyen sobre el resto de los componentes del sistema agrícola en virtud a su forma y hábitos de crecimiento. Intervienen en la formación de microclimas, control de la erosión, influye en la fertilidad del suelo. Al elevar el contenido de materia orgánica del suelo se puede alcanzar mayores niveles de nitrógeno, fósforo y azufre; asimismo, su asociación con bacterias nitrificantes o micorrizas elevan los niveles disponibles de nutrientes. Un estudio realizado en México, para evaluar el rol de los árboles en los sistemas de cultivos tradicionales, ilustra la posible influencia sobre la fertilidad del suelo. Bajo las copas de los árboles de capulí (*Prunus capuli*) se obtuvieron valores mayores de todas las propiedades medidas, observándose una gradiente decreciente con el aumento de la distancia a los árboles. Debajo de ellos el fósforo disponible del suelo se incrementó de 4 a 7 veces, y el monto total del carbono y potasio creció de 2 a 4 veces; el nitrógeno, calcio y magnesio aumentaron entre 1,5 a 3 veces, y la capacidad de intercambio catiónico entre 1,5 y 2 veces. Se encontró también que el pH del suelo era mayor debajo de las copas de los árboles (Farrel, 1984, citado en Farrel, J.; 1995).

Análogamente, Sánchez, I. et al. (1994), en un ensayo sobre Manejo Silvopastoril en Cajamarca - Fase I, realizado en Porcón, Cajamarca a 3 575 m.s.n.m., llegan a la conclusión que la plantación de *Pinus patula* Schl. y Cham., mejora las condiciones de temperatura y humedad relativa produciendo mayor succulencia de las plantas herbáceas tanto en la época seca como en la época

húmeda; sin embargo, se observó un efecto negativo debajo de los árboles para la densidad de las herbáceas, debido al carácter heliófilo de las especies microtérnicas de la jalca. Asimismo, los autores observaron que el bosque de la especie antes mencionada no altera el pH del suelo, aumenta los niveles de materia orgánica, nitrógeno y fósforo, pero disminuye los niveles de potasio.

2.3. LA INVESTIGACION Y EL DESARROLLO RURAL

Gomero, L. (1996), sostiene que el desarrollo rural debe ser alimentado tecnológicamente y científicamente; siendo la agroecología la ciencia que se ocupe de brindar las bases necesarias para tal fin.

Por su parte, Eguren, F. (1995), sostiene una propuesta agroecológica para el desarrollo rural de la zona andina, como una manera de afrontar y superar la pobreza de la población rural, *mejorando las condiciones de producción de los campesinos a través de la difusión -y la adopción- de técnicas agroecológicas que aseguran la sostenibilidad de su desarrollo rural*. Asimismo afirma, que esta propuesta de desarrollo, es compartida por muchas organizaciones privadas de desarrollo en la zona de sierra del Perú. Esta propuesta es a menudo asociada a la hipótesis: *que el deterioro de los recursos se debe en mucho a la pérdida de las tecnologías propiamente andinas y su sustitución por otras llamadas generalmente 'modernas' u 'occidentales', estrechamente dependientes de los derivados de la industria petroquímica*.

Según Altieri, M.; (1995b), sostiene que la agroecología por ser la ciencia que se ocupa del estudio de la agricultura con un enfoque ecológico; puede servir de eje para el desarrollo rural por cuanto define, clasifica y estudia los sistemas agrícolas desde una perspectiva ecológica y socioeconómica. Además proporciona metodologías para diagnosticar la salud de los sistemas agrícolas así como los principios ecológicos necesarios para desarrollar sistemas de producción sostenibles.

Al hacer un análisis del actual contexto social caracterizado por: una extrema pobreza en América Latina, la creciente degradación de recursos naturales, las políticas de desarrollo no adecuadas a los

recursos y potencialidades locales; Yurjevic, A. (1995), propone el llamado **Desarrollo Rural Humano y Agroecológico (DRHA)**, cuyo objetivo principal es lograr una mejor calidad de vida en forma sostenible. Es decir, alcanzar la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales durante tiempo indefinido; lo cual, sólo será posible al promover un desarrollo autónomo. Se plantea que los principales actores sociales de este desarrollo son los pequeños agricultores. Estos agentes, en base a la movilización de sus recursos, a sus conocimientos, a sus habilidades, a sus capacidades sobre las plantas y sobre los procesos agroecológicos deberán ser los actores sociales cambiantes de la situación de pobreza, con miras a una mejora sostenible de la calidad de vida.

En cuanto al enfoque metodológico para la investigación agrícola, en Cajamarca durante 1997, se ha iniciado una nueva experiencia muy diferente a la investigación agrícola convencional de los Centros Estatales y Universidades; se trata del **Desarrollo Participativo de Tecnologías (DPT)**. Así, ETC, et al. (1992), sostiene que el DPT es un proceso de desarrollo con el pueblo y a través del pueblo, que busca soluciones reales a los problemas actuales del sistema de producción agrícola. El DPT, se interesa principalmente, pero no en forma exclusiva, en la extrapolación del conocimiento y las experiencias locales, para describir, explicar y posteriormente probar opciones tecnológicas de validez local. Se basa en el conocimiento local, siendo el conocimiento externo el que entra en consideración cuando es directamente útil al proceso local.

Sin embargo, se debe tener presente que el DPT raras veces produce resultados generalizados a gran escala poblacional o a grandes áreas geográficas. Las tecnologías específicas y las adaptaciones al sistema agrícola generadas por el proceso tienen validez local. Sin embargo, las ideas fundamentales que son validadas localmente pueden ser aplicadas con amplitud. De otro lado, la capacitación de campesino a campesino, la extensión y la difusión juegan un rol importante en este proceso.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

a) Lugar y población

El área de estudio se encuentra localizada en la planicie y ladera Nor-este del valle de Cajamarca. Políticamente pertenece al Caserío Los Tres Molinos, distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca. Se ubica en la intersección del paralelo 7°07'33" Latitud Sur con el Meridiano 78°30'48" Longitud Oeste, entre los 2 690 y 2 740 m de altitud (Landa, C. et al.; 1978). (Anexo 05, Figura 3.1.).

El lugar de estudio se encuentra a una distancia de 4,5 Km en dirección Nor-este de la ciudad de Cajamarca, contando con una carretera afirmada.

La población aproximada del Caserío Tres Molinos, es de 500 habitantes con un promedio de 5 miembros por familia⁷. La actividad agrícola es la principal fuente de trabajo; sin embargo, la población desarrolla diversas actividades en la ciudad de Cajamarca (talleres, quehaceres domésticos, comercio, etc.).

b) Clima

7

Dato para diciembre de 1996. Información proporcionada por el Teniente Gobernador del caserío Tres Molinos.

De acuerdo a Landa, C. et al. (1978), y en base al sistema de clasificación climática por el Sistema de Thornwaite, se identifica un clima subhúmedo y templado para la zona, con una precipitación media de 700 mm y temperatura media de 17°C. Presenta un período de estiaje real entre junio a setiembre, y sólo el mes de marzo tiene un balance hídrico positivo.

Los datos de temperatura media anual muestran que durante el año 1996 se tuvo valores mayores al promedio del período 1989-1995; Sin embargo, cabe resaltar que en el mes de noviembre de 1996, la temperatura mínima fue menor al promedio del período 1989-95. Consecuentemente, lo contrario sucedió con la humedad relativa (Tablas 3.1 y 3.2 y Figuras 3.2, 3.4, 3.5 y 3.7; Apéndice 05).

De otro lado, la precipitación entre los meses de mayo a diciembre de 1996 fue menor a la precipitación promedio del período 1989-95. (Tablas 3.1 y 3.2 y Figuras 3.3 y 3.6; Apéndice 05).

c) Geología

De acuerdo a Landa, C. et al. (1978), el área del PAIBIE dedicada a los cultivos agrícolas es una formación de depósitos Fluvioglaciares y Lacustres, constituida por arenas, limos y arcillas derivados de rocas volcánicas; mientras que el área del bosque de pinos proviene de un material de origen volcánico que es predominante en la zona.

d) Zona de vida y formación vegetal

Según la Clasificación de Formaciones del Mundo de L. R. Holdridge, la zona de estudio pertenece al Bosque Seco Montano Bajo Tropical, con biotemperaturas entre 13 a 17°C con la posibilidad de heladas nocturnas en invierno. La vegetación primaria prácticamente ha desaparecido y ha sido reemplazada por cultivos o por una vegetación secundaria de gramíneas, arbustos y árboles; p.e. *Pennisetum clandestinum* Hochstetter ex Chiovenda o "kikuyo", *Eucalyptus globulus* Labill. o

"eucalipto" o "alcanfor", etc. En el estrato herbáceo se encuentran varias especies de los géneros *Salvia* (Labiáceas), *Alonsoa*, *Mimosa*, *Delostoma* (Bignoniáceas), *Liabum* (Asteraceae), etc. También se encuentra *Agave americana* L. o "maguey", *Fourcroya andina* o "sisal" o "penca blanca", *Spartium junceum* o "retama", *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller o "tuna" y *Prunus serotina* Ehrhart subesp. capulí (Cavanilles) Mc Vough o "capulí" (Landa, C. et al., 1978).

De acuerdo a la zonificación agroecológica propuesta por Alois Kholer y Herman Tillmann (1988) para la sierra de Cajamarca, el lugar de estudio pertenece a las zonas agroecológicas de Valle con Pastos Cultivados (área de pasturas) y de Ladera Baja como la Zona del Maíz (área de cultivos y forestales) (Becker, B. et al.; 1989).

e) **Propiedades y clasificación del suelo**

En el área de estudio se encuentra variación en el suelo, debido a las diferencias en sus condiciones geológicas, fisiográficas y acciones antrópicas. Según Landa, C. et al., (1978), se puede identificar lo siguiente:

El suelo predominante en las zonas de mayor pendiente (parcelas de forestales y pradera del estudio), con las siguientes características:

- Suelo poco desarrollado derivado de material volcánico
identificado según la Clasificación FAO
como Litosol.
- Material parental : Tufos volcánicos.
- Textura : ligera en los 30 cm superiores.
- Drenaje interno : excesivo.
- Reacción o pH: fuerte a ligeramente ácido en los 20 cm superficiales.
- Capacidad de uso : Clase VI.

- Pendiente : moderadamente empinada.
- Profundidad efectiva: Muy superficial a superficial.
- Pedregosidad : impide el uso de maquinaria.
- Grado de erosión : severa.

El suelo correspondiente a las zonas de nula a escasa pendiente (parcelas de pasturas y de cultivos del estudio), tiene las siguientes características:

- Suelo de desarrollo incipiente de Tipo A/B_w, de naturaleza pesada, identificado según la Clasificación FAO como Vertisol Crómico.
- Material parental : Detrítico fino de origen aluvio-coluvial.
- Textura : pesada, de arcilla a arcillo-arenoso, o franco arcilloso.
- Drenaje interno : pobre con abundantes moteaduras en el perfil, con presencia de horizonte gley y napa freática permanente a fluctuante.
- Reacción o pH: ligeramente ácido a ligeramente alcalino.
- Capacidad de uso : Clase IV.
- Pendiente : nula a casi a nivel.
- Profundidad efectiva: profundo a muy profundo.
- Pedregosidad : sin piedras a muy pocas piedras.
- Grado de erosión : ninguna a leve.

Para tener mayor información de las características del suelo se realizaron la observación de dos calicatas en el PAIBIE, cuyos resultados se presentan en el Capítulo IV.

3.2. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS UTILIZADOS

a) Información cartográfica

Para el presente estudio se ha utilizado los planos del Estudio Semidetallado de los Suelos del Río Cajamarca (Landa, C. et al., 1978).

b) Material de gabinete

- Claves Botánicas: para la identificación de especies vegetales.
- Estufa.
- Material de dibujo topográfico: tablero, escalímetro, escuadras, plumas, etc.

c) Material y equipo de Campo

- Herramientas: picos, palanas, barretas, machete, hoz, martillo, tijeras.
- Instrumentos y equipo de medición: teodolito, mira, brújula, eclímetro, cinta métrica, winchas de 5.0 m y 50.0 m, libreta de campo, tablas "Munsell" para la determinación del color del suelo.
- Material de escritorio: Computadora, diskets, papel, tablero de dibujo, plumas para dibujo, bolígrafos, lápices, etc.
- Otros: estacas, bolsas de papel, bolsas de polietileno, vistas fotográficas, prensa, tablero de campo, costales, costalillos, etc.

3.3. METODOLOGIA

3.3.1. FASE DE CAMPO

3.3.1.1. IDENTIFICACION DE LOS PREDIOS DE ESTUDIO

En una primera instancia se realizó un reconocimiento preliminar de la zona a fin de identificar adecuadamente el PREDIO AGRICOLA INTEGRAL DE BAJOS INSUMOS EXTERNOS (PAIBIE), así como los predios y actividades testigo.

La identificación de los predios para el estudio se realizó de acuerdo a la similitud de actividades desarrolladas y las características de sus recursos.

a) Predios para comparación de pasturas (Figura 3.8; Apéndice 05)

1) PAIBIE: Que viene a ser el Fundo San Francisco de una extensión de 15.90 ha; siendo sus características más resaltantes las siguientes (además ver Apéndice 1, Tabla A-1):

- Ocasionalmente usa guano de isla.
- No usa fertilizantes químicos.
- Se utiliza fármacos para los animales domésticos en menor proporción que los predios lecheros del Valle de Cajamarca⁸.
- Se usa subproductos agrícolas en la alimentación de los animales domésticos (rastros de cosecha como panca de maíz y paja de cereales, afrecho, maíz-grano de descarte).
- Se emplea medidas o prácticas estructurales de conservación de suelos como las acequias de infiltración, diques, terrazas de bancal y terrazas de formación lenta.
- La pradera se maneja como clausura forrajera como medida de protección.
- Se prepara compost utilizando el estiércol del ganado vacuno.
- Se realiza la agricultura a curvas de nivel con cultivos asociados y en rotación. Se practica el "majadeo"⁹ y **la cuaresma o barbecho**.
- Desarrolla diversas actividades que se integran entre sí como las siguientes:

⁸ Hace sólo tres dosificaciones al año contra *Fasciola hepática* y parásitos gastrointestinales, cuando para el valle de Cajamarca se recomienda cuatro dosificaciones/año (Versión de Ing. Julio Terrones H.- INIA).

⁹ Abonamiento tradicional del suelo, que consiste en dejar por las noches el ganado en la parcela próxima a sembrar, con la finalidad de que sus deyecciones sólidas y líquidas se incorporen al suelo.

- i) manejo de pasturas que sirve para la crianza de vacunos de leche, que proporcionan el estiércol para la preparación y el manejo del compost para abonar pasturas y cultivos;
- ii) manejo de pradera para la crianza de ovinos;
- iii) manejo de cultivos que dan rastrojo y afrecho para vacunos;
- iv) manejo de cultivos que proporcionan granos de descarte para la crianza de las aves de pastoreo, cuyes y conejos; animales que también producen estiércol para el compost;
- v) El manejo del bosque de pinos, además de proporcionar leña y hongos comestibles, permite el desarrollo de la pradera para los ovinos;
- vi) el néctar y el polen de cultivos, praderas, pasturas y forestales sirven para la apicultura.

En el PAIBIE, se maneja 5 vacas lecheras con sus crías bajo el sistema de pastoreo a estaca. Después de los vacunos pastan dos equinos. Los vacunos se han obtenido por cruce entre ganado criollo y las razas Brown Swiss y Holstein. Usa afrecho¹⁰ como suplemento alimenticio para el ganado durante los meses de sequía; y hay una permanente intervención de la mano de obra familiar que apoya y supervisa las acciones de un obrero permanente.

2). **Testigo P-1:** Constituido por el "Fundo Tres Molinos" de propiedad del Ing. Fernando Rosell; dedicado a la producción lechera intensiva. Cuyas características principales son las siguientes:

- Realiza el pastoreo rotativo en franjas con cerco eléctrico; lo cual facilita el trabajo cuando se tiene un alto número de animales. Después de los vacunos pastan entre 15 a 20 equinos.
- Sus actividades principales se realizan en torno a la producción intensiva de leche y a la producción de derivados lácteos como queso, mantequilla y manjar blanco.
- Utiliza frecuentemente fármacos, contando con una visita cada tres días de un Médico Veterinario.

10

El afrecho, es un subproducto de molienda de la cebada y el trigo.

- Utiliza insumos del mercado para la elaboración de concentrado.
- Usa el estiércol como abono de poca importancia¹¹ para las pasturas; lo cual, ha sido hasta 1996, complementado con Superfosfato Triple de Calcio y Urea.

Este predio tiene cerca de 50 ha y maneja alrededor de 52 vacas lecheras en producción, entre 7 a 10 vacas en seca y entre 30 a 50 terneras y vaquillonas; todas de la raza Holstein. Usa alrededor de 160 Kg de concentrado al día y cuenta con 10 obreros diariamente.

3) Testigo P-2: El minifundio de propiedad del Sr. Domingo Huamán, en el cual se pastan vacas lecheras bajo el sistema a estaca, no usa concentrado, no hay atención veterinaria frecuente y utiliza la mano de obra familiar.

Esta parcela tiene 0,75 ha de extensión donde pastan, ocasionalmente dos vacas tipo cruce entre criollo y raza Holstein, con sus crías y tres ovejas criollas.

De los tres predios, el Testigo P-1, representa una muestra de los fundos ganaderos lecheros; mientras que Testigo P-2, es una muestra de los predios minifundistas del valle de Cajamarca.

El PAIBIE y Testigo P-2 son colindantes, mientras que P-1 se encuentra alrededor de 2 Km de distancia del PAIBIE. Los tres predios presentan características idénticas de suelo, en cuanto a material madre, drenaje, pendiente, profundidad efectiva, capacidad de uso potencial y pedregosidad.

b) Predios para comparación de suelos y de pradera con y sin forestales (Figura 3.9; Apéndice 05)

11

Por cuanto la cantidad de estiércol recolectado es bajo; pues las vacas lecheras sólo van al establo para el ordeño pasando la mayor parte del día en los potreros. Además no se elabora el compost.

Para las variables de profundidad, humedad y fertilidad química del suelo, así como para las evaluaciones de pradera, se ha realizado comparaciones entre seis parcelas cuyo suelo es de Clase VI y que pertenecen a tres predios:

1) El PAIBIE, con tres parcelas que se identifican como:

- **C.01.PAIBIE-Bosque de pino:** Parcela con diversas especies de pino, teniendo entre las más abundantes: *Pinus pseudostrobus* Lindl. y *Pinus patula* Schl. y Cham. De una extensión de 3,08 ha y de una edad de 12 años. Esta parcela cuenta con acequias de infiltración y terrazas de bancal en forma intercalada. Una acequia dista alrededor de 10 m de la otra. Esta parcela es manejada como clausura forrajera y está apta para el aprovechamiento por el ganado. La pendiente del suelo está entre 45 a 60%.

- **C.02.PAIBIE-Pradera con acequias:** Parcela cubierta de pradera, de 2,5 ha de extensión. Cuenta con la construcción de acequias de infiltración y se maneja como una clausura forrajera. Pendiente del suelo entre 45 a 50%.

- **C.03.PAIBIE-Pradera con arbustos:** Parcela cubierta por una pradera, de 0,5 ha, con la presencia del arbusto *Baccharis alaternoides* H.B.K. o "Lloctara" o "Tayanco", en una densidad de 1 individuo por cada 1,5 a 2 m². Pendiente del suelo entre 45 a 50%.

2) El predio de propiedad del Sr. Pablo Huamán, con la parcela, identificada como:

- **C.04.P.H. Eucaliptos:** Parcela de bosque de Eucalipto, de 1,25 ha, de 23 años de edad, sin ninguna medida estructural de conservación de suelos ni de protección contra el sobrepastoreo. Pendiente del suelo entre 35 a 50%.

3) El predio de la Cooperativa Agraria de Usuarios Unión Cajamarca Ltda.¹², **con dos parcelas identificadas como:**

- **C.05.CAU. Pradera:** Parcela con pradera, de 0,5 ha, de usufructo comunal para el pastoreo de ovinos, sin medidas estructurales de conservación de suelos ni de protección contra el sobrepastoreo. Pendiente del suelo entre 45 a 60%.

- **C.06.CAU. Eucaliptos:** Bosque de Eucalipto, de 0,25 ha, de 22 años de edad, sin medidas estructurales de conservación de suelos ni de protección contra el sobrepastoreo. Pendiente del suelo alrededor de 45%.

La discusión de resultados, generalmente se realiza en función a comparaciones entre: **i)** las mismas parcelas del PAIBIE, que poseen el mismo material parental y son contiguas; **ii)** entre las parcelas de la CAU. Cajamarca Ltda., debido a que también son del mismo material y son contiguas; y **iii)** la parcela C.04.P.H. Eucaliptos y las otras parcelas, que tienen el mismo material parental, pero que se halla a 800 m de distancia de ellas.

c) **Predios para comparación de cultivos (Figura 3.10; Apéndice 05).**

Para la comparación de cultivos se ha zonificado los predios testigo, teniendo a su vez:

1) El PAIBIE: Con cultivos al secano en curvas a nivel con terrazas de formación lenta, cultivos en rotación, y asociaciones. Se practica el majadeo y el barbecho o cuaresma. Suelos fuerte a ligeramente ácidos. Pendiente entre 10 a 15%. El campo de cultivo presenta parcelas

12

Cooperativa que actualmente se ha desintegrado quedando sólo algunas áreas de bosque y de pradera natural de propiedad común.

separadas por acequias de infiltración construidas cada 25 m que permiten formar terrazas. Las acequias, en forma intercalada llevan pinos en el borde.

2) **Predios Testigo C-1:** Conformados por los predios ubicados hacia el Nor-oeste del PAIBIE, que cuentan con terrenos al secano, sin medidas estructurales de conservación de suelos y con una pendiente entre 25-30% siendo suelos superficiales y ligeramente ácidos; y

3) **Predios Testigo C-2:** Conformado por los predios ubicados hacia el Sur del PAIBIE, cuentan con agua de riego y son de poca pendiente (< 5%), suelos profundos, donde la actividad principal es el manejo de ganadería lechera. Generalmente los suelos son ligeramente ácidos.

Las evaluaciones para la comparación, se han centrado en los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) por ser las únicas especies comunes en las parcelas evaluadas.

Tabla 3.3. Principales características de los Predios en comparación. Cajamarca, 1997.

Actividades	Predios y parcelas/Códigos	Características resaltantes
1. Manejo de Pasturas	1). PAIBIE	<p>Predio San Francisco, con 2,51 ha de pasturas, con sistema de pastoreo a estaca y aplicación periódica de compost. Posee ganado vacuno lechero y equino.</p> <p>2). Testigo P-1 Fundo Tres Molinos, con alrededor de 50 ha de pasturas, pastoreo rotativo en franjas con cerco eléctrico, usa para el abonamiento estiércol y fertilizantes químicos. Posee ganado vacuno lechero y equino.</p> <p>2). Testigo P-2 Predio minifundista, de 0,75 ha de pastura, no usa abonamiento. Practica el sistema de pastoreo a estaca. Maneja ganado vacuno lechero y lanar.</p>
2. Manejo de pradera Suelos	1). C.01.PAIBIE-Bosque de Pino	<p>Bosque de diversas variedades de pinos de 3,08 ha. Pendiente entre 45 a 60%. y Tiene acequias de infiltración distanciadas alrededor de 10 m, con terrazas de bancal entre ellas. Edad del bosque 12 años. Durante 1996, no fue pastoreado, constituye una Clausura Forrajera.</p> <p>2). C.02.PAIBIE-Pradera Pradera manejada como Clausura Forrajera, de 2,5 ha. Suelo con pendiente Acequias entre 45 a 50%. Tiene acequias de infiltración en distancias de alrededor de 10 m entre ellas.</p> <p>3). C.03.PAIBIE-Pradera Pradera con arbustos de Lloctara de 0,5 ha. Suelo con pendiente entre 45 a 50%. Tiene apariencia de ecosistema natural sin signos de significativa disturbación por acción humana.</p>

- 4). C.04.P. H. Eucaliptos Bosque de Eucalipto de 1,25 ha. Suelo con pendiente entre 35 a 50%. De 23 años de edad.
- 5). C.05.CAU. Pradera Pradera de 0,5 ha. Suelo con pendiente entre 45 a 60%, parcela de usufructo comunal para pastoreo.
- 6). C.06.CAU. Eucaliptos Bosque de Eucalipto de 0,25 ha, con pendiente alrededor de 45%. Edad de 22 años.

3) Manejo de cultivos

- 1) PAIBIE Cultivos al secano con terrazas de formación lenta, cultivos en rotación y asociaciones. Se practica el majadeo y el barbecho o cuaresma. Suelos fuertemente ácidos. Pendiente entre 10 a 15%.
- 2) Testigo C-1 Cultivos al secano. Suelos sin medidas estructurales de conservación, cultivos asociados y en rotación. En algunas parcelas se hace majadeo. Suelos ligeramente ácidos. Pendientes entre 25 a 30%.
- 3) Testigo C-2 Cultivos bajo riego. Suelos con escasa pendiente entre 0 a 5%, sin medidas estructurales de conservación de suelos, con pH ligeramente ácido. Se practica cultivos asociados y en rotación en forma restringida. La actividad principal es el manejo de ganadería lechera.
-

3.3.1.2. UBICACION DE LOS SITIOS DE MUESTREO

Para la toma de muestras se realizó la identificación de zonas homogéneas de estudio, y en ellas se tomó las muestras en la forma que se indica:

a) Para evaluaciones en las parcelas de forestales y praderas (para evaluar composición y biomasa de la pradera y las variables de suelos): se marcó transectos de 10 m de largo en sentido de la pendiente, a una distancia de 20 m entre ellos. En cada transecto, se tomó tres muestras: Una muestra "superior" a 1 m del origen del transecto (parte alta), una muestra "media" en la parte central del transecto y una muestra "inferior" a 1 m del extremo final del transecto (parte baja).

Para fertilidad química de hormigueros, se identificó nidos al azar con sus respectivos testigos.

b) Para la evaluación de los campos de pasturas (para evaluar composición y biomasa de la pastura): se marcó transectos de longitud variable de acuerdo al tamaño de las parcelas, distanciados 30 m entre sí. En cada uno de ellos se marcó las muestras de estudio; tomándose la primera a 5 m del origen del transecto, luego las sucesivas cada 25 m entre ellas.

c) Para la evaluación de suelos en las parcelas de cultivo: se marcó transectos que siguen el sentido de la pendiente en la parte central de las parcelas. En cada uno de ellos se tomó una muestra "superior" a 2 m del origen (parte alta) del transecto, una muestra "media", en la parte media del transecto y una muestra "inferior" a 2 m del extremo final (parte baja) del transecto. Para el caso del PAIBIE, los transectos tuvieron alrededor de 25 m, ubicados entre las acequias de infiltración.

Para muestreos relacionados al efecto de árboles de pino y eucalipto, las muestras se tomaron en una línea perpendicular a la hilera de árboles y a distancias variables como se indica posteriormente.

d) Para la evaluación de Densidad de Población y Rendimiento en las parcelas de cultivos:
A partir de 5 m hacia adentro de la parcela se tomó muestras de 10 m de largo, que fueron separadas por 10 hileras entre ellas. El conjunto de muestras llegaba a unir sectores opuestos de la parcela.

3.3.1.3. CRONOGRAMA DE EVALUACIONES

La toma de datos de campo se realizó durante una año agrícola, desde marzo de 1996 a marzo de 1997, con la finalidad de hacer un análisis de los recursos naturales y de las actividades tanto en época húmeda como en época seca.

3.3.1.4. METODOS DE EVALUACION DE PASTURAS, PRADERAS, FORESTALES, CULTIVOS Y SUELOS

a) EVALUACION DE PASTURAS

1) Composición florística

Se calculó la proporción de las especies forrajeras más importantes en cada parcela de estudio. Para esto, en cada muestra de $0,5 \text{ m}^2$ se ha estimado el porcentaje de cobertura de suelo de las especies vegetales más predominantes.

Para la identificación de las especies vegetales se ha colectado y montado el herbario de los especímenes, para luego ser identificados en el Herbario de la Universidad Nacional de Cajamarca.

2) Biomasa aprovechable y soportabilidad de la pastura

Para cada muestra de 0,5 m², se cortó la pastura a una altura entre 5 a 6 centímetros¹³ del suelo, luego se obtuvo el peso de forraje fresco. El cálculo de biomasa, se realizó en base al contenido de materia seca del forraje fresco obtenido a 60°C durante 48 horas.

También se ha estimado el porcentaje de pastura que se desperdicia por los animales durante el pastoreo, para así obtener la biomasa aprovechable de la pastura.

En base a biomasa en materia seca, se calcula la soportabilidad o carga animal de las pasturas; que viene a ser el cálculo de los recursos forrajeros disponibles y de la clase y número de animales correspondientes, para alcanzar un equilibrio suelo-vegetación-animal (Becker et al., 1989). En este caso, se ha tomado el criterio de Berlijn, J. y A. Bernardón (1985), quienes sostienen que una unidad animal (UA) representa el promedio anual de los requerimientos de materia seca de una vaca de 400 Kg de peso vivo que cría un ternero hasta seis meses de edad, incluido el forraje de este último. Se estima que ambos consumen un promedio de 12 Kg de materia seca por día; o sea 4 380 Kg por año.

b) EVALUACION DE PRADERA

1) Evaluación de la Condición de la pradera

Para la evaluación de la condición de la pradera, se siguió el método descrito por Berlijn, J. y A. Bernardón (1985). Para lo cual, se toma en cuenta **i)** su composición y **ii)** la cobertura.

- La composición de la pradera

¹³ Altura que se realiza cuando se hace un aprovechamiento de la pastura mediante el corte de ella.

Para evaluar la composición de la pradera se tiene en cuenta: *La presencia relativa* de las especies vegetales o composición botánica que es expresada en porcentaje; y *el valor relativo* de cada una de las especies, expresada en una escala de 0 a 10. Ambos valores para cada especie se multiplica, y la sumatoria de los productos dividida entre 100 viene a ser el valor de la composición de la pradera. Así, se obtiene valores de la composición de una determinada pradera comprendidos entre mala y excelente (ver Anexo 03).

Las muestras tomadas tuvieron las mismas características que para el caso de las pasturas. Es decir que en un área de 0,5 m² se ha estimado la presencia relativa o composición botánica de las especies vegetales más predominantes.

Para la identificación de las especies vegetales se ha colectado y montado el herbario de los especímenes, para luego ser identificados en el Herbario de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Para calcular el valor relativo de las especies botánicas se ha realizado la consulta a un profesional especialista en Pastos y Forrajes y a los agricultores de la zona, acerca de la palatabilidad de las especies tanto para ovinos como para vacunos.

Los valores de la composición de la pradera son factibles de interpretar de acuerdo a una escala - ver Anexo 03-, que le da la calificación respectiva.

- **La cobertura de la pradera**

Que se refiere a la cobertura total de la pradera expresada en porcentaje.

Para estimar la **condición de la pradera** se multiplica el valor de la composición por la cobertura, y se divide entre 10, obteniéndose una cifra indicativa de la calidad y productividad de la pradera que varía entre 0 y 100 (Berlijn, J. y A. Bernardón; 1985).

2) Biomasa aprovechable y soportabilidad de la pradera

Para cada muestra de 0,5 m², se cortó la pastura a una altura entre 8 a 9 centímetros¹⁴ del suelo, luego se obtuvo el peso de forraje fresco. El cálculo de la biomasa se hizo en base al contenido de materia seca del forraje verde, obtenido a 60°C durante 48 horas. La biomasa aprovechable se calculó en función al forraje aprovechable por el ganado.

En base a la biomasa aprovechable se calcula la soportabilidad o carga animal de la pradera.

c) EVALUACION DE CULTIVOS

1) Densidad de población cosechada (Maíz y Frijol)

En cada muestra de 10 m de largo se contó el número de plantas y se midió la distancia entre hileras. El número de plantas por hectárea fue calculada por:

$$\text{Plantas/ha} = (\text{N}^\circ \text{ Plts. en 10 m} / (\text{10 m} \times \text{dist. en hileras en m})) \times 10\,000$$

2) Estimación del rendimiento

Para estimar el rendimiento de los cultivos, se tomó las mismas muestras de campo para la densidad de población cosechada. Se siguió la metodología sugerida por Lafitte, H. (1989):

¹⁴ A esta altura se considera un óptimo aprovechamiento de la pradera que propicia una adecuada regeneración natural.

- Para el caso del maíz, se contó el número de mazorcas existentes en cada muestra, luego se abrió seis mazorcas al azar y se contó el número de granos por hilera, luego el número de hileras por mazorca. No se cuenta los granos de la punta, cuyo tamaño equivale a menos de la mitad del tamaño de los granos de la parte central de la mazorca. Luego se calculó el número de granos por muestra y por hectárea. También se debe estimar el número de granos por kg a una humedad comercial de 14%.

- Para el caso del frijol, se contó el número de vainas existentes en cada muestra, luego se contó el número de granos en diez vainas tomadas al azar. Así se puede calcular el número de granos por muestra y por hectárea. También se debe estimar el número de granos por kg a una humedad comercial de 12%.

La estimación del rendimiento fue mediante:

Rdto. esperado/ha = Promedio muestral N° granos/ha x 1/N° granos por kg

d) EVALUACION DE SUELOS

1) Humedad del suelo y volumen de agua en parcelas de Pradera y Forestales

Para determinar la variación de la humedad del suelo en las seis parcelas de pradera y forestales (Clase VI), se tomó evaluaciones cada siete días durante el mes de octubre y primeros días de noviembre de 1996, contando con seis evaluaciones. Para la extracción de las muestras se usó una palana y una espátula, alcanzando al lo más 25 cm de profundidad de la capa arable. Donde el suelo tuvo menor profundidad que 25 cm se tomó la muestra hasta alcanzar el material parental. Cada muestra fue colocada en una bolsa plástica para llevarla al laboratorio.

El porcentaje de humedad se relaciona con la humedad del Coeficiente de Marchitez y Capacidad de Campo de cada suelo.

Para determinar la humedad del suelo se pesaron las muestras húmedas, luego se secaron en la estufa a 105°C durante 48 horas. Según Donahue, R. et al. (1987), a esta temperatura el suelo mantiene la humedad a 10 000 bares.

El contenido de humedad se calculó por medio de la siguiente ecuación (Gavande, S. 1979):

$$(W_w - W_o)/W_o = \Theta_w; P_w = 100 \Theta_w$$

donde:

Θ_w = contenido de humedad con base en peso seco.

W_w = peso del suelo húmedo.

W_o = peso del suelo seco.

P_w = porcentaje de humedad con base en el peso seco del suelo.

El porcentaje de humedad del suelo se convierte a volumen de agua (lámina de agua) que almacena el suelo, usando la ecuación de Donahue, R. et al., (1987):

$$d_w/d_s = RD_s (P_w/100)$$

De donde se obtiene:

$$d_w = RD_s \cdot d_s (P_w/100)$$

Donde:

d_w = profundidad o lámina de agua.

d_s = profundidad del suelo.

DR_s = densidad aparente relativa. Es la relación de la densidad aparente del suelo al agua. Es un valor sin unidades,

numéricamente idéntica a la densidad aparente del suelo. **P_w** = porcentaje de humedad con base en el peso seco del suelo.

2) Humedad del suelo en Campos de Cultivo

Las muestras se tomaron hasta los 25 cm de profundidad. Realizando las siguientes evaluaciones:

- La humedad del suelo a 2, 4, 6, 8, y 10 m de distancia de una hilera de eucaliptos, con el fin de determinar la influencia de esta especie forestal en la humedad de la capa arable.

- La humedad a 0, 5, 10, 15 y 20 m de distancia de dos tipos acequias de infiltración, uno que tiene pinos en el borde (7 años de edad con alturas entre 4 a 6 m) y el otro sin ellos. Lo cual, llevaría a determinar la influencia de los pinos en la humedad de la capa arable del suelo.

- Asimismo, se tomó muestras en una parcela de maíz, de un suelo que se hallaba cubierto totalmente con *Medicago polymorpha* L. o "trébol carretilla", y suelo sin trébol carretilla. Ello, con la finalidad de determinar la influencia de esta leguminosa que crece conjuntamente a los cultivos.

2) Fertilidad química del suelo

Se usó una palana derecha y una espátula para obtener las muestras de suelo, tomándose a lo más hasta los 30 cm de profundidad. Para los lugares donde el suelo tenía menos de 30 cm de profundidad se obtuvo las muestras hasta alcanzar el material parental. Las submuestras se colocaron en una bolsa plástica para evitar contaminación. Cada muestra de suelo para el laboratorio fue obtenida de al menos nueve submuestras; un número que según Gómez, P. (1996),

podría ser muy adecuado para determinaciones de pH y materia orgánica, pero no para el fósforo y potasio. Se realizó evaluaciones para determinar:

- El efecto del majadeo en los campos de cultivo del PAIBIE: Se tomó muestras de tres profundidades de la capa arable del suelo: **i)** 0-10 cm, **ii)** 10-20 cm; y **iii)** 20-30 cm.; de la misma parcela, tanto de la parte tratada con majadeo y de la parte no tratada.

- La influencia del Eucalipto y el Pino en los campos de cultivo: Se tomó muestras a 0, 2, 4, 6 y 8 m de distancia de hileras de árboles, que tienen 15 años de edad y que alcanzan 15 y 25 m de altura para los pinos y eucaliptos, respectivamente.

- El efecto de las terrazas de formación lenta formadas con acequias de infiltración en el PAIBIE: Se tomó muestras de tres zonas de las terrazas, en la parte superior (a 2 m hacia la parte cultivable), parte media y parte inferior (a 2 m hacia la parte cultivable).

- La influencia del manejo de pradera natural y forestales: Se tomó evaluaciones en seis parcelas, obteniendo las muestras mediante el uso de transectos, como se ha indicado en el ítem 3.3.1.2.

- El efecto de las hormigas (*Iridomirmex* sp), como modificadores del suelo al construir sus nidos u hormigueros: se tomó muestras en la parcela C.01.PAIBIE-Bosque de pino. Se obtuvo muestras del nido, de la parte periférica del nido y de suelo testigo. Al respecto, Primavesi, A. (1997), dice que las hormigas aflojan el suelo enriqueciéndolo sustancialmente con calcio.

2) Profundidad del suelo en parcelas de pradera y forestales

Se realizó con la finalidad de observar el efecto del manejo sobre esta variable. Se usó una palana derecha y delgada para realizar un corte y medir con una wincha metálica la profundidad de la "capa arable" del suelo.

e) EVALUACION DE FORESTALES

Estas evaluaciones se emplearon para la elaboración del análisis económico de las parcelas C.01.PAIBIE-Bosque de pino y C.04. Pablo Huamán-Eucaliptos.

1) Densidad de población

Se realizó en la parcela C.01.PAIBIE-Bosque de pino, contando el número de árboles en extensiones determinadas, para luego obtener número de árboles/ha.

2) Estimación del valor neto presente: Producción de madera y leña

Se ha estimado, el valor neto presente de la parcela C.01.PAIBIE-Bosque de pino, en función al volumen de madera rollisa y leña existente a la fecha. Para ello se zonificó el bosque y en cada zona se tomó árboles al azar para medir la longitud de la circunferencia a la altura del pecho y la altura del árbol, para calcular luego el volumen de madera/árbol y el volumen de madera del bosque por hectárea (Villanueva, G. y A. Jiménez; 1982).

Para el cálculo del volumen de leña presente se ha estimado el número de ramas por árbol y el volumen de ellas; para hacer el cálculo en estéreos¹⁵.

En la parcela testigo (C.04.Pablo Huamán-Eucaliptos), además de considerar el valor de la madera existente a la fecha, se ha estimado el valor de madera que se ha obtenido anteriormente.

¹⁵ El estéreo es la unidad de medida de la leña y equivale a 0.75 m³.

3.3.1.5. EVALUACION DE RENTABILIDAD

Se ha estimado: **i)** la rentabilidad en forma individual para las actividades de pasturas, para la práctica del majadeo y para las parcelas silvopastoriles C.01.PAIBIE-Bosque de pino y C.04.Pablo Huamán-Eucaliptos; y **ii)** la rentabilidad global del PAIBIE durante 1996.

Para estimar la rentabilidad de las actividades y prácticas en forma individual, se calculó la **Tasa Marginal de Retorno (TMR)** de acuerdo al método sugerido por CIMMYT (1987), que consiste en la cuantificación de la Tasa Marginal de Retorno que ofrece una práctica respecto a otra. Este método se basa en la cuantificación y comparación de los costos que varían y los beneficios netos entre las tecnologías que se comparan. Esta metodología no considera los costos comunes y totales de las tecnologías comparadas y permite observar la posible retribución o pérdida económica al invertir en una determinada práctica en comparación a la otra.

Para determinar la TMR, se usó la siguiente fórmula:

$$\text{TMR (\%)} = \frac{\text{_BN}}{\text{_CV}}$$

Donde:

TMR (%) = Tasa Marginal de Retorno en porcentaje.

_BN = Incremento en beneficios netos.

_CV = Incremento en costos que varían.

Para la estimación de la rentabilidad global del PAIBIE durante 1996, se ha realizado el análisis económico del predio en base a los ingresos y egresos del mismo, con la finalidad de verificar su

ganancia; para lo cual, se utilizó el indicador de la relación Beneficio/Costo (Castillo, C., 1994), al usar la siguiente fórmula:

$$\mathbf{B/C = VBP/CTP}$$

Donde:

B/C = Relación Beneficio/Costo.
VBP = Valor bruto producido.
CTP = Costo total de la producción.

3.3.1.6. APROXIMACION DEL CONTEXTO SOCIO-CULTURAL DEL PAIBIE

Se tomó la opinión de la comunidad acerca de las prácticas del PAIBIE en base a entrevistas a los vecinos colindantes al predio y a las autoridades del caserío. Asimismo, se realizó observaciones y visitas a las parcelas y viviendas de las familias circundantes.

Asimismo, la opinión de la familia del PAIBIE y la observación realizada directamente, ha sido importante para sistematizar y tratar de elaborar el contexto socio-cultural del PAIBIE.

La información fue obtenida y sistematizada en función al aspecto social, económico, servicios comunales, contexto donde se desarrolla el PAIBIE y su impacto en la comunidad. (ver Apéndice 04).

3.3.1.7. EVALUACION AMBIENTAL

Se realizó en función a una evaluación cualitativa del estado de los recursos naturales en el PAIBIE en relación a los predios aledaños.

Los componentes ambientales evaluados incluyen: suelo, agua, vegetación, atmósfera, animales domésticos, fauna silvestre y al hombre. Con estos componentes se elaboró una matriz de Evaluación Ambiental¹⁶ con indicadores de acuerdo a una escala convencional elaborada en función a la importancia del recurso o proceso y a la magnitud del posible resultado de una determinada acción antrópica. Es decir, que algunos recursos serán más importantes que otros (como p.e. en la zona, la erosión del suelo será de mayor importancia en comparación a tener un aire limpio).

¹⁶ Elaborada a semejanza de la Matriz de Leopold, propia para Estudios de Impacto Ambiental (Merino, V., 1995).

3.3.2. FASE DE GABINETE Y DE LABORATORIO

3.3.2.1. IDENTIFICACION DE ESPECIES VEGETALES

Se realizó en el Herbario de la Universidad Nacional de Cajamarca.

3.3.2.2. METODOS DE LABORATORIO

Las muestras de suelos para fertilidad química han sido analizadas en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Nacional de Cajamarca. Los métodos utilizados han sido los siguientes:

- Análisis mecánico : método del Densímetro de Bouyoucos.
- pH : por potenciometría; relación suelo-agua y KCl 1N; 1:2,5
- Calcáreo total : por neutralización ácida.
- Materia Orgánica : método de Walkey y Black

$$\% \text{ M.O.} = \% \text{ C} \times 1,724$$

- Nitrógeno total: método del micro Kjeldahl.
- Fósforo : método de Olsen.
- Capacidad de Intercambio Catiónico: método de Acetato de Amonio 1N a pH 7,0
- Cationes cambiables : determinaciones en el extracto amónico.
Calcio : fotómetro de llama.

- Magnesio : método de amarillo de Thyazol
- Potasio : fotómetro de llama.
- Sodio : fotómetro de llama.
- Aluminio cambiante : extractor cloruro de potasio 1N.

La determinación de la Densidad Aparente del suelo y del Coeficiente de Marchitez y Capacidad de Campo, se realizaron en el Laboratorio de Edafología y Física de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Nacional de Cajamarca, utilizándose los métodos de la Probeta; y, de Ollas y Membranas de Presión, respectivamente.

Los análisis de materia seca para biomasa vegetal y de humedad del suelo, se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca del Instituto Nacional de Investigación Agraria. Para la determinación de materia seca de las pasturas, praderas, granos, y otros materiales vegetales, las muestras se colocaron a estufa a 60°C durante 48 horas; mientras que para determinar la humedad del suelo se colocaron a 105°C durante 48 horas.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. PERFILES REPRESENTATIVOS DEL SUELO DEL PAIBIE

a) AREA DE CULTIVOS AL SECANO

Calicata N° 1

- Ubicación : parte central de área cultivable al secano.
- Cultivo anterior : avena.
- Capacidad de Uso Potencial: Clase IV.
- Material madre : coluvial.
- Fisiografía : colina.
- Permeabilidad : moderada a rápida en la parte superficial.
- Distribución de raíces : escasa, hasta los 30 cm.
- Relieve : ligeramente plano.
- Altitud : 2 710 m.
- Drenaje : bueno.
- Escorrentía superficial: moderada.
- Pedregosidad : Clase 1.
- Pendiente del área : ligeramente inclinado (10-15%).
- Profundidad efectiva : superficial (30 cm).
- Erosión : leve, Clase 1.

- Horizontes :

Ap 0-24 cm Con presencia de moteaduras (5-10%) y escasas raicillas. De color amarillo marrón (10YR 6/6) en seco y marrón oscuro (7,5YR 4/4) cuando húmedo. Estructura en bloques subangulares finos de grado débil. Textura franco-arcillo arenoso. De reacción fuertemente ácida (pH 5,4); bajo en materia orgánica (1,4%); y con 1,3 me/100 g de Al.

C1 24-44/74 cm Horizonte de acumulación de piedras y tierra. De color amarillo marrón claro (10YR 6/4) en seco y marrón amarillento (10YR 5/4) cuando húmedo. Estructura en bloques subangulares gruesa y de grado fuerte. De reacción ligeramente ácida (pH 6,4). Textura arcillosa.

b) AREA DE PASTURAS CULTIVADAS

Calicata N° 2

- Ubicación : parte central de los campos de pasturas del PAIBIE.
- Pastura permanente : pastura principalmente compuesta por kikuyo, trébol blanco y rye grass.
- Capacidad de uso potencial: Clase IV.
- Material madre : aluvial.
- Fisiografía : terraza.
- Permeabilidad : lenta a moderada.
- Distribución de raíces : abundante, hasta los 20 cm.
- Relieve : plano.
- Altitud : 2 700 m.
- Drenaje : imperfecto, se aprecia moteaduras en el perfil.
- Escorrentía superficial: escasa.

- Pedregosidad : clase 0 (sin piedras).
- Pendiente del área : a nivel o casi a nivel (0-5%).
- Profundidad efectiva : superficial (30 cm).
- Erosión : ninguna, clase 1.
- Horizontes:

A₁ 0-17 cm Con abundantes raíces. Color marrón (10YR 4/3) cuando húmedo. Presencia de alrededor de 15% de moteaduras de colores amarillo, rojizo y negro. Estructura en bloques subangulares finos de grado moderado. Textura franco arcillo-arenoso. De reacción medianamente ácida (pH 5,6); contenido medio en materia orgánica (2,5%).

A₂ 17-47 cm Con escasas raicillas y generalmente no funcionales. Color marrón gris oscuro (10YR 3/2) cuando húmedo. Presencia de alrededor de 20% de moteaduras de colores amarillo, rojizo y negro. Estructura en bloques subangulares finos de grado moderado. Textura franco arenoso. De reacción ligeramente ácida (pH 6,2); bajo en materia orgánica (1,0%).

AB 47-52 cm Color marrón gris oscuro (10YR 3/2) cuando húmedo. Presencia de alrededor de 20% de moteaduras. Estructura en bloques subangulares finos de grado moderado. De reacción ligeramente ácida (pH 6,4). Textura franco arcillo-arenoso.

B₂ 52-102 cm Con presencia de procesos de oxidoreducción en abundancia. Color marrón oscuro (10YR 4/3) cuando húmedo. Presencia de alrededor de 30% de moteaduras. Estructura en bloques subangulares finos de grado moderado. De reacción neutra (pH 6,8). Textura arcillo-arenoso.

4.2. EVALUACION DE PASTURAS

a) COMPOSICION FLORISTICA

Se analiza la composición florística, en función al porcentaje de cobertura de las especies más abundantes en los tres predios evaluados. Los resultados se presentan en Tablas 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4.

Tabla 4.1. Composición florística de la pastura (en porcentaje de cobertura) del PAIBIE en seis cortes durante 1996. Cajamarca, 1997.

specie vegetal*	1°corte	2°corte	3°corte	4°corte	5°corte	6°corte	Promedio	E
	27/03/96	02/06/96	03/08	01/10	23/11	20/01/97		
1. Kikuyo	30,00 ¹	34,25 ¹	32,71 ¹	39,67 ¹	43,34 ¹	37,40 ¹	36,22 ¹	A
2. Rye grass	20,25 ³	17,25 ³	28,33 ²	20,09 ³	17,16 ³	11,73 ³	19,14 ³	C
3. Trébol blanco	28,07 ²	25,22 ²	21,66 ³	33,13 ²	31,88 ²	36,15 ²	29,35 ²	B
4. Lengua de vaca	3,50	2,41	4,58 ⁵	0,87	2,04	3,65	2,84	D
5. Ciperus blanco	6,25 ⁵	5,75 ⁵	1,67	1,35 ⁵	0,54	5,46 ⁴	3,50 ⁵	D
6. Llantén	2,05	3,06	6,88 ⁴	0,21	1,63 ⁵	0,75	2,43	D
7. Ciperus negro	7,08 ⁴	7,13 ⁴	0,42	0,52	----	----	2,53	D
8. Suncho gateado	2,00	4,00	3,25	3,41 ⁴	3,33 ⁴	4,46 ⁵	3,41 ⁴	D
9. Otras especies**	0,80	0,93	0,50	0,75	0,08	0,40	0,58	D

^{4,5}, **A, B, C, D** : Orden de mérito. Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (LSD=4.07%, $\alpha=0.05$).

* Los nombres científicos de las especies vegetales indicadas, se hallan en el Apéndice 2.

** Otras especies: Poa, Diente de León y Nudillo.

Tabla 4.2. Composición florística de la pastura (en porcentaje de cobertura) del predio Testigo P-1 en seis cortes durante 1996. Cajamarca, 1997.

Especie vegetal*	1°corte 09/04/96	2°corte 04/06	3°corte 02/08	4°corte 07/10	5°corte 03/12	6°corte 29/01/97	Promedio
1. Kikuyo	49,00 ¹	30,64 ¹	42,08 ¹	42,37 ¹	46,67 ¹	44,58 ¹	42,55 ¹ A
2. Rye grass	14,00 ³	27,27 ³	32,58 ²	26,79 ²	19,00 ³	17,25 ³	22,82 ² B
3. Trébol blanco	20,83 ²	29,36 ²	15,42 ³	19,34 ³	21,25 ²	22,33 ²	21,42 ³ B
4. Lengua de vaca	7,92 ⁴	4,55 ⁵	4,33 ⁴	4,58 ⁴	6,83 ⁴	5,25 ⁵	5,58 ⁴ C
5. Cyperus blanco	3,34 ⁵	5,45 ⁴	2,50	3,84 ⁵	3,20 ⁵	5,84 ⁴	4,03 ⁵ C
6. LLantén	0,83	1,82	----	0,42	0,83	----	0,65 D
7. Cyperus negro	2,50	----	0,42	1,32	1,20	3,08	1,42 D
8. Otras especies**	1,58	0,91	2,67	1,34	1,02	1,67	1,53 D

^{4,5}, **A, B, C, D**: Orden de mérito. Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (LSD=4.07%, $\alpha=0.05$).

* Los nombres científicos de las especies vegetales indicadas, se hallan en el Apéndice 2.

** Otras especies: Hierba gateada, Tumba burro.

Tabla 4.3. Composición florística de la pastura (en porcentaje de cobertura) del predio Testigo P-2 en cinco cortes durante 1996. Cajamarca, 1997.

Especie vegetal*	1°corte 25/04/96	2°corte 06/08	3°corte 17/10	4°corte 25/12	5°corte 24/02/97	Promedio
1. Kikuyo	40,00 ¹	48,57 ¹	40,94 ¹	57,78 ¹	40,25 ¹	45,51 ¹ A
2. Rye grass	16,43 ³	26,00 ²	16,56 ³	24,16 ²	21,25 ²	20,88 ² B
3. Trébol blanco	10,44 ⁴	15,43 ³	22,81 ²	9,17 ³	9,25 ⁴	13,42 ³ C
4. Lengua de vaca	2,14	2,14 ⁵	2,25	2,00 ⁵	2,50	2,21 D
5. Cyperus blanco	18,57 ²	4,43 ⁴	8,00 ⁴	5,27 ⁴	18,50 ³	10,95 ⁴ C
6. Lantén	1,71	0,43	1,37	0,56	0,60	0,94 D
7. Cyperus negro	10,00 ⁵	2,14 ⁵	1,13	----	4,50 ⁵	3,55 ⁵ D
8. Otras especies**	0,71	0,86	6,94	1,06	3,15	2,54 D

^{4,5}, **A, B, C, D**: Orden de mérito. Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (LSD=6.20%, $\alpha=0.05$).

* Los nombres científicos de las especies vegetales indicadas, se hallan en el Apéndice 2.

** Otras especies: Hierba gateada, Diente de León, Mala hierbilla, Tumba burro y Yendón.

En el PAIBIE así como en el predio Testigo P-1, se realizaron seis cortes al año, mientras que en el P-2 se tuvo cinco cortes. En promedio, el período de tiempo entre cortes fue de 59,8; 59,0 y 76,75 días para el PAIBIE, y para los testigos P-1 y P-2, respectivamente.

Tabla 4.4. Composición florística de la pastura (en porcentaje de cobertura) de tres predios durante 1996. Cajamarca, 1997.

specie vegetal*	PAIBIE		Testigo P-1		Testigo P-2	
	Promedio	CV (%)	Promedio	CV (%)	Promedio	CV (%)
Kikuyo	36,22 ¹ B	13,45	42,55 ¹ A	15,04	45,51 ¹ A	16,99
2. Rye grass	19,14 ³ A	28,53	22,82 ² A	31,24	20,88 ² A	20,83
3. Trébol blanco	29,35 ² A	14,88	21,42 ³ B	21,34	13,42 ³ C	43,52
4. Lengua de vaca	2,84 ⁵ B	46,83	5,58 ⁴ A	26,34	2,21 B	8,60
5. Cyperus blanco	3,50 ⁴ B	73,71	4,03 ⁵ B	33,00	10,95 ⁴ A	64,38
6. Llantén	2,43 A	98,76	0,65 A	***	0,94 A	60,64
7. Cyperus negro	2,53 A	***	1,42 A	83,10	3,55 ⁵ A	***
8. Otras especies**	3,99 A	53,45	1,53 A	41,18	2,54 A	***

^{4,5}, **A, B, C** : Orden de mérito. Letras iguales en la fila no presentan diferencias significativas.

* Los nombres científicos de las especies vegetales indicadas, se hallan en el Apéndice 2.

** Otras especies: Poa, Diente de León, Nudillo, Hierba gateada, Tumba burro, Mala hierbilla, yendón.

*** valores mayores de 100,00.

Las especies de mayor cobertura en los tres predios fueron kikuyo, rye grass y trébol blanco. En los tres predios el kikuyo tuvo una mayor presencia, que muestra diferencia estadística respecto a rye grass y trébol; sin embargo, es la especie que posee menor valor nutritivo (García, F. 1973). En el PAIBIE, al kikuyo le sigue el trébol blanco que supera estadísticamente al rye grass; mientras que en P-1, tanto el trébol blanco y rye grass muestran la misma significación estadística; y en P-2, la presencia del rye grass superó al trébol blanco (Tablas 4.1, 4.2 y 4.3).

En el PAIBIE se ha logrado reducir la cobertura de kikuyo en 6,33% y en 9,29% respecto a los Testigos P-1 y P-2, respectivamente; lo cual resultó ser estadísticamente significativo (Tabla 4.4). Asimismo, el coeficiente de variabilidad (CV) para esta especie muestra un menor valor para el PAIBIE, lo cual indica que en este predio la presencia de kikuyo es más estable durante el año.

Respecto al rye grass, su presencia es estadísticamente igual en los tres predios en estudio; sin embargo, se puede decir que es una especie más variable que kikuyo debido a que presenta un CV más alto.

Para trébol blanco, que es la leguminosa que más abunda en las pasturas; en el PAIBIE se ha incrementado su cobertura en 7,93 y 15,93% respecto a P-1 y P-2, respectivamente; lo cual, resultó ser estadísticamente significativo. Asimismo, esta especie muestra mayor estabilidad en el PAIBIE respecto a los testigos.

La especie Lengua de Vaca, tuvo una mayor cobertura en P-1, lo cual fue superior estadísticamente que el PAIBIE y el P-2 que resultaron iguales. Esta especie no es eliminada en P-1, mientras que en el PAIBIE se elimina por deshierbos.

El ciperus blanco tuvo una presencia estadísticamente superior en P-1, respecto al PAIBIE y al P-2 que resultaron iguales. Esto se explica debido a que en el PAIBIE y en el P-1, existen drenajes en las zonas más húmedas del predio, lo cual no ocurre para P-1.

Al considerar las tres especies de pasturas más importantes: kikuyo, rye grass y trébol blanco, dos gramíneas y una leguminosa; la relación en cobertura gramínea/leguminosa es de 1,88:1 para el PAIBIE; de 3,05:1 para el Testigo P-1 y de 4,95:1 para el Testigo P-2. Estas cifras nos indican que el PAIBIE, estaría mucho más cerca de ser una pastura ideal cuya composición en biomasa es dos partes de gramíneas por una parte de leguminosas (García, F., 1973).

La mayor proporción del trébol blanco en la cobertura de las pasturas del PAIBIE, en relación a los otros dos predios, viene a ser el hecho de mayor importancia en este análisis. Es posible que este resultado se origine varios años atrás debido al manejo que se viene realizando¹⁷. Después de 20 años de manejo de pasturas, ahora, se nota un aumento significativo del trébol blanco. Se destaca en el manejo de la pastura del PAIBIE las tecnologías del sistema de pastoreo a estaca, la aplicación del compost, el deshierbo y la distribución de las bostas en los potreros.

¹⁷ Según el Ing. Luis Duarte Blaschka, cuando él adquirió el PAIBIE, hace 20 años, tenía 55-60% de kikuyo, 15-20% de rye grass y 15-20% de trébol blanco.

b) PRODUCCION DE BIOMASA Y SOPORTABILIDAD DE LAS PASTURAS

La producción de biomasa de las pasturas está expresada en materia seca.

En los predios donde se cría ganado vacuno y equino en el sistema de pastoreo a estaca (PAIBIE y Testigo P-2), el desperdicio de la pastura fue entre 18 a 20%; mientras que esta cifra fue entre 20 a 22% en el predio con el sistema de pastoreo rotativo en franjas con cerco eléctrico (Testigo P-1). Esto, se explica debido a que cuando el animal es aislado con estaca, no provoca un excesivo pisoteo de la pastura; lo cual, es característico en el sistema de pastoreo con cerco eléctrico.

El resultado de biomasa por corte (Tabla 4.5), muestra una producción estadísticamente similar para los tres predios. Sin embargo, en cuanto a la producción anual P-1 tuvo 76,92 Kg de materia seca más que el PAIBIE, y el PAIBIE tuvo 2 790,12 Kg materia seca más que P-2. Es decir, que no obstante que la estadística muestra una similitud de producción por corte, la producción de P-1 y PAIBIE tienen poca diferencia; pero a la vez fueron muy superiores a P-2. Esta diferencia, resulta de importancia para la determinación de la soportabilidad de las pasturas. En el PAIBIE se puede criar 0.62 Unidades Animal/ha más que en P-2; pero sólo 0.01 Unidades Animal/ha menos que P-1.

La mayor producción de biomasa de P-1 respecto al PAIBIE, se debe posiblemente al uso de fertilizantes químicos. Se ha calculado para P-1, una aplicación de 5 sacos de Urea y 5 sacos de Superfosfato Triple de Calcio por hectárea/año. En el testigo P-2, no se hace abonamiento.

Tabla 4.5. Producción de biomasa aprovechable (materia seca) en Kg/ha y soportabilidad (UA*) de la pastura de tres predios en estudio durante 1996. Cajamarca, 1997.

Predio	Biomasa durante el año	TOTAL
--------	------------------------	-------

	1°corte	2°corte	3°corte	4°corte	5°corte	6°corte	Promedio/corte**	Kg/ha	UA/ha
1. PAIBIE	2 274,00	1 765,84	1 816,21	1 665,94	1 852,63	1 539,74	1 819,10	A 10 914,36	2,49
2. Testigo P-1	2 125,31	1 717,61	1 729,52	1 617,17	1 983,70	1 817,97	1 831,90	A 10 991,28	2,50
3. Testigo P-2	1 815,66	2 313,04	1 490,84	1 194,62	1 387,00	***	1 366,90	A 8 201,16	1,87

1 UA =

4 380 Kg materia seca = 12 Kg/día x 365 días.

** Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (LSD=544,55 Kg/ha, $\alpha=0.05$).

*** No hubo 6° corte.

4.3. EVALUACION DE PRADERAS

Se ha considerado las variables: **La condición de la pradera**, determinada durante la época húmeda; y **La producción de biomasa en materia seca y la soportabilidad** para lo cual se realizó dos cortes, uno en época húmeda y el otro en época seca.

a) LA CONDICION DE LA PRADERA

Para calcular la condición de la pradera se ha estimado: **i)** La composición y **ii)** la cobertura de la pradera.

- La composición de la pradera

Este valor depende del valor relativo y de la presencia de las especies forrajeras.

El valor relativo de las especies se ha estimado en función a la recomendación de Berlijn, J. y A. Bernardón (1985). Para ello se tomó en cuenta la opinión de los agricultores del área de estudio y de un profesional especialista en Pastos y Forrajes de la Estación Experimental Baños del Inca del Instituto Nacional de Investigación Agraria, referente a la

palatabilidad de las especies para el ganado vacuno y ovino. Se estableció una escala entre 0 y 10, donde "0" significa que la especie no es forrajera y "10", que es muy apetecible por el ganado.

Los resultados indican que las especies de mayor valor relativo muestran mayor presencia en las parcelas del PAIBIE, como es el caso de *Pennisetum clandestinum*, *Bothriochloa saccharoides* y *Paspalum tuberosum*; mientras que las especies de menor valor relativo se hallan en mayor porcentaje en las parcelas testigo. La especie *Schizachyrium sanguineum* es la más abundante en el PAIBIE y su presencia muestra diferencia estadística frente a las parcelas testigo. Asimismo, *Aeschynomene weberbaueri*, que es una

Tabla 4.6. Valor Relativo Forrajero y Presencia de las especies botánicas de la pradera de seis parcelas durante la época húmeda. Cajamarca, 1997.

vegetal	Valor	Rela- tivo	Presencia (%)						LSD
			C.01	C.02	C.03	C.04	C.05	C.06	
a) Pastos de muy buena calidad									
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hoch.	9	0,39 B	3,87 ⁴ B	15,56 ² A	---	---	---	5,51	
<i>Bothriochloa saccharoides</i> Swartz	8	4,08 ⁵ B	20,48 ² A	10,28 ³ AB	0,30 C	6,90 BC	1,33 C	9,89	
<i>Paspalum tuberosum</i> Mez	7	8,61 ³ A	0,65 B	---	4,24A B	0,38 B	---	8,71	
b) Pastos de buena calidad									
<i>Aegopogon cenchroides</i> H.& B.	6	3,16 B	---	2,22 ⁵ B	---	---	24,58 ¹ A	6,30	
<i>Aeschynomene weberbaueri</i> Ulbrich	5	15,66 ² A	1,77 B	---	6,21 ⁴ B	---	---	9,25	
<i>Schizachyrium sanguineum</i> (R.) Alston	5	55,66 ¹ A	51,29 ¹ A	61,11 ¹ A	30,61 ² B	11,31 ³ B	15,83 ² B	22,09	
<i>Sporobolus lasiophyllus</i> Pilger	5	0,26 B	---	---	6,97 ³ A	---	4,17 AB	5,40	
<i>Muhlenbergia rigida</i> (HBK) Trinius	5	1,05 B	2,58 B	---	31,82 ¹ A	14,38 ² A	---	13,15	
<i>Nassella mucronata</i> (HBK) R. Pohl.	5	0,20 A	3,23 ⁵ A	2,45 ⁴ A	---	---	2,50 A	4,27	
<i>Desmodium molliculum</i> (HBK) DC.	5	5,08 ⁴ AB	3,94 ³ AB	1,11 B	0,61 B	1,92 AB	11,67 ⁴ A	7,91	
<i>Tripogon spicatus</i> (Nees) EKman	5	---	---	---	---	3,85 A	2,50 A	6,94	
c) Pastos de regular calidad									
<i>Setaria geniculata</i> (L.) P.Beauvois	4	1,11 A	0,10 A	---	0,90 A	0,38 A	---	1,83	
<i>Sporobolus indicus</i> (HBK) R. Brown	4	---	---	---	6,21 ⁴	---	---	---	
d) Pastos de mala calidad - pseudopastos									
<i>Indigofera humilis</i> H.B.K.	2	0,66 A	2,90 A	0,56 A	1,52 A	---	2,08 A	3,91	
<i>Cyperus niger</i> R. & P.	1	0,79 A	0,48 A	---	---	---	1,67 A	2,44	
<i>Cuffea ciliata</i> R. & P.	0	0,45 B	2,03 AB	0,56 B	0,76 B	5,00 A	2,92 AB	3,61	
<i>Evolvulus</i> sp.	0	---	1,61 A	---	0,15 A	---	---	2,13	
<i>Calceolaria</i> sp.	0	---	1,20 A	1,67 A	---	---	---	3,94	
<i>Salvia sagitata</i> R. & P.	0	---	---	0,28 A	---	3,46 A	---	5,20	
<i>Arcytophyllum thymifolium</i> Standl.	0	---	1,13 B	0,56 B	4,85 ⁵ AB	10,38 ⁴ A	13,33 ³ A	9,52	
<i>Dryopteris</i> sp.	0	---	---	1,11 A	---	6,94 ⁵ A	---	9,31	
<i>Tagetes filifolia</i> Lagasca	0	---	---	---	0,61 B	---	10,00 ⁵ A	5,92	
<i>Selaginella peruviana</i> (Milde) Hieron.	0	---	---	---	---	33,08 ¹ A	0,42 B	17,68	

<u>Rumex acetosella</u> L.	0	----	----	----	----	----	4,17	----
Otras especies*	1	2,84 A	3,93 A	2,53 A	4,24 A	2,02 A	2,83 A	4,27

1,2,3,4,5, A,

B, C, D : Orden de mérito. Letras iguales en la fila no muestran diferencias significativas.

* Otras especies como: Pappobolus subniveus (S.F. Blake) Panero, Tridax sp., Bidens sp, Dalea weberbaueri Ulbrich var. weberbaueri Macbride, Hypericum brevistylum Choisy, Lantana sp., Schkunria pinnata (Lam.) O.K., Minthostachys mollis Grisebach.

leguminosa perenne muestra una presencia estadísticamente mayor en el PAIBIE respecto a las otras parcelas (Tabla 4.6.).

La cifra que indica la composición de la pradera se obtiene al dividir entre 100 la sumatoria de los productos del valor relativo por la presencia de cada especie. Para interpretar dichos valores se utiliza la Escala recomendada Berlijn, J. y A. Bernardón (1985) (Anexo 03). Los resultados se presentan en Tabla 4.7.

Tabla 4.7. Composición de la pradera de seis parcelas en estudio. Cajamarca, 1997.

parcela	Valor	Nivel
01.PAIBIE-Bosque de pino	5,14	Regular
C.02.PAIBIE-Pradera con acequias	5,21	Regular
C.03.PAIBIE-Pradera con arbustos	5,63	Regular
C.04.P. H. Eucaliptos	4,48	Insuficiente
C.05.CAU. Pradera	2,22	Mala
C.06.CAU. Eucaliptos	3,26	Insuficiente

En Tabla 4.7, se observa que las parcelas de eucaliptos y de pradera, tienen menor composición forrajera respecto a las parcelas del PAIBIE; lo cual ocurre debido a que las especies de mayor valor alimenticio para el ganado son más frecuentes en las parcelas del PAIBIE.

- La Cobertura y Condición de la pradera

En Tabla 4.8, se observa una diferencia estadística significativa en cuanto a cobertura del suelo por la pradera. La parcela C.03 superó estadísticamente al resto, mientras que las parcelas de eucalipto (C.04 y C.06) mostraron una menor cobertura.

Tabla 4.8. Evaluación de la condición de la pradera en la época húmeda en seis parcelas de estudio. Cajamarca, 1997.

Parcelas	Valor Composición de la pradera	Composición de la pradera*	Cobertura (%) de la pradera**	Valor de condición de la pradera	Nivel condición de la pradera
PAIBIE-Bosque de pino	5,14	31,97 B	16,43		Mala
C.02.PAIBIE-Pradera con acequias	5,21	44,91 B	23,40		Mala
C.03.PAIBIE-Pradera con arbustos	5,63	63,89 A	35,97		Insuficiente
C.04.P. H. Eucaliptos	4,48	11,93 C	5,34		Muy mala
C.05.CAU. Pradera	2,22	39,36 B	8,74		Muy mala
C.06.CAU. Eucaliptos	3,26	5,92 C	1,93		Muy mala

Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (LSD=17,92%, $\alpha=0,05$).

** Cálculo realizado al multiplicar el valor de la composición por la cobertura y dividir entre 10 (Berlijn, J. y A. Bernardón; 1985).

Si consideramos a la parcela C.02 como testigo de la parcela C.01, se puede afirmar que la presencia de los árboles de pino han influido para una reducción de la cobertura de la pradera en un 12,94%; la cual, no fue estadísticamente significativa. La reducción de la cobertura de la pradera ocurre debido a que debajo de los árboles de Pino -que generalmente presentan una altura mayor de los 5 m y que no han sido podados-, existe la acumulación de mulch por la caída de las acículas¹⁸ y la presencia de sombra, que provocan la muerte de las especies vegetales herbáceas, a excepción de *Desmodium molliculum* o "pié de perro". La muerte de las especies vegetales herbáceas, se puede atribuir a su carácter heliófilo, como lo manifiestan Sánchez, I. et al. (1994), al realizar un estudio de evaluación de pastizales naturales con dosel de Pinos y sin dosel en la zona de Porcón-Cajamarca. Pero por otro lado, es posible investigar el uso de mulch de pino en los campos de cultivo, como cobertura del suelo para menguar el efecto de malezas o el estrés por agua. La permanencia del pié de perro en presencia del mulch de pino, se puede atribuir a su capacidad para romper con sus tallos la capa de mulch que puede caer sobre la planta y crecer sobre éste.

18

De acuerdo a muestreos realizados, se ha encontrado una producción desde 1.56 a 2.54 Kg de materia seca de mulch/año/árbol; con lo cual, se puede cubrir entre 1.73 a 2.82 m², respectivamente.

Las parcelas que presentan menor cobertura vegetal son las sembradas con eucalipto. Al respecto, Vanhoof, Ch. (1978), al realizar un estudio acerca del crecimiento de las plantaciones forestales en Cajamarca, concluye que en zonas empinadas, de suelos minerales de poco desarrollo y no retentivos en agua -como es el caso de la zona de estudio- la introducción del eucalipto es nefasta y no sirve de nada para el mejoramiento de los suelos. El mencionado autor, sostiene que su hoja que es muy resistente a los agentes de descomposición es transportada por el viento o el agua y no aporta materia orgánica al suelo; y, si existe una competencia entre las plantas nativas y el árbol por el agua; el eucalipto por poseer un enraizamiento más fuerte perjudicará a las hierbas, que tienden a desaparecer y como consecuencia la acción erosiva del agua será aumentada.

Asimismo en Tabla 4.8, se presenta la condición de las praderas evaluadas, cuyos niveles van de Condición Insuficiente a Muy Mala. El PAIBIE, muestra nivel de Pradera Insuficiente en C.03 y de Pradera Mala en C.01 y C.02; mientras que las tres parcelas de predios aledaños tienen una Condición Muy Mala, lo cual ocurre debido a que cuentan con menores valores de cobertura y de composición de la pradera. Es preciso notar que las cifras menores ocurren para las parcelas de eucalipto (parcelas C.04 y C.06); mientras que el valor fue mayor cuando se mantiene la estructura similar a un ecosistema natural de pradera con arbustos (parcela C.03.PAIBIE-Pradera con arbustos). Respecto a este hecho, Altieri, M. (1995a), menciona que la agroecología debe buscar métodos de manejo agrícola que permitan tener agroecosistemas lo más semejante posibles a los ecosistemas naturales, debido que de esa manera se estará más cerca de alcanzar un equilibrio ecológico.

b) PRODUCCION DE BIOMASA Y SOPORTABILIDAD DE LA PRADERA

La biomasa y la soportabilidad de las seis parcelas de pradera se presentan en Tabla 4.9, habiéndose realizado dos cortes al año, uno en la época húmeda y el otro en la época seca.

Tabla 4.9. Producción de biomasa aprovechable (materia seca) y soportabilidad de seis parcelas de pradera durante 1996. Cajamarca, 1997.

Parcelas	Cortes durante el año		Total/año			Soportabilidad*** ha/UA UA/ha
	Ep.húmeda (Kg/ha)*	Ep.seca (Kg/ha)**	Kg/ha	ha/UA	UA/ha	
PAIBIE-Bosque de pino	687,00 B	60,20 B	747,00	4,88	0.205	
C.02.PAIBIE-Pradera acequias	498,00 BC	45,80 BC	543,80	6,71	0.149	
C.03.PAIBIE-Pradera arbustos	147,00 A	137,00 A	1284,00	2,84	0.352	
C.04.P. H. Eucaliptos	52,00 D	12,00 C	64,00	57,03	0.018	
C.05.CAU. Pradera	322,00 CD	32,20 BC	354,20	10,30	0.097	
C.06.CAU. Eucaliptos	44,00 D	5,60 C	49,60	73,59	0.014	

Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (LSD $\alpha=0,05$; LSD=319.4 Kg/ha).

** Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (LSD $\alpha=0,05$; LSD=44.17 Kg/ha).

*** 1 UA, ganado vacuno criollo, equivalente a 3 650 kg materia seca.

Tanto para la época húmeda como para la época seca, la producción de biomasa aprovechable presentan diferencias estadísticas significativas (Tabla 4.9). Las parcelas del PAIBIE, han sido superiores a las parcelas aledañas. La parcela C.01, no obstante de tener un menor porcentaje de cobertura que la parcela C.02, presenta una mayor producción de biomasa; lo cual, se explicaría debido a que terrazas de bancales, acequias de infiltración y la forestación favorecen el desarrollo de las especies forrajeras.

Las parcelas sembradas de eucalipto, presentan los valores más bajos de biomasa aprovechable (C.04 y C.06), lo cual tiene relación con una influencia negativa de esta especie forestal en el desarrollo de las especies forrajeras, como lo refiere

Vanhoof, Ch. (1978), quien sostiene que el eucalipto es nefasto para suelos empinados y poco retentivos de agua donde perjudica a las hierbas.

En cuanto a soportabilidad para vacunos criollos existe diferencias muy marcadas. Mientras que en el PAIBIE, se estima entre 2,84 a 6,71 ha/UA, en las parcelas aledañas que muestran un sobrepastoreo y no cuentan con medidas estructurales de conservación de suelos (parcela C.05), serían necesarias 10,30 ha/UA; y en las parcelas con eucaliptos se estimó necesarias 57,03 y 73,59 ha/UA (parcelas C.04 y C.06 respectivamente).

Los datos de soportabilidad de las tres parcelas del PAIBIE, tienen cierta relación con lo encontrado por Becker, B. et al. (1989), quienes han estimado en 5,0 ha/vacuno la carga animal de los pastizales naturales para las laderas bajas de Cajamarca.

4.4. EVALUACION DE CULTIVOS

Como cultivos más importantes de la zona se ha considerado al maíz y frijol, que representan a gramíneas y leguminosas respectivamente. Se ha evaluado las variables de densidad de población a la cosecha y el rendimiento.

Para el caso del PAIBIE se trata de semillas nativas adaptadas al microclima de la zona, que son producidas en el mismo predio; tratándose así de un autoprovisionamiento de este insumo.

Los resultados de Tabla 4.10, muestran que para el caso del maíz, tanto para densidad de plantas cosechadas como para el rendimiento en grano, no hay diferencias estadísticas entre los predios.

Para el caso del frijol, el PAIBIE, estadísticamente alcanzó el menor rendimiento de los predios comparados. Esto, se debe a que la población cosechada fue significativamente menor, debido a un exceso de lluvia y a la reacción fuertemente ácida del suelo del PAIBIE (pH 5,30), que ocasionaron la muerte de alrededor del 80% de la población emergida; lo cual, no ocurrió en las parcelas testigo.

Tabla 4.10. Densidad de Población a la cosecha y rendimiento en grano de los cultivos de maíz y frijol en la campaña agrícola 1996-97. Cajamarca, 1997.

Parcelas	Plantas/ha		Rendimiento (Kg/ha)	
	Promedio*	CV(%)	Promedio*	CV(%)

a)

Cultivo de maíz

1. PAIBIE	33 295,45 A	24,29	923,44 A	14,54
2. Testigo C-1 ¹	41 337,64 A	41,71	799,94 A	86,40
3. Testigo C-2 ²	45 885,27 A	34,01	805,94 A	42,89

b) Cultivo de frijol

1. PAIBIE	2 613,64 B	83,56	18,85 B	86,09
2. Testigo C-1	11 383,55 A	27,63	111,15 A	29,02
3. Testigo C-2	7 016,73 A	57,84	94,04 A	58,26

*Letras

iguales en la columna no presentan diferencias significativas (LSD $\alpha=0,05$)¹ Predios al Nor-oeste del PAIBIE, con suelos superficiales, con 25 a 30% de pendiente.² Predios al Sur del PAIBIE, con suelos profundos casi a nivel.

Al tener en cuenta los Coeficientes de Variabilidad, se observa que para el caso de rendimiento del maíz, el CV para el PAIBIE es de 14,54%, mientras que para los predios Testigos son de 86,40% para C-1 y de 42,89% para C-2; estos valores indican que algunas parcelas de los predios testigo han presentado rendimientos tan altos y otras rendimientos muy bajos. Comúnmente, las parcelas de rendimientos altos y muchas veces excepcionales, son aquellas que circundan la casa vivienda campesina. En tales parcelas, el majadeo con animales domésticos y la alta variabilidad en los cultivos son prácticas que merecen una investigación específica.

4.5. EVALUACIONES DEL SUELO

Se evaluó las características de humedad, profundidad y fertilidad química del suelo.

4.5.1. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

A) HUMEDAD DEL SUELO EN PARCELAS DE SUELOS DE CLASE VI

A continuación, se presenta los resultados de la evaluación de humedad del suelo de seis parcelas de Clase VI.

Tabla 4.11. Contenido de humedad del suelo* de seis parcelas de evaluación. Cajamarca, 1997.

	Humedad del suelo (%)						Prome- dio	CC**	CM**	Parcelas
	1° eval. 03/10/96	2° eval. 10/10/96	3° eval. 7/10/96	4° eval. 24/10/96	5° eval. 31/10/96	6° eval. 07/11/96				
C.01. PAIBIE-BosPino	3,95C	12,24BC	11,70A	12,54B	12,62DC	3,60B	9,44C	16,14	8,77	
C.02. PAIBIE-PrAceq.	6,26A	18,28A	12,04A	17,92A	18,58A	5,96A	13,17A	22,62	12,29	
C.03. PAIBIE-PradArb.	5,43AB	15,66AB	11,35AB	16,00A	16,14AB	5,68A	11,71B	19,09	10,35	
C.04. P. H. Eucaliptos	5,46A	12,18BC	9,04BC	16,31A	16,67BC	4,38B	10,17B	20,58	11,18	
C.05. CAU. Pradera	4,18BC	15,25AB	8,65CD	12,21B	12,84DC	3,94B	9,51C	15,97	8,67	
C.06. CAU. Eucaliptos	3,26C	9,85C	6,26D	8,48C	10,42D	3,58B	6,18D	13,20	7,17	

* Determinación realizada en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Estación Experimental Baños del Inca- Cajamarca. Instituto Nacional de Investigación Agraria. 1996.

** Porcentajes de humedad de capacidad de campo (CC) y coeficiente de marchitez (CM), determinados por el Laboratorio de Edafología y Física de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Nacional de Cajamarca.

A,B,C,D : Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (LSD, $\alpha=0,05$).

En Tabla 4.11, se observa que la parcela C.06., presentó un menor porcentaje de humedad de suelo estadísticamente diferente tanto en promedio como en la segunda y cuarta evaluación respecto a su testigo la parcela C.05.

De otro lado, en cuanto a las parcelas del PAIBIE, las parcelas: C.02. y C.03. muestran comportamiento estadístico similar en todas las evaluaciones, pero en promedio C.02 es superior a C.03. Asimismo, ambas parcelas superaron estadísticamente a la parcela de Pinos (C.01) en el promedio, en la primera, segunda, cuarta, quinta y sexta evaluación. Este último hecho se explica debido a que la parcela C.01., tiene una mayor profundidad de suelo (Tabla 4.22), como resultado

de las medidas de conservación de suelo; y es posible que la infiltración del agua de lluvia no ha alcanzado todo el perfil.

Los porcentajes de humedad del suelo fueron convertidos a volumen, con la finalidad de determinar la suficiencia o déficit de agua de cada parcela en cada evaluación (Donahue, R. et al.; 1987). Los resultados de volumen en lámina de agua se aprecian en Tabla 4.12.

Tabla 4.12. Lámina de agua (en mm) en el suelo de seis parcelas de evaluación. Cajamarca, 1997.

Parcelas	Promedio prof.cm	d.a.* g/cc	Lámina de agua en el suelo (mm)							
			1° eval.	2° eval.	3° eval.	4° eval.	5° eval.	6° eval.	CC	CM
C.01.PAIBIE-BosquePino	16,67	1,51	9,94 ^d	30,81 ^s	29,45 ^s	31,57 ^s	31,77 ^s	9,06 ^d	40,63	22,08
C.02.PAIBIE-PraderAceq.	13,33	1,19	9,93 ^d	28,30 ^s	19,10 ^d	28,43 ^s	29,47 ^s	9,45 ^d	35,88	19,50
C.03.PAIBIE-PradArbust.	14,89	1,28	10,35 ^d	29,85 ^s	21,63 ^s	30,49 ^s	30,76 ^s	10,83 ^d	36,38	19,73
C.04.P. H. Eucaliptos	13,44	1,25	9,17 ^d	20,46 ^s	15,19 ^d	27,40 ^s	28,00 ^s	7,36 ^d	34,57	18,78
C.05.CAU. Pradera	12,56	1,43	7,51 ^d	27,39 ^s	15,54 ^d	21,93 ^s	23,06 ^s	7,08 ^d	28,68	15,57
C.06.CAU. Eucaliptos	12,67	1,47	6,07 ^d	18,35 ^s	11,66 ^d	15,79 ^s	19,41 ^s	6,67 ^d	24,58	13,35

* Densidad aparente determinada por el Laboratorio de Edafología y Física de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Nacional de Cajamarca.

^s Indica suficiencia de humedad en el suelo para las plantas.

^d Indica déficit de humedad en el suelo para las plantas.

La variación de la humedad del suelo en las parcelas evaluadas se aprecia gráficamente en las Figura 4.1 (Anexo 05). La parcela C.02 mostró mayor humedad, mientras C.06 alcanzó los valores más bajos.

En ninguna evaluación se alcanzó la capacidad de campo (CC); sin embargo, se aprecia diferencias en el almacenamiento de humedad. Todas las parcelas mostraron deficiencia de agua en la primera y última evaluación; a la tercera evaluación hay deficiencia en cuatro parcelas (C.02, C.04, C.05 y C.06) y es suficiente para dos parcelas (C.01 y C.03); en las otras tres evaluaciones (segunda, cuarta y quinta) hubo suficiencia de agua para todas las parcelas (Tabla 4.12 y Figuras 4.2 a 4.7; Anexo 05).

De lo observado, se puede inferir que en el bosque de Pinos (C.01), las medidas de conservación como acequias de infiltración y las terrazas de bancal, permiten un mejor almacenamiento del agua de lluvia. Asimismo, la pradera con arbustos, que es una forma similar de ecosistema natural de ladera ha mostrado el mismo comportamiento.

Al realizar la sumatoria de los valores de déficit y suficiencia de la lámina de agua (respecto al Coeficiente de Marchitez), podemos obtener un "balance humedad" que nos indicaría el comportamiento del suelo durante el período de evaluación. Este dato se muestra en Tabla 4.13.

Tabla 4.13. Balance de lámina de agua (en mm) de seis parcelas de evaluación. Cajamarca, 1997.

Parcelas	Lámina de agua en el suelo (mm)						Σ		
	1° eval.	2° eval.	3° eval.	4° eval.	5° eval.	6° eval.			
PAIBIE-Bosque de pino	-12,14	8,73	7,37	9,49	9,69	-13,02	10,12	B	
C.02.PAIBIE-Pradera con acequias	-9,57	8,80	-0,40	8,93	9,97	-10,05	7,68	B	
C.03.PAIBIE-Pradera con arbustos	-9,38	10,12	1,90	10,76	11,03	-8,90	15,53	A	
C.04.P. H. Eucaliptos	-9,61	1,68	-3,59	8,62	9,22	-11,42	-5,10	C	
C.05.CAU. Pradera		-8,06	11,82	-0,03	6,36	7,49	-8,49	9,09	B
C.06.CAU. Eucaliptos		-7,28	5,00	-1,69	2,44	6,06	-6,68	-2,15	B

D : Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (LSD, $\alpha=0,05$).

Al analizar las parcelas comparables¹⁹, en cuanto al balance de lámina de agua para el período de evaluación se tiene:

- 1) Las tres parcelas del PAIBIE mostraron un balance positivo. Siendo superior estadísticamente C.03, respecto a C.01 y C.02 que resultaron ser iguales.

¹⁹ Las parcelas comparables son: i) C.01.PAIBIE-Bosque de Pino, C.02.PAIBIE-Pradera con acequias y C.03-Pradera con arbustos y ii) C.05.CAU. Pradera natural y C.06.CAU Eucaliptos.

2) En el predio de la CAU-Cajamarca Ltda., se observa una diferencia entre la parcela C.05 y C.06, habiendo en la primera un balance de humedad positivo mientras que en la segunda un balance negativo.

3) La parcela C.04, mostró un balance de humedad negativo, y fue la que mostró estadísticamente un mayor déficit.

En resumen las parcelas de eucalipto (C.04 y C.06), han mostrado un balance negativo, mientras que las parcelas de pino con medidas de conservación de suelos y las de pradera ya sea con o sin medidas estructurales de conservación de suelos tuvieron un balance positivo. Este comportamiento, se puede atribuir, mayormente, a que las parcelas de eucalipto presentaron una cobertura vegetal significativamente menor que las otras parcelas en estudio (Tabla 4.8), lo cual no ha permitido el almacenamiento del agua de lluvia.

En cuanto a las medidas de conservación de suelos en los bosques, Vanhoof, Ch. (1978); sostiene que la construcción de terrazas en suelos empinados de Cajamarca permite el recogimiento del agua y de los elementos finos que transporta; lo cual, favorece el crecimiento y mejor asentamiento de los árboles.

B) HUMEDAD DEL SUELO A DIFERENTES DISTANCIAS DE LOS ARBOLES

Para determinar si el efecto nocivo de los árboles de eucalipto hacia los cultivos en secano, es debido a una falta de agua en el suelo, se realizó la evaluación del porcentaje de humedad de la capa arable a diferentes distancias (2, 4, 6, 8 y 10 m), de una hilera de árboles de esta especie.

Los datos de humedad del suelo se muestran en Tabla 4.14.

Tabla 4.14. Contenido de humedad* de la capa arable del suelo (25 cm) a diferentes distancias de hilera de eucaliptos. Cajamarca, 1997.

Parcela	Pendiente	Época**	Distancia	Humedad (%)
Daniel	a nivel de árboles	húmeda	2 m	9,88
Murga		húmeda	4 m	10,14
		húmeda	6 m	11,28
		húmeda	8 m	11,03
		húmeda	10 m	11,13
		seca	2 m	4,69
		seca	4 m	3,99
		seca	6 m	3,99
		seca	8 m	4,21
		seca	10 m	4,64

n = 4; CV (ANVA arreglo factorial) : 11,38%

* Determinación realizada en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Estación Experimental Baños del Inca. Cajamarca. Instituto Nacional de Investigación Agraria. 1996.

** La evaluación de época húmeda se realizó al final del período vegetativo de los cultivos (estado pastoso del maíz: 03/06/96), mientras que la evaluación de época seca se realizó cuando el campo no tenía cobertura vegetal (12/08/96).

Al realizar el Análisis de Variancia (ANVA), mediante un arreglo factorial (época x distancia), sólo se observó alta significación estadística entre las épocas.

Para comparar diferentes agrupamientos de las distancias se realizó la Prueba de Medias por Contrastes Ortogonales, en la cual, no se apreció diferencias estadísticas entre las diferentes distancias a los árboles en ambas épocas. Es decir, que la humedad de la capa arable del suelo a distancias de los 2, 4, 6, 8 y 10 m de la hilera de eucaliptos fue estadísticamente la misma, ya sea al considerar la época húmeda o la época seca.

Este resultado, nos lleva a sugerir que para las condiciones muestreadas, la humedad del suelo no vendría a ser la principal limitante para el desarrollo normal de los cultivos instalados cerca de los árboles de eucalipto, sino estaría referida a otras causas como acidificación del suelo (Tabla 4.18).

De otro lado, con la finalidad de evaluar la influencia de los árboles de pino sembrados en el borde de las acequias de

infiltración²⁰ de los campos de cultivo del PAIBIE, sobre la humedad del suelo de la terraza de formación lenta, se evaluó el contenido de humedad a diferentes distancias (2, 4, 6, 8 y 10 m), en dos tipos de acequias de infiltración: con y sin pinos en el borde²¹. Los resultados se muestran en Tabla 4.15.

Al realizar la Prueba de Medias por Contrastes Ortogonales, se observó:

- i) Para terrazas con ambos tipos de acequias: una alta significación estadística entre épocas de evaluación, siendo mayor su contenido en época húmeda respecto a la época seca.
- ii) Al comparar el tipo de terrazas: las terrazas cuya cabecera tienen pinos resultaron con menor humedad que las terrazas sin pinos, observándose significación estadística para el caso de la época seca y una alta significación estadística para la época húmeda. Esto, resulta de interés agronómico, en especial al considerar el resultado de la época húmeda en la cual se disminuyó significativamente la humedad de la terraza cuya cabecera lleva pinos respecto a que si no los tuviera (disminución del 2,1% de humedad), lo cual puede limitar o bien favorecer el desarrollo normal de los cultivos.
- iii) Que la humedad de la parte baja o distal de una terraza -ya sea con o sin pinos en su cabecera-, no mostró significación estadística ni con la parte media ni con la parte superior de la misma; es decir, que toda la terraza de formación lenta presentó estadísticamente una humedad uniforme desde el borde de su acequia de infiltración hasta su parte distal, cerca a la próxima acequia.

Tabla 4.15. Contenido de humedad* de la capa arable del suelo (25 cm) a diferentes distancias de acequia de infiltración en campos de cultivo en el PAIBIE. Cajamarca, 1997.

uía infiltración	Epoca**	Distancia	Humedad	Aceq
------------------	---------	-----------	---------	------

²⁰ Las acequias de infiltración han sido construidas cada 25 m, y en forma intercalada llevan Pinos en su borde.

²¹ Los árboles de pinos en las acequias tienen una edad de 7 años y alcanzan una altura entre 4 a 6 m.

Pinos	húmeda	0 m	9,63%
	húmeda	5 m	13,00%
	húmeda	10 m	12,74%
	húmeda	15 m	11,73%
	húmeda	20 m	12,41%
	Promedio	---	11,90%
	Desv. estánd.	---	1,36%
	seca	0 m	5,05%
	seca	5 m	5,33%
	seca	10 m	5,72%
	seca	15 m	4,98%
	seca	20 m	5,69%
	Promedio	---	5,35%
	Desv. estánd.	---	0,35%
Sin Pinos	húmeda	0 m	14,22%
	húmeda	5 m	14,42%
	húmeda	10 m	13,41%
	húmeda	15 m	13,94%
	húmeda	20 m	14,01%
	Promedio	---	14,00%
	Desv. estánd.	---	0,38%
	seca	0 m	6,21%
	seca	5 m	6,38%
	seca	10 m	6,33%
	seca	15 m	8,23%
	seca	20 m	8,25%
	Promedio	---	7,08%
	Desv. estánd.	---	1,06%

n = 3; CV (ANVA arreglo factorial) : 10,09%

* Determinación realizada en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Estación Experimental Baños del Inca-Cajamarca. Instituto Nacional de Investigación Agraria. 1996.

** La evaluación de época húmeda se realizó al final del período vegetativo de los cultivos (estado pastoso del maíz: 03/06/96), mientras que la evaluación de época de estiaje se realizó cuando el campo no tenía cobertura vegetal (12/08/96).

En suma, los pinos instalados en los bordes de las acequias de infiltración para la construcción de terrazas de formación lenta, provocan una disminución significativa de la humedad de la capa arable del suelo en la propia terraza; lo cual, en períodos de sequía podría limitar el agua para el desarrollo de los cultivos; por el contrario, este efecto podría convertirse en beneficioso en períodos muy lluviosos al permitir una mayor desecación del suelo que impediría efectos dañinos del exceso de humedad en los cultivos, en especial en suelos ácidos como es el caso del PAIBIE.

C) HUMEDAD DEL SUELO EN PRESENCIA Y AUSENCIA DE TREBOL CARRETILLA (*Medicago polymorpha* L.)

En base a la presencia de ciertos espacios de cultivos (como maíz con frijol, cebada, avena) que en su fase reproductiva se encuentran vegetando conjuntamente con trébol carretilla -considerada como "una maleza"-; y que aparentemente no perjudican

Tabla 4.16. Contenido de humedad* de la capa arable del suelo (25 cm) de un cultivo de maíz con y sin Trébol Carretilla**. Cajamarca, 1997.

el	Condición	Humedad
Sr. S.Infante	Maíz + Trébol carretilla	13,01%
02. Sr. F.Valiente	Maíz + Trébol carretilla	11,57%
Promedio	Maíz + Trébol carretilla	12,29% A
Desv. estándar	Maíz + Trébol carretilla	1,02%
01. Sr. S.Infante	Maíz sin Trébol carretilla	12,41%
02. Sr. F.Valiente	Maíz sin Trébol carretilla	9,74%
Promedio	Maíz sin Trébol carretilla	11,07% A
Desv. estándar	Maíz sin Trébol carretilla	1,89%

CV: 12,98%

* Determinación realizada en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Estación Experimental Baños del Inca-Cajamarca. Instituto Nacional de Investigación Agraria. 1996.

** Evaluación tomada cuando el maíz estuvo en fase de grano pastoso y cuando el suelo estaba 100% cubierto por el trébol carretilla.

A Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas.

su desarrollo, se formuló la hipótesis que es probable que esta leguminosa pueda beneficiar al cultivo. Fue interés determinar el efecto del trébol carretilla sobre la humedad de la capa arable del suelo. La Tabla 4.16, muestra una mayor humedad de la capa arable del suelo con la presencia del trébol carretilla en un cultivo de maíz, pero esta diferencia (1,22%), no resultó ser estadísticamente significativa. Sin embargo, este mayor contenido de humedad puede ser sólo un factor positivo para los cultivos; ya que además de ser una especie forrajera, se ha observado la presencia de nódulos en su sistema radicular; lo cual indicaría una fijación de nitrógeno atmosférico.

4.5.2. LA FERTILIDAD QUIMICA DE LOS SUELOS

A) EFECTO DEL MAJADEO EN LA FERTILIDAD QUIMICA DEL SUELO

En el PAIBIE, la práctica del Majadeo se realiza entre julio a setiembre con la finalidad de mejorar la fertilidad del suelo. Esta práctica consiste en dejar el ganado vacuno atado a una estaca, desde el atardecer hasta la mañana del siguiente día -alrededor de 12 horas diarias-. En cada estaca el vacuno quedará tres a cuatro noches, tiempo en el cual depositará sus deyecciones sólidas y líquidas en el suelo. El muestreo indicó la presencia de entre 0,25 a 0,35 Kg de materia seca de estiércol por m².

En el PAIBIE, el majadeo es complementado con la práctica denominada "cuaresma" o "barbecho", que consiste en arar el terreno una vez que se cuenta con algo de humedad²² proveniente de las primeras lluvias que generalmente ocurren a fines de setiembre.

Para evaluar el efecto del majadeo en la fertilidad química del suelo, se tomó muestras de tres profundidades de la capa arable: i) 0-10 cm, ii) 10-20 cm; y iii) 20-30 cm; de la misma parcela, donde fue tratada con majadeo y donde no tuvo esta práctica. Los resultados se presentan en Tabla 4.17.

Para el fósforo disponible se observó un incremento significativo con el majadeo en las tres profundidades evaluadas. En el estrato entre 0-10 cm se incrementó en 2 veces (de 6 a 18 ppm), en el estrato medio de 10-20 cm se incrementó en 1,4 veces (de 5 a 12 ppm) y el estrato de 20-30 cm en 0,57 veces (de 7 a 11 ppm).

22

La cuaresma se realiza aún cuando la humedad del suelo no ha alcanzado su capacidad de campo.

Para el potasio disponible se observó un incremento significativo en los estratos de 0-10 cm y 20-30 cm; su contenido se elevó en 1,9 veces (de 98,00 a 285,00 ppm) y 0,28 veces (de 75 a 96 ppm), respectivamente.

Para el aluminio se observó un incremento significativo con el majadeo en los tres estratos; mientras que el calcio cambiante disminuye, aunque sólo muestra significación estadística para el estrato entre 20-30 cm.

En cuanto a las relaciones entre cationes, el majadeo disminuyó sus valores, lo cual llevaría a disminuir el posible efecto antagónico. Se reduce significativamente las relaciones Ca/K y Mg/K en los tres estratos. La relación Ca/Mg disminuye significativamente en los estratos entre 0-10 y 20-30 cm, mientras que la disminución de Ca/Na sólo fue significativa en los 20-30 cm.

El contenido de la materia orgánica del Suelo no mostró incrementó con el majadeo, posiblemente debido a que la toma de muestras se realizó antes de que se haya producido la desintegración e incorporación de la materia orgánica al suelo.

Tabla 4.17. Resultados de análisis de fertilidad química* de suelos a tres profundidades con y sin majadeo en el PAIBIE. Cajamarca, 1997.

	Con majadeo			Sin majadeo			Variable
	0-10cm	10-20cm	20-30cm	0-10cm	10-20cm	20-30cm	
pH (1:2,5 suelo-agua)	5,00 A	5,00 A	4,80 A	5,20 A	5,10 A	5,10 A	
pH (1:2,5 suelo-KCl)	4,20 A	4,00 A	4,00 A	4,10 A	4,00 A	4,00 A	
Aluminio (m.e./100g)	0,30 A	0,60 A	0,80 A	0,10 B	0,21 B	0,25 B	
C.E. (mmhos/cm)	0,20 A	0,21 A	0,22 B	0,17 B	0,19 A	0,30 A	
Calcáreo total (%)	---	---	---	---	---	---	
Carbono orgánico (%)	0,87 A	0,93 A	0,90 A	0,89 A	0,88 A	1,02 A	
Materia orgánica (%)	1,50 ^b A	1,60 ^b A	1,55 ^b A	1,54 ^b A	1,51 ^b A	1,75 ^b A	
Nitrógeno total (%)	0,09 ^b A	0,09 ^b A	0,08 ^b A	0,08 ^b A	0,09 ^b A	0,10 ^b A	
Fósforo disponible (ppm)	18,00 ^a A	12,00 ^{ma} A	11,00 ^m A	6,00 ^b B	5,00 ^b B	7,00 ^b B	
Potasio disponible (ppm)	285,0 ^{ma} A	98,0 ^{ma} A	96,00 ^m A	98,00 ^{mb} B	94,00 ^m A	75,00 ^b B	
C.C.C. (m.e./100g)	18,9 ^{mda} A	17,9 ^{mda} A	16,0 ^{mda} A	19,4 ^{mda} A	19,2 ^{mda} A	16,8 ^{mda} A	
Ca cambiable (m.e./100g)	7,85 A	7,75 A	5,12 B	8,80 A	8,37 A	7,18 A	
Mg cambiable (m.e./100g)	1,10 A	1,08 A	1,00 A	1,00 A	1,21 A	1,02 A	
K cambiable (m.e./100g)	0,30 A	0,29 A	0,25 A	0,20 B	0,21 B	0,19 B	
Na cambiable (m.e./100g)	0,01 A	0,01 A	0,02 A	0,01 A	0,01 A	0,02 A	
Relaciones entre cationes:							
Ca/Mg	7,14 ⁿ B	7,18 ⁿ A	5,12 ^b B	8,8 ⁿ A	6,92 ⁿ A	7,04 ⁿ A	
Ca/K	26,17 ^e B	26,72 ^e B	20,48 ^a B	44,00 ^e A	39,86 ^e A	37,79 ^e A	
Ca/Na	785,0 ^e A	775,0 ^e A	256,0 ^e B	880,0 ^e A	837,0 ^e A	359,0 ^e A	
Mg/K	3,67 ⁿ B	3,72 ⁿ B	4,00 ⁿ B	5,00 ^e A	5,76 ^e A	5,36 ^e A	

* Análisis realizado por el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Nacional de Cajamarca. 1997.

b, m, mda, a, ma Para nutrientes: nivel bajo, medio, moderadamente alto, alto y muy alto respectivamente.

b, n, a, e Relaciones entre cationes: baja, normal, alta y excesiva, respectivamente.

A, B, Significación estadística, letras iguales en la fila no presentan diferencias.

Asimismo, no se muestra incremento en cuanto al nitrógeno.

Del análisis realizado, se deduce que la práctica del Majadeo, no obstante de no haber incrementado la materia orgánica ni el nitrógeno del suelo, contribuyó a elevar algunas variables de la fertilidad química del suelo, en especial en el caso del fósforo, elemento que resulta muy escaso en suelos fuertemente ácidos como es el caso del PAIBIE.

B) EFECTO EN LA FERTILIDAD QUIMICA DEL SUELO DE *Eucalyptus globulus* Labill. y *Pinus pseudostrobus* Lindl.

Con la finalidad de evaluar el efecto del desarrollo de *E. globulus* y de *P. pseudostrobus*, sobre la fertilidad química del suelo, se realizó análisis de fertilidad química a 0, 2, 4, 6 y 8 m de distancia de una hilera de árboles de 15 años de edad, y una altura de 25 m para los eucaliptos y de 15 m para los pinos; los resultados se muestran en Tabla 4.18.

Se observa que a los 8 m de distancia a los árboles de pino el pH disminuyó significativamente; mientras que para el caso de eucalipto, en todas las distancias el pH se muestra igual. Lo observado, puede llevar a levantar la hipótesis que el pino no acidificaría el suelo, mientras que el eucalipto sí lo haría. En cuanto a la especie de pino, Urrego B. (1997), reporta que plantación de *Pinus caribaea* en una segunda rotación llevó a disminuir la acidez del suelo (de 3,9 a 4,6).

El contenido en materia orgánica, para el caso de pino se mostró igual en todas las distancias, mientras que en el eucalipto a los 2 m de los árboles el contenido fue significativamente menor a las otras distancias.

En cuanto a nitrógeno total, se elevó significativamente a los 4 m de los pinos y se mantuvo igual en todas las distancias respecto al eucalipto.

El fósforo disponible disminuyó significativamente a los 8 m de los pinos y se mantuvo igual en todas las distancias respecto al eucalipto.

Para el potasio disponible tanto respecto al pino como al eucalipto no se encontró diferencia significativa.

El calcio tiende a incrementarse hacia la cercanía de los pinos, siendo significativamente mayor a los 0, 2, 4 y 6 m respecto a los 8 m; mientras que se mantiene igual en el eucalipto.

En cuanto al magnesio, hay la tendencia de disminuir a la cercanía de los pinos, ocurriendo lo contrario para el caso del eucalipto. Asimismo, la relación Ca/Mg, se eleva significativamente a los 0, 2, 4 y 6 m respecto a los 8 m de los pinos, mientras que para el eucalipto disminuye a los 0, 2 y 4 m respecto a los 6 m de distancia.

Al respecto de la influencia del pino sobre los nutrientes del suelo, Urrego B. (1997), reporta que *Pinus caribaea* en una segunda rotación, además de elevar el pH, elevó el calcio y el magnesio en 300% y 600% respectivamente, pero no reporta diferencias en carbono y fósforo disponibles. Asimismo, indica que las diferencias halladas sólo sucedieron entre los 0 a 20 cm del suelo.

Los resultados encontrados para el caso del pino, en cuanto al fósforo, tienen la misma tendencia a los hallados por Sánchez I., et al. (1994), en un experimento realizado en Porcón-Cajamarca, que concluye que el tratamiento con dosel de *Pinus patula*, elevó el fósforo disponible de 13,5 a 17,87 ppm; pero disminuyó el

Tabla 4.18. Resultados de análisis de fertilidad química* de suelos a diferentes distancias de hilera de *Pinus pseudostrobus* y de *Eucaliptos globulus* en el PAIBIE. Cajamarca, 1997.

Variable	Hilera de <i>P. pseudostrobus</i>					Hilera de <i>E. globulus</i>					pH
	0 m	2 m	4 m	6 m	8 m	0 m	2 m	4 m	6 m	8 m	
(1:2,5 suelo-agua)	6,30 A	6,30 A	6,30 A	6,20 A	6,10 B	5,80 A	5,70 A	5,70 A	6,00 A	5,80 A	
pH (1:2,5 suelo-KCl)	5,20 A	5,20 A	5,20 A	5,20 A	5,00 B	4,20 A	4,30 A	4,20 A	4,70 A	4,70 A	
Aluminio (m.e./100g)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
C.E. (mmhos/cm)	0,20 A	0,21 A	0,20 A	0,20 A	0,23 A	0,24 A	0,19 A	0,20 A	0,20 A	0,22 A	
Calcáreo total (%)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Carbono orgánico (%)	1,16 A	1,21 A	1,45 A	1,44 A	1,31 A	1,36 A	1,25 B	1,48 A	1,45 A	1,51 A	
Materia orgánica (%)	2,00 ^b A	2,08 ^m A	2,50 ^m A	2,48 ^m A	2,25 ^m A	2,34 ^m A	2,16 ^m B	2,55 ^m A	2,50 ^m A	2,60 ^m A	
Nitrógeno total (%)	0,11 ^b B	0,12 ^b B	0,15 ^b A	0,13 ^b B	0,12 ^b B	0,13 ^b A	0,13 ^b A	0,14 ^b A	0,14 ^b A	0,15 ^b A	
Fósforo disponible (ppm)	12,00 ^m A	12,00 ^m A	12,00 ^m A	9,00 ^m A	5,00 ^b B	6,00 ^b A	10,00 ^m A	10,00 ^m A	6,00 ^b A	10,0 ^b A	Potasio
disponible (ppm)	164,0 ^a A	175,0 ^a A	185,0 ^a A	148,0 ^a A	140,0 ^a A	160,0 ^a A	148,0 ^a A	215,0 ^a A	230,0 ^a A	227,0 ^a A	
C.C.C. (m.e./100g)	24,20 ^a A	22,90 ^a A	24,00 ^a A	24,00 ^a A	21,50 ^a A	22,60 ^a A	22,70 ^a A	23,60 ^a A	23,00 ^a A	22,2 ^a A	
Ca cambiable (m.e./100g)	13,95 A	13,60 A	14,00 A	13,32 A	11,60 B	11,20 A	11,08 A	12,25 A	12,45 A	11,14 A	
Mg cambiable (m.e./100g)	1,00 B	1,00 B	1,02 B	1,12 A	1,02 B	1,12 A	1,20 A	1,16 A	1,03 B	1,20 A	
K cambiable (m.e./100g)	0,26 B	0,25 B	0,30 B	0,39 A	0,25 B	0,26 A	0,20 A	0,22 A	0,30 A	0,29 A	
Na cambiable (m.e./100g)	0,01 A	0,01 A	0,01 A	0,01 A	0,01 A	0,01 A	0,01 A	0,02 A	0,01 A	0,02 A	
Relaciones entre cationes:											
Ca/Mg	13,95 ^a A	13,60 ^a A	13,73 ^a A	11,89 ^a A	11,37 ^a B	10,00 ^a B	9,23 ^a B	10,56 ^a B	12,09 ^a A	9,28 ^a B	
Ca/K	53,65 ^e A	54,40 ^e A	46,67 ^e A	34,15 ^e B	46,40 ^e A	43,08 ^e A	55,40 ^e A	55,68 ^e A	41,50 ^e A	38,4 ^e A	
Ca/Na	1395 ^e A	1360 ^e A	1400 ^e A	1332 ^e A	1160 ^e B	1120 ^e A	1108 ^e A	612,5 ^e A	1245 ^e A	557,0 ^e A	
Mg/K	3,85 ^a A	4,00 ^a A	3,40 ^a A	2,87 ⁿ B	4,08 ^a A	4,31 ^a B	6,00 ^e A	5,27 ^e B	3,43 ^a B	4,14 ^a B	

* Análisis realizado por el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Nacional de Cajamarca, 1997.

b, m, a Para nutrientes: nivel bajo, medio y alto respectivamente.

b, n, a, e Para relaciones catiónicas de intercambio: baja, normal, alta y excesiva, respectivamente.

A, B, Significación estadística, letras iguales en la fila no presentan diferencias.

contenido de potasio disponible de 87,95 a 55,37 ppm. Los autores atribuyen el comportamiento del fósforo al reciclaje de nutrientes ocasionado por la descomposición de las acículas del pino. Ellos sostienen que las raíces profundas de los árboles extraen a este elemento en cantidades mayores que las raíces de las plantas herbáceas.

En resumen, se puede decir, que es probable que la presencia de pino lleve a elevar el contenido de fósforo y calcio, pero a disminuir el contenido de magnesio. Asimismo, el pino no acidificaría al suelo, mientras que el eucalipto sí lo haría.

C) LA FERTILIDAD QUÍMICA DEL SUELO EN TRES ZONAS DE UNA TERRAZA DE FORMACIÓN LENTA

Con la finalidad de observar la influencia de la práctica de construcción de las terrazas de formación lenta mediante la construcción de acequias de infiltración, se evaluó la fertilidad química del suelo en tres zonas de la terraza: en la cabecera o parte superior, en la parte media y en la parte inferior de la terraza.

Los resultados que se muestran en Tabla 4.19, indican que no existe diferencia significativa para ninguna variable en las tres zonas de la terraza; por lo cual, se concluye que las terrazas de formación lenta han permitido una uniformidad en la fertilidad química del suelo en el campo de cultivo; siendo efectivas en el control de la erosión, ya que se trata de un suelo entre 10 y 15% de pendiente.

Tabla 4.19. Resultados de análisis de fertilidad química* de suelos en tres lugares de las terrazas de formación lenta en el PAIBIE. Cajamarca, 1997.

Variable	Zona de la terraza		
	Superior	Media	Inferior
H (1:2,5 suelo-agua)	5,30 A	5,30 A	5,40 A
pH (1:2,5 suelo-KCl)	4,10 A	4,20 A	4,30 A
Aluminio (m.e./100g)	---	---	---
C.E. (mmhos/cm)	0,20 A	0,25 A	0,19 A
Calcáreo total (%)	---	---	---
Carbono orgánico (%)	1,18 A	1,17 A	1,16 A
Materia orgánica (%)	2,03 ^m A	2,01 ^m A	2,00 ^m A
Nitrógeno total (%)	0,10 ^b A	0,11 ^b A	0,11 ^b A
Fósforo disponible (ppm)	16,00 ^a A	18,00 ^a A	17,00 ^a A
Potasio disponible (ppm)	156,00 ^a A	215,00 ^a A	187,00 ^a A
C.C.C. (m.e./100g)	20,00 ^{ma} A	18,20 ^{ma} A	19,50 ^{ma} A
Ca cambiable (m.e./100g)	9,00 A	8,00 A	9,28 A
Mg cambiable (m.e./100g)	1,08 A	1,11 A	1,08 A
K cambiable (m.e./100g)	0,28 A	0,35 A	0,36 A
Na cambiable (m.e./100g)	0,02 A	0,01 A	0,01 A
Relaciones entre cationes:			
Ca/Mg	8,33 ⁿ A	7,21 ⁿ A	8,59 ⁿ A
Ca/K	32,14 ^e A	22,86 ^a A	25,78 ^e A
Ca/Na	450,0 ^e A	800,0 ^e A	928,0 ^e A
Mg/K	3,86 ^a A	3,17 ^a A	3,00 ⁿ A

* Análisis realizado por el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Nacional de Cajamarca, 1997.
^{b, m, ma, a} Para nutrientes: nivel bajo, medio, moderadamente alto y alto respectivamente.
^{b, n, a, e} Para relaciones catiónicas de intercambio: baja, normal, alta y excesiva, respectivamente.
A : Significación estadística, letras iguales en la fila no presentan diferencias.

D) LA FERTILIDAD QUIMICA DE SUELOS CLASE VI MANEJADOS DE MANERA DIFERENTE

Se ha evaluado la fertilidad química de seis parcelas de suelo (Clase VI), sometidas a diferentes tipos de manejo. Los resultados se muestran en Tabla 4.20.

Se puede realizar las siguientes comparaciones:

1) C.01.PAIBIE-Bosque de pino, C.02.PAIBIE-Pradera con acequias y C.03.PAIBIE-Pradera con arbustos

En cuanto al pH, se observa un incremento significativo en la parcela C.01; respecto a C.02 y C.03. Este hecho, es posible que ocurra debido a dos factores: **i)** a la presencia de pinos que como se ha visto anteriormente²³ tiende a elevar el pH hacia su cercanía (Tabla 4.18) y a **ii)** las medidas estructurales de conservación de suelos como son la construcción de terrazas de bancal y de las acequias de infiltración que han demandado la ruptura, el movimiento y degradación del material madre de naturaleza calcárea.

El contenido de materia orgánica fue estadísticamente mayor en C.02, luego C.03 y en último lugar estuvo C.01. Esto, muestra una tendencia opuesta a lo que se esperaba, es decir que el mulch de las acículas de pino debería elevar la materia orgánica del suelo. Sucede que el mulch de las acículas de pino, si bien es producido en cantidades apreciables -de acuerdo a muestreos realizados, se ha encontrado una producción desde 1,56 a 2,54 Kg de materia seca de mulch/año/árbol de 7 a 9 m de altura-, no se descomponen fácilmente, y por lo tanto no es incorporado al suelo, permaneciendo en la superficie e impidiendo el desarrollo de algunas plantas forrajeras. Otra razón del bajo contenido de materia orgánica vendría a ser la construcción de medidas de conservación de suelos en esta parcela, que provoca la remoción del perfil del suelo.

23

Vea resultados de efecto en la fertilidad química del suelo de Eucalyptus globulus Labill y Pinus spp.

En cuanto a nitrógeno total, se observa el mismo comportamiento que para la materia orgánica.

Tabla 4.20. Resultados de análisis de fertilidad química* de suelos de seis parcelas de manejo con pradera natural y forestales. Cajamarca, 1997.

Variable	C.01.	C.02.	C.03	C.04	C.05	C.06	pH
(1:2,5 suelo-agua)	6,60 A	5,70 B	5,90 B	5,00 C	5,70 B	5,30 B	
pH (1:2,5 suelo-KCl)	5,20 A	4,80 B	4,90 B	3,90 C	4,70 B	4,00 C	
Aluminio (m.e./100g)	---	0,30 B	0,20 B	1,00 A	0,10 B	0,30 B	
C.E. (mmhos/cm)	0,20 A	0,22 A	0,19 A	0,24 A	0,23 A	0,20 A	
Calcáreo total (%)	---	---	---	---	---	---	
Carbono orgánico (%)	0,34 C	1,64 A	1,17 B	1,16 B	1,16 B	1,24 B	
Materia orgánica (%)	0,58 ^b C	2,83 ^m A 2,03 ^m B		2,00 ^m B 2,00 ^m B	2,13 ^m B		
Nitrógeno total (%)	0,04 ^b C	0,15 ^b A	0,10 ^b B	0,10 ^b B	0,11 ^b B	0,12 ^b B	
Fósforo disponible (ppm)	12,00 ^m A	12,00 ^m A	6,00 ^b C	6,00 ^b C	9,00 ^m B	9,00 ^m B	
Potasio disponible (ppm)	129,00 ^a C	258,0 ^{ma} B	192,00 ^a B	215,0 ^a B 244,0 ^a B 305,0 ^{ma} A			
C.C.C. (m.e./100g)	22,00 ^a A 18,5 ^{mda} C		20,50 ^a B 18,7 ^{mda} C	21,70 ^a B 21,00 ^a B			
Ca cambiable (m.e./100g)	12,80 A 8,95 B		11,00 B	7,95 C	11,60 B	10,00 B	
Mg cambiable (m.e./100g)	1,10 B	1,00 C	1,21 B	1,30 A	1,08 B	1,11 B	
K cambiable (m.e./100g)	0,29 B	0,39 A	0,22 C	0,27 B	0,28 B	0,35 B	
Na cambiable (m.e./100g)	0,05 A	0,02 A	0,04 A	0,02 A	0,01 A	0,01 A	
Relaciones entre cationes:							
Ca/Mg	11,64 ^a A 8,95 ^a B		9,00 ^a B 6,12 ^a C	10,74 ^a B	9,00 ^a B		
Ca/K	44,14 ^b B 22,95 ^a C 50,00 ^a A 29,44 ^b B 41,43 ^b B 28,57 ^b B						
Ca/Na	256,0 ^b B 447,5 ^b B 275,0 ^b B 397,50 ^b B			1160,0 ^a A	1000,0 ^a A		
Mg/K	3,79 ^a B	2,56 ^a C	5,50 ^a A	4,81 ^a A	3,86 ^a B 3,17 ^a B		

* Análisis realizado por el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Nacional de Cajamarca. 1997.
b, m, ma, a Para nutrientes: nivel bajo, medio, moderadamente alto y alto respectivamente.

b, n, a, e Para relaciones catiónicas de intercambio: baja, normal, alta y excesiva, respectivamente.
A, B, C : Significación estadística, letras iguales en la fila no presentan diferencias.

En el fósforo disponible, las parcelas C.01 y C.02 son estadísticamente iguales, pero a la vez superiores a C.03. En la parcela C.01, es probable que tenga una influencia la presencia de los árboles de pino, que como se ha visto anteriormente el tenor de fósforo disponible se eleva en la cercanía al árbol (Tabla 4.18). De otro lado, llama la atención el bajo tenor de fósforo disponible de la parcela C.03, que al tener las mismas condiciones que C.02, su contenido se reduce a la mitad.

Para el contenido de potasio disponible, la parcela C.01 fue estadísticamente menor que C.02 y C.03. Lo cual, tendría relación al estudio realizado por Sánchez I., et al. (1994), quienes hallaron que el dosel de *Pinus patula* disminuyó el contenido de potasio disponible de 87,95 a 55,37 ppm. Los autores atribuyeron este hecho a las altas necesidades de este elemento por el árbol.

También se aprecia que el calcio cambiante en la parcela C.01, fue mayor que en C.02 y C.03; lo cual, estaría relacionado al movimiento del material parental calcáreo del suelo con la construcción de las medidas conservacionistas y al hecho de que los pinos llevan a incrementar el contenido de calcio cambiante (Tabla 4.18). Este mayor contenido de Ca cambiante lleva a elevar las relaciones de Ca/Mg y Ca/K.

2) C.05. CAU. Pradera, con C.06.CAU. Eucaliptos y C.04.P.H. Eucaliptos

La diferencia más sobresaliente es referida a la acidez del suelo. El pH del suelo fue estadísticamente menor en C.04 respecto a C.05 y C.06 que resultaron ser iguales, aunque C.06 tiene un pH fuertemente ácido mientras que C.05 tiene un pH medianamente ácido. De lo observado se deduce que la presencia del *E. globulus* ha llevado a disminuir el pH del suelo; lo cual tiene relación con los resultados que se muestran en Tabla 4.18.

Las variables de materia orgánica, nitrógeno total, fósforo - disponible son similares en estas parcelas, por lo cual, no se puede inferir algún comportamiento diferencial de la presencia del *E. globulus*. Pero, para el caso del potasio disponible, se observó un valor estadísticamente mayor en C.06.

E) INFLUENCIA DE LAS HORMIGAS EN LA FERTILIDAD QUIMICA DEL SUELO

Como un agente modificador del suelo en las parcelas de Clase VI del PAIBIE, existen hormigas (*Iridomirmex* sp). El material de los hormigueros, es utilizado para restituir partes desprovistas de suelo. Debido a una mayor frecuencia de estos hormigueros en el PAIBIE en relación a los predios aledaños y dado que las especies vegetales de su alrededor muestran un mejor desarrollo, se realizó el análisis de fertilidad química de dos principales compartimientos de los hormigueros: **i)** la parte central o nido de color oscuro y de cierto grado de resistencia, y **ii)** la parte periférica de estructura granular y color más claro; para ser comparados con la fertilidad promedio de la parcela donde existen con mayor frecuencia (parcela C.01). Los resultados se presentan en Tabla 4.21.

Los resultados indican que el pH se eleva ligeramente en el nido del hormiguero respecto al testigo, pero no muestra significación estadística; a pesar de convertir un suelo fuertemente ácido hacia un suelo ligeramente ácido (de 5,20 a 6,40).

En cuanto a materia orgánica, en el nido existe una ligera acumulación de residuos vegetales lo cual incrementa el contenido de materia orgánica. Este valor se vio incrementado en 5,94 veces respecto al testigo; sin embargo, no se observó diferencia estadística entre los valores. En la periferie del nido el contenido de materia orgánica tampoco muestra diferencia significativa respecto al testigo. También, se observa un

Tabla 4.21. Resultados de análisis de fertilidad química* de suelos de los compartimientos de un hormiguero. Cajamarca, marzo, 1997.

Variable	Nido del hormiguero	Periferie del hormiguero	Testigo
pH (1:2,5 suelo-agua)	7,10 A	6,30 A	6,60 A

pH (1:2,5 suelo-KCl)	6,40 A	5,40 A	5,20 A
Aluminio (m.e./100g)	---	--	---
C.E. (mmhos/cm)	0,20 A	0,20 A	0,20 A
Calcáreo total (%)	---	---	---
Carbono orgánico (%)	2,34 A	1,40 A	0,34 A
Materia orgánica (%)	4,03 ^a A	2,41 ^m A	0,58 ^b A
Nitrógeno total (%)	0,19 ^m A	0,13 ^b A	0,04 ^b A
Fósforo disponible (ppm)	20,00 ^a A	17,00 ^a A	12,00 ^m A
Potasio disponible (ppm)	256,00 ^{ma} A	355,00 ^{ma} A	129,00 ^a A
C.C.C. (m.e./100g)	21,10 ^a A	22,00 ^a A	22,00 ^a A
Ca cambiable (m.e./100g)	12,80 A	12,45 A	12,80 A
Mg cambiable (m.e./100g)	1,18 A	1,00 A	1,10 A
K cambiable (m.e./100g)	0,35 A	0,37 A	0,29 A
Na cambiable (m.e./100g)	0,01 A	0,01 A	0,05 A
Relación C/N	12,32 A	10,76 A	8,50 A
Relaciones entre cationes:			
Ca/Mg	10,85 ^a A	12,45 ^e A	11,64 ^a A
Ca/K	36,57 ^e A	33,65 ^e A	44,14 ^e A
Ca/Na	3657,0 ^e A	1245,0 ^e A	256,0 ^e A
Mg/K	3,37 ^a A	2,70 ⁿ A	3,79 ^a A

* Análisis realizado por el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Nacional de Cajamarca. 1997.
b, m, ma, a Para nutrientes: nivel bajo, medio, moderadamente alto y alto respectivamente.
b, n, a, e Para relaciones catiónicas de intercambio: baja, normal, alta y excesiva, respectivamente.
A Significación estadística, letras iguales en la fila no presentan diferencias.

incremento de la relación C/N en el nido y en la periferie del hormiguero respecto al testigo, pero sin mostrar diferencia estadística.

Las demás variables no muestran diferencias significativas en los compartimientos evaluados respecto al testigo. Sin embargo, hay una ligero incremento del fósforo y del potasio en el hormiguero.

4.5.3. PROFUNDIDAD DE SUELO EN SEIS PARCELAS (CLASE VI) MANEJADAS DE MANERA DIFERENTE

Los resultados (Tabla 4.22), muestran que el promedio de profundidad del perfil de suelo no presenta diferencias estadísticas. Sin embargo, los promedios vienen de muestras muy diferentes, lo cual se puede inferir al apreciar los valores del Coeficiente de Variabilidad de cada parcela.

Tabla 4.22. Profundidad (en cm), Coeficiente de Variabilidad y Porcentaje de puntos desnudos del suelo en parcelas de Clase VI. Cajamarca, 1997.

Parcelas	Promedio*	C. V. %	Puntos desnudos(%)
C.01.PAIBIE-Bosque de pinos	16,67 A	29.24%	5,56%
C.02.PAIBIE-Pradera con acequias	13,33 A	49,04%	16,67%
C.03.PAIBIE-Pradera con arbustos	14,89 A	34,32%	11,11%
C.04.Pablo Huamán-Eucaliptos	13,44 A	39,73%	33,33%
C.05.CAU Caj.Ltda-Pradera	15,56 A	21,49%	16,67%
C.06.CAU Caj.Ltda.-Eucaliptos	12,67 A	25,58%	11,11%

Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas ($\alpha=0,05$; LSD=4,56 cm).

Así, al comparar las parcelas C.01, C.02 y C.03 se observa que C.01, presenta un menor CV, lo cual muestra que existe una mayor uniformidad en el perfil del suelo; este hecho es importante porque vendría a ser efecto de las medidas de conservación de suelos así como de la forestación con pino de esta parcela del PAIBIE; lo cual no ha ocurrido con el eucalipto, por cuanto al comparar las parcelas C.05 y C.06, se aprecia que la parcela C.06 muestra un suelo más desuniforme.

También se puede apreciar el número de muestras obtenidas con cero cm (puntos desnudos) de profundidad para cada parcela. En esta variable es notoria el bajo porcentaje para la parcela C.01 (con acequias de infiltración, terrazas de bancaleo y forestación

con pinos), lo cual muestra el efecto del manejo que se da en esta parcela del PAIBIE, reduciendo en alrededor de 1 a 2 veces la proporción de suelo desnudo respecto a sus testigos: C.03 y C.02, respectivamente.

4.6. EVALUACION ECONOMICA

a) DETERMINACION DE LA RENTABILIDAD DIFERENCIAL DE LAS PRACTICAS MAS IMPORTANTES

Se considera los costos que varían, de las prácticas a comparar, en función a lo cual se podrá determinar la rentabilidad y la conveniencia económica para pasar de una práctica a otra.

Los datos para el análisis y el cálculo de la Tasa Marginal de Retorno (TMR) se muestra en el Apéndice 03.

a.1. Manejo de pasturas

Se han tomado tres predios, cada uno con diferentes formas de manejo, según se ha indicado en el Capítulo III.

La Tabla 4.23, nos muestra:

i) Que al pasar del manejo del predio Testigo P-2 (predio minifundista), hacia el manejo del PAIBIE, resulta que por cada sol que se invierte en el cambio, se obtiene el sol invertido y 75,79/100 nuevos soles de ganancia.

ii) Que al pasar del manejo del PAIBIE hacia el manejo del predio Testigo P-1 (Fundo Tres Molinos), resulta que por cada sol que se invertiría en el cambio, va a existir una pérdida de 84,30/100 nuevos soles; es decir, una pérdida de S/. 87.74/ha/año.

Tabla 4.23. Tasa Marginal de Retorno (TMR) de la producción de pasturas/ha/año en tres tipos de predios. Cajamarca, 1997.

Rubro que varía	Testigo P-2	PAIBIE	Testigo P-1
) Beneficio bruto (S/.)	2 808,62	3 747,80	3 764,14
b) Costos que varían (S/.)	168,52	702,77	806,85
c) Beneficio neto (S/.)	2 640,10	3 045,03	2 957,29
TMR (%)	75,79%	(84,30%)*	
TMR (%)	49,69%		

* Equivalente a una pérdida de S/.87,74 Nuevos Soles/ha/año.

iii) Que al pasar del manejo del predio Testigo P-2, hacia el manejo del predio Testigo P-1, resulta que por cada sol que se invierte en el cambio, se obtiene el sol invertido y 49,69/100 nuevos de ganancia.

Es decir que desde el punto de vista económico, el manejo de la pastura en el PAIBIE resulta ser más rentable que el manejo de los dos predios testigo.

a.2. Práctica del Majadeo

Esta evaluación se ha efectuado en el PAIBIE, al evaluar el rendimiento de maíz tanto de la parcela que recibió majadeo en los meses de agosto a setiembre de 1996 y su respectivo testigo.

En Tabla 4.24, se observa una TMR de 208,00%, es decir que por cada sol que se invierte en la práctica del majadeo, se obtuvo el sol invertido y S/. 2,08 nuevos soles adicionales, con el cultivo de maíz.

Tabla 4.24. Tasa Marginal de Retorno (TMR) en función al rendimiento de maíz del Majadeo* en el PAIBIE. Cajamarca, 1997.

Rubro que varía	Sin majadeo	Con majadeo
) Beneficio bruto (S/.)	300,30	669,86
b) Costos que varían (S/.)	0,00	120,00
c) Beneficio neto (S/.)	300,30	549,86
TMR (%)	208,00%	

Durante la primera campaña agrícola.

a.2. Manejo de parcelas silvopastoriles

Se compara la parcela de forestales de pinos del PAIBIE (C.01.PAIBIE-Bosque de pino), con una parcela de eucaliptos (C.04. P.H. Eucaliptos). Ambas parcelas están instaladas en suelos de características idénticas (entre 40 a 60% de pendiente y un material madre calcáreo). Se realiza un estimado de costos a los 12 años (edad actual del bosque del PAIBIE), a los 20 y 25 años como posibles edades de tala (Tablas 4.25, 4.26 y 4.27).

Tabla 4.25. Tasa Marginal de Retorno (TMR) de la producción de pradera con *Pinus spp.* y *E. globulus* por hectárea a los doce años de edad. Cajamarca, 1997.

Rubro que varía	C.04.P.H.	C.01 PAIBIE-
-----------------	-----------	--------------

		Eucaliptos	Bosque de Pino
)	Beneficio bruto (S/.)	1 408,00	2 276,87
b)	Costos que varían (S/.)	7,68	1 975,31
c)	Beneficio neto (S/.)	1 400,32	301,56
TMR (%)		(55,84%)*	

* Equivalente a una pérdida de S/.1 098,76 Nuevos soles.

Tabla 4.26. Tasa Marginal de Retorno (TMR) de la producción de pradera con *Pinus spp.* y *E. globulus* por hectárea a los veinte años de edad. Cajamarca, 1997.

Rubro que varía		C.04.P.H. Eucaliptos	C.01 PAIBIE- Bosque de Pino
)	Beneficio bruto (S/.)	2 790,40	4 615,43
b)	Costos que varían (S/.)	15,36	2 041,73
c)	Beneficio neto (S/.)	2 775,04	2 573,70
TMR (%)		(9,94%)*	

* Equivalente a una pérdida de S/.201,34 Nuevos soles.

Tabla 4.27. Tasa Marginal de Retorno (TMR) de la producción de pradera con *Pinus spp.* y *E. globulus* por hectárea a los veinticinco años de edad. Cajamarca, 1997.

Rubro que varía		C.04.P.H. Eucaliptos	C.01 PAIBIE- Bosque de Pino
)	Beneficio bruto (S/.)	3 536,00	5 913,68
b)	Costos que varían (S/.)	20,16	2 083,24
c)	Beneficio neto (S/.)	3 515,84	3 830,44
TMR (%)		15,25%	

Las Tablas 4.25 y 4.26; indican que a los 12 y 20 años de edad del bosque, existe pérdida económica al adoptar la práctica del PAIBIE, respecto a la parcela de eucalipto. Es recién a los 25 años (Tabla 4.27), cuando se estima una pequeña Tasa Marginal de Retorno del 15,25%, respecto a la parcela de Eucalipto.

Es decir que la práctica de la siembra de pinos, en una densidad que permita el crecimiento de la pradera (en promedio de 15,34 m²/árbol) y con la construcción de acequias de infiltración y terrazas de bancal (en cantidades de 938 y 790 m/ha, respectivamente), no ha resultado rentable respecto a la siembra de eucalipto. Sin embargo, en este análisis, no se ha incluido el beneficio ecológico como la disminución de la erosión, la retención del agua, el hábitat de las aves y roedores, la recuperación del suelo para futuras generaciones; ni el potencial turístico que se tiene; variables, que son analizadas más adelante.

b) DETERMINACION DE LA RENTABILIDAD GLOBAL DEL PAIBIE DURANTE EL AÑO 1996

Se realiza en función a la determinación de la relación Beneficio/Costo.

b.1. Los Ingresos del PAIBIE

Tabla 4.28. Valorización de los Ingresos del PAIBIE durante el año 1996. Cajamarca, 1997.

Actividades	Producción	Valor Unitario (S/.)	Ingreso (S/.)
1. Ganadería lechera			
Leche*	10 334,29 lt	0,45	4 650,43
Ganado	----	---	1 160,00
2. Cultivos			
Maíz	923,44 Kg	0,80	738,75
Frijol	18,82 Kg	1,00	188,20
Avena para grano	300,00 Kg	0,40	120,00
3. Minigranja			
Huevos	1 300,00 Unid.	0,25	325,00
Gallinas	15,00 Unid.	10,00	150,00
Conejos	2,00 Unid.	10,00	20,00
Cuyes	40,00 Unid.	7,00	315,00
4. Forestales			
Arboles (eucaliptos)	----	---	1 215,00
5. Otras actividades			
Biohuerto (papa, hortalizas)	----	----	150,00
Miel de abeja	250,00 Kg	10,00	2500,00
VBP (Valor Bruto Producido)	----	----	11 482,38

Fuente: Registros del PAIBIE, y estimaciones realizadas por el Ing. Luis Duarte Blaschka.

* Sin considerar la producción para la alimentación de los terneros.

b.2. Los Egresos del PAIBIE

Tabla 4.29. Valorización de los Egresos del PAIBIE durante el año 1996. Cajamarca, 1997.

Rubro	Monto (S/.)	Porcentaje
Mano de obra*	4 150,00	45,57
- Insumos Externos (abonos, alimentos, fármacos, semillas, etc.)	1 558,00	17,11
- Servicios (electricidad, movilidad, agua, yuntas, inseminación, reparaciones, etc.)	1 599,74	17,56
- Asesoramiento técnico**	1 800,00	19,76
CTP (Costos totales de producción)	9 107,74	100,00

Fuente: Registros del PAIBIE, y estimaciones realizadas por el Ing. Luis Duarte Blaschka.

* Costos internos al PAIBIE

b.3. Beneficio neto y relación Beneficio/Costo en el PAIBIE durante 1996

$$\begin{aligned} \text{Beneficio neto} &= \text{VPB} - \text{CTP} = \underline{\text{S/. 11 482,38}} - \underline{\text{S/. 9 107,74}} \\ &= \text{S/. 2 374,64} \end{aligned}$$

$$\text{Relación Beneficio/costo} = \text{VPB/CTP} = 1,26$$

El valor de Beneficio/costo (1,26), indica que existió rentabilidad en el PAIBIE, la cual fue de S/. 2 374,64 nuevos soles para 1996.

4.7. LA VIABILIDAD DEL PAIBIE

a) Viabilidad Social

La familia propietaria del manejo del PAIBIE, ha implementado su manejo en virtud a su conocimiento y decisión propia, no obstante de la desconfianza de los vecinos circundantes. Este manejo se ha iniciado hace 20 años y ha seguido una creciente implementación de prácticas conservacionistas del suelo y el agua, así como diversas actividades como la ganadería, los cultivos, la forestación, la apicultura, etc. que se integran entre sí disminuyendo los riesgos y aumentando la posibilidades de obtener ingresos. (Ver Apéndice 01).

Las tecnologías que se usan en el PAIBIE, son sencillas de realizar y de bajo costo y riesgo. Su ejecución no necesita de inversiones, conocimiento ni implementos ajenos a cualquier familia campesina de la zona. Las actividades que se realizan tienen varios fines a la vez; lo cual, disminuye el riesgo de pérdidas y las hace muy propicias para condiciones de suelos pobres y de inestabilidad de las condiciones climáticas, como la presencia de sequías y heladas que se presentan con frecuencia en nuestra zona. Asimismo, las tecnologías usadas demandan, mayormente, de mano de obra; dejando de lado la opción de usar energía externa al predio. No se observa el uso de herramientas y/o implementos de uso sofisticados o que funcionan con energía fósil.

De otro lado resulta importante la propia toma de decisiones de la familia, para realizar el manejo del PAIBIE; lo cual ocurre gracias a que la incorporación de insumos y factores externos (como semillas, abonos, fármacos, conocimientos, etc.) no es prioritario para la dinámica del predio; pues durante 1996, sólo el 17,11% de los egresos correspondió a insumos externos al PAIBIE (Tabla 4.29). Este hecho, es básico para la viabilidad social del PAIBIE, puesto que las decisiones son tomadas sin influencia externa; circunstancia que todo productor desearía tener, pero que lamentablemente se ve significativamente deteriorada cuando existe dependencia de recursos externos para la operatividad de los predios.

Sin embargo, la viabilidad de un efecto multiplicador en la zona es dudosa; pues no se observa implementación de práctica alguna del PAIBIE en los predios aledaños. Este hecho -de acuerdo a

explicaciones del propio vecindario-, obedece a dos causas principales: **i)** falta de capacitación; y, **ii)** falta de recursos económicos, que deriva en la necesidad de trabajar cotidianamente en trabajos remunerados y no en labores que otorgan beneficios a un mediano o largo plazo. Sin embargo, la experiencia del PAIBIE, puede ser tomada como modelo para el mejoramiento de muchos predios que realizan un mal uso de sus propios recursos.

b) Viabilidad Económica

Como se ha observado en el análisis económico, en el PAIBIE, existen prácticas que proporcionan una Tasa Marginal de Retorno como para que puedan ser implementadas en otros predios; como se ha observado para el manejo de pasturas con aplicación del compost y el majadeo. Asimismo, el análisis económico global del PAIBIE, arrojó una relación beneficio/costo de 1,26 para 1996; lo cual, resulta suficiente para su continuidad.

De otro lado, es necesario mencionar que existe oportunidades económicas a aprovechar en el mediano plazo, como son el beneficio turístico (bosque de pinos con medidas de conservación de suelos, existencia de aves y roedores silvestres, etc.), el potencial de investigación agrícola (identificación de especies vegetales y de insectos benéficos), la producción de semillas de pastos nativos y la producción de "alimentos ecológicos" (leche, huevos, productos agrícolas, etc.).

De otro lado, la rentabilidad económica del año 1996 del PAIBIE, puede ser mejorada mediante alguna de las siguientes actividades: **i)** incrementar el número de ovinos para aprovechar el actual potencial de la producción forrajera de la pradera, **ii)** aprovechar una pequeña área bajo riego (0,25 ha) para la siembra de papa, **iii)** la poda de los pinos hasta la tercera parte del árbol lo cual podría aportar aproximadamente 10 m³ de leña; y **iv)** la intensificación en el manejo del biohuerto.

c) Viabilidad Técnica

El PAIBIE tiene una viabilidad técnica por cuanto todas las principales prácticas son conocidas y ejecutadas cotidianamente; además son de bajo costo y poco riesgo. El carácter permanente de la mano de obra por 20 años ha propiciado una facilidad de ejecución. Asimismo, el manejo del PAIBIE, se basa mayormente en el uso de recursos internos, en especial su tierra, la mano de obra, sus semillas, el compost, y otros productos y subproductos de las diversas actividades o componentes del predio. Se busca la integración entre los componentes del predio, de manera de utilizar adecuadamente los recursos. Así, por ejemplo, se usa los rastrojos de cosecha como alimento o cama para los animales; el afrecho como subproducto de la molienda de la cebada sirve como alimento complementario para vacunos, conejos y cuyes; el maíz-grano de descarte sirve para alimento de gallinas; una vaca además de dar leche puede producir entre 6 a 8 toneladas de estiércol fresco por año para la elaboración del compost; las pasturas y praderas además de ser alimento para el ganado producen néctar y polen para la producción apícola, etc.

Estas circunstancias otorgan una viabilidad técnica al PAIBIE, aún en condiciones de riesgos externos económicos como la variación en el mercado de la leche; o riesgos climáticos como sequías, excesos de lluvia o heladas.

d) Viabilidad Ambiental

La matriz de Evaluación Cualitativa Ambiental (Tabla 4.30.), muestra que el PAIBIE tiene un efecto positivo en los componentes ambientales de vegetación, agua, atmósfera, animales domésticos, fauna silvestre y hombre, mientras que sólo para el suelo se aprecia un ligero efecto negativo relacionado con la erosión que es propio de la actividad agrícola. De otro lado, para todos los componentes se muestra efectos negativos cuando se refiere a los predios testigos.

Un aspecto que vale resaltar en este análisis es el mantenimiento de la diversidad vegetal en el PAIBIE. Así, en el estudio fue posible identificar 90 especies vegetales entre árboles, arbustos y hierbas; de las cuales 67 permanecen y se reproducen naturalmente y 23 son especies cultivadas. Si bien toda la diversidad vegetal existente no es aprovechada directamente, pero cumple funciones importantes en el mantenimiento del paisaje.

Lo anteriormente indicado, hace ver que el manejo del PAIBIE, no sólo otorga una posibilidad de producción aceptable económicamente, sino que contribuye a la conservación y mejora de los recursos y componentes del sistema agrícola y del medio ambiente; lo cual, nos lleva a animar la difusión de sus principios y experiencias.

Tabla 4.30. Matriz de evaluación ambiental* del PAIBIE en comparación con predios aledaños. Cajamarca, 1997.

Componente ambiental	Predios	
	PAIBIE	Predios Testigo
Suelo		
. Erosión en campos de cultivo	-1/8	-5/8
. Erosión en bosques y praderas	-1/8	-5/8
. Profundidad en los bosques	+1/5	-2/5
. Fertilidad en bosques y praderas	+1/5	-3/5
. Cobertura en los bosques	+1/5	-4/5
- Agua		
. Aprovechamiento de lluvia (bosques y praderas)	+2/6	-5/6
. Aprovechamiento de lluvia (cultivos)	+1/5	-2/5
- Vegetación		
. Diversidad de especies silvestres	+4/5	-3/5
. Diversidad de especies cultivadas	+3/6	+3/6
. Producción de forraje en pradera	+3/5	-2/5
. Composición forrajera en pasturas	+2/5	+2/5
. Composición forrajera de pradera	+2/5	-3/5
. Refugio y hábitat de fauna silvestre	+2/3	-2/3
- Atmósfera		
. Limpieza del aire	+1/2	+1/2
. Presencia de corrientes de aire	+1/2	+1/2
. Presencia de heladas	+1/8	-1/8
- Animales domésticos		
. Alimentación del ganado con pasturas	+2/8	+2/8
. Alimentación del ganado con praderas	+2/8	-2/8
. Resistencia a parásitos y enfermedades	+2/6	-1/6
. Protección al frío y lluvia	+2/4	+1/4
- Fauna silvestre		
. Nidación y hábitat	+5/2	-5/2
. Diversidad de especies	+5/2	-1/5
- Hombre (familia)		
. Empleo	+2/4	+1/4
. Seguridad alimentaria	+2/6	+1/6
. Relaciones sociales intracomunales	+2/5	+2/5

* En cada fracción: **i)** Numerador: indica la magnitud del daño (-) o beneficio (+) que ocasiona al medio ambiente; usa escala entre -10 a +10, siendo fuertemente negativo a altamente positivo, respectivamente; y **ii)** Denominador: indica la importancia del componente o proceso evaluado, usando escala de 1 a 10, muy insignificante y altamente significativo, respectivamente.

4.8. PRINCIPALES TECNOLOGIAS DEL PAIBIE

Entre las principales tecnologías que se practican y que funcionan dentro de la integralidad de los diversos componentes del PAIBIE, se puede mencionar a las siguientes (Además ver Apéndice 01, para su breve descripción):

- i)** La semiestabulación del ganado.
- ii)** El pastoreo bajo el sistema a estaca.
- iii)** La distribución de las bostas del ganado en los campos de pasturas.
- iv)** La preparación y aplicación del compost en pasturas y campos de cultivo
- v)** El deshierbo de las pasturas
- vi)** La henificación de avena + vicia
- vi)** El majadeo en los campos de cultivo
- vii)** La "cuaresma" o barbecho en los campos de cultivo
- viii)** La asociación de cultivos
- ix)** La rotación de cultivos

x) La clausura de la pradera

xi) La construcción de medidas de conservación de suelos y agua: acequias de infiltración, terrazas de formación lenta y terrazas de bancalete

Las tecnologías antes mencionadas se basan principalmente en el uso adecuado y oportuno de la mano de obra, que viene a ser el recurso más abundante en las zonas rurales de nuestra región. Por lo cual, deben merecer la atención de la investigación y transferencia agrícola para coadyuvar a un desarrollo rural. Al respecto, la FAO (1993), sostiene que las "tecnologías de conocimiento" (como lo son las arriba mencionadas) son más aptas para nuestros sectores rurales; pues, la adopción de las "tecnologías de insumos" como semillas, fertilizantes, pesticidas, etc. son menos asequibles a nuestros agricultores.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- 1) La cobertura de la pastura en el PAIBIE, presenta una mejor composición forrajera frente a los predios testigo. Se disminuye significativamente el porcentaje de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoch.) en 6,33 y 9,29% respecto al Fundo Tres Molinos y al Predio Minifundista respectivamente; y se incrementa el trébol blanco (*Trifolium repens* L.) en 7,93 y 15,93% respecto a los mismos predios.
- 2) El manejo de las pasturas del PAIBIE, permite obtener una TMR (Tasa Marginal de Retorno) de 75,79% respecto al Predio Minifundista Testigo, mientras que si se adoptaría el manejo del Fundo Tres Molinos se tendría una pérdida de 87,74 nuevos soles por hectárea/año, respecto al PAIBIE.
- 3) Las parcelas de pradera del PAIBIE con y sin Pinos, han mostrado una composición forrajera Regular, mientras que las parcelas testigos se califican como Malas a Insuficientes.
- 4) La soportabilidad de la parcela silvopastoril de Pinos del PAIBIE, fue superior (4,88 ha/UA) a las parcelas silvopastoriles de eucalipto de los predios vecinos (entre 10,30 a 75,59 ha/UA). Sin embargo, la evaluación económica global indica pérdida hasta los 12 y 20 años de edad del bosque de pinos respecto al de eucalipto; y sería a los 25 años donde se obtendría una TMR de 15,25%.

- 5) El rendimiento de grano del cultivo de maíz fue estadísticamente similar tanto en el PAIBIE, como en los predios testigo; ello no ocurrió con el caso del frijol, donde el PAIBIE presentó un rendimiento estadísticamente inferior a los testigos.
- 6) Para el período de evaluación de humedad del suelo (octubre 1996), en las parcelas de bosque de pinos con medidas de conservación de suelos (acequias de infiltración y terrazas de bancal), al igual que en la pradera con arbustos ambas del PAIBIE, se tuvo un mayor almacenamiento del agua de lluvia, respecto a las parcelas sin esas medidas de conservación y a parcelas de eucalipto.
- 7) Los árboles de eucalipto (*Eucalytus globulus* Labill.), no mostraron disminución significativa del contenido de humedad de la capa arable del suelo.
- 8) La presencia de árboles de pinos (*Pinus pseudostrobus* Lindl.) en el borde de las acequias de infiltración, disminuyó en forma estadísticamente significativa el porcentaje de humedad del suelo de la capa arable a lo largo de toda la terraza formada (20 m).
- 9) La presencia de trebol carretilla (*Medicago polymorpha* DC.), en los campos de cultivo aumentó el contenido de humedad del suelo (1,22%); aunque sin mostrar diferencia significativa.
- 10) Mediante la práctica del Majadeo, no se observó incremento en la materia orgánica ni del nitrógeno en el suelo. Pero, se elevó significativamente el contenido el fósforo y potasio disponibles y disminuyó las relaciones Ca/k, Ca/Mg y Mg/K en el suelo.
- 11) El eucalipto (*Eucalytus globulus* Labill.), mostró tendencia de acidificar el suelo; mientras que con el pino (*Pinus pseudostrobus* Lindl.) se observó lo contrario.

12) La presencia de árboles de pino (*Pinus pseudostrobus* Lindl.) llevó a incrementar el fósforo y calcio del suelo, lo cual no ocurrió para el eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.).

13) El suelo en el bosque de pino (*Pinus pseudostrobus* Lindl.) con medidas de conservación de suelos (acequias de infiltración y terrazas de bancal), presentó una mayor profundidad de la capa arable del suelo (en 3.34 cm), respecto a la parcela de pradera testigo; pero tal diferencia no fue estadísticamente significativa.

14) Las hormigas como agentes modificadores del suelo, acumulan porciones de suelo cuya fertilidad química no difiere significativamente de su alrededor, a pesar de que se observó incremento en pH, materia orgánica, fósforo y potasio.

15) Las condiciones de diversificación e integralidad del PAIBIE, han permitido una producción durante 1996 que muestra una aceptable rentabilidad, con una relación beneficio/costo de 1.26.

16) En el PAIBIE, se desarrollan tecnologías sencillas, que mayormente demandan de mano de obra y que son factibles de su uso por las familias rurales.

17) Los recursos naturales de suelo, agua, vegetación, atmósfera, animales domésticos, fauna silvestre e incluso el hombre muestran un mejor estado con el manejo del PAIBIE, respecto a los predios testigo.

18) Al coleccionar y observar las especies vegetales más frecuentes e importantes en el PAIBIE, se ha logrado identificar 90 especies vegetales entre las cuales, 67 crecen naturalmente y 23 son cultivadas.

5.2. RECOMENDACIONES

a) A fin de utilizar adecuadamente la oferta ambiental del PAIBIE:

- 1) Para aprovechar adecuadamente la pradera que a fines de 1996 se hallaba subutilizada, se sugiere la crianza de un vacuno del tipo Criollo, debido a su rusticidad; o bien el incremento del número de ovinos.
- 2) La poda del bosque de pinos hasta las 1/3 parte del árbol, como una forma inmediata de obtener alrededor de 10 m³ de leña/ha.
- 3) La intensificación en el manejo del biohuerto.
- 4) La utilización del bosque como un lugar turístico.

b) Para las instituciones de Capacitación, Investigación y Transferencia Agrícola:

- 1) El aprovechamiento del PAIBIE como una experiencia viable, en la búsqueda de alternativas de un desarrollo agrícola y protagónico para los propios campesinos.
- 2) El aprovechamiento del PAIBIE como fuente de investigación, en especial para los temas de: **i)** manejo de suelos ácidos, **ii)** la diversidad vegetal de la pradera, **iii)** selección y colección de semillas de especies nativas forrajeras, **iv)** el estudio de flujo de recursos y producción en una agricultura de bajos insumos externos, **v)** estudio de la energía utilizada en una agricultura de bajos insumos externos; **vi)** el reciclaje de nutrientes, **vi)** las prácticas para el control de la erosión y el aprovechamiento del agua de lluvia, **vii)** identificación y estudio del hábitat de la fauna silvestre y de controladores biológicos; **viii)** la acción de las hormigas como agentes modificadores del suelo.

3) Promover las tecnologías más relevantes del PAIBIE, como por son: **i)** el uso del compost usando estiércol de los animales domésticos, **ii)** el deshierbo de las pasturas, **iii)** el sistema de pastoreo a estaca, **iv)** la práctica del majadeo, **v)** el barbecho o "cuaresma", **vi)** la siembra a curvas a nivel, **vii)** la asociación y rotación de cultivos, **viii)** el manejo de parcelas silvopastoriles; y otras prácticas que hacen posible la diversificación e integralidad de las actividades (ganadería, cultivos, forestales, apicultura, biohuerto, granja familiar).

4) Promover visitas de capacitación agrícola en el PAIBIE, tanto para agricultores, estudiantes y profesionales; como un proceso objetivo de verificar in situ la bondad de las diversas prácticas mencionadas en el presente trabajo.

5) Promover la investigación agroecológica, en forma sistematizada a fin de obtener conclusiones fidedignas y que ayuden a la búsqueda de la agricultura sustentable en la región.

BIBLIOGRAFIA

- 01.** Altieri, M. (1990). Manejo de la Fertilidad del Suelo. Artículo en CLADES (1993). Proyectos agrícolas en pequeña escala en armonía con el medio ambiente. California. 247 p.
- 02.** Altieri, M. (1995a). Diseño de Agroecosistemas Sustentables. En II Curso Agroecología y Desarrollo Rural. Módulo II. Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo (CLADES). Lima. Perú. 31-39 p.
- 03.** Altieri, M. (1995b). El Estado de Arte de la Agroecología y su contribución al Desarrollo Rural en América Latina. En II Curso Agroecología y Desarrollo Rural. Módulo I. Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo (CLADES). Lima. Perú. 27-56 p.
- 04.** Altieri, M. (1995c). Bases Agroecológicas para una Agricultura Sustentable. En II Curso Agroecología y Desarrollo Rural. Módulo II. Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo (CLADES). Lima. Perú. 61-82 p.
- 05.** Altieri, M. (1995d). La Biodiversidad en Agroecosistemas. En II Curso Agroecología y Desarrollo Rural. Módulo II. Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo (CLADES). Lima. Perú. 91-105 p.
- 06.** Altieri, M. (1997). Un Enfoque Agroecológico para los Campesinos Andinos. En Curso Manejo Ecológico del Suelo. Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo (CLADES). Lima. Perú. 11-26 p.
- 07.** Baver, L.; W. Gardner y W. Gardner (1980). Física de Suelos. Primera Edición en Español. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, S.A. de C.V. México. 529 p.

- 08.** Becker, B.; F. Terrones y M. Tapia (1989). Los Pastizales y Producción Forrajera en la Sierra de Cajamarca. Proyecto Piloto de Ecosistemas Andinos. Cajamarca. Perú. 247 p.
- 09.** Berlijn, J. y A. Bernardón (1985). Pastizales Naturales. FAO. Cuarta Reimpresión. Editorial Trillas. 80 p.
- 10.** Bimbao, M.; T. López y C. Lightfoot (1995). Aprendiendo acerca de Sustentabilidad. Curso de Agroecología. 5 p.
- 11.** Brako Lois y J. Zarucchi (1993). Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Missouri Botanical Garden. 1286 p.
- 12.** Castillo, C. (1994). Formulación y Evaluación de Proyectos. Escuela de Post Grado, Universidad Nacional de Cajamarca. Mimeografiado. Cajamarca. Perú.
- 13.** Castillo, D. (1995). Producir y Consumir Alimentos Sanos DERECHO Y DEBER DE CADA UNO. En VIVIR preservar el Medio Ambiente para desarrollar. Consorcio de Publicaciones Educativas de la Plataforma de NOVIB. N° 1. 10-12 p.
- 14.** CIMMYT. Centro de Mejoramiento de Maíz y Trigo (1985). Introducción al Análisis-Económico de Experimentos en Finca. Programa de Economía CIMMYT. México. 103 p.
- 15.** CLADES (Consortio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo) (1993). Agroecología: Ciencia y Aplicación. Berkeley. California. 247 p.
- 16.** Chambers R. y B.P. Ghildyal (1985). La Investigación Agrícola para Agricultores con pocos Recursos: El Modelo del Agricultor Primero y Ultimo". Tomado de: Agricultural Administration. Gran Bretaña. 296 p.

17. Eguren, F. (1995). El Desarrollo Rural y las Propuestas Agroecológicas. Informe para NOVIB. Lima. Perú. 12 p.
18. Estrada, J. (1983). Química de Suelos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Post Grado. Mimeografiado. Lima. Perú.
19. ETC Foundation y Secretariado Rural Perú-Bolivia (1995). Aprendiendo el Desarrollo Participativo de Tecnologías - Una Guía de Capacitación. La Paz. Bolivia. 389 p.
20. Farrell, J., (1995). Sistemas Agroforestales. En II Curso Agroecología y Desarrollo Rural. Módulo II. Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo (CLADES). Lima. Perú. 107-115 p.
21. Flores, M.; E. Malpartida y F. San Martín. Manual de Forrajes para Zonas Áridas y Semiáridas Andinas. Lima. Perú. 281 p.
22. García, Ñ. Felipe (1973). Interrelación Suelo-Planta-Nutrición; estado nutricional de los pastos cultivados con relación al suelo de la cuenca lechera de Cajamarca (Epoca seca). Tesis de Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 82 p
23. Gavande, S. (1979). Física de Suelos. Primera Edición. Editorial Limusa. México. Págs. 352.
24. Gispert, C. (1983). Los Fundamentos de la Agricultura. Enciclopedia Práctica Agropecuaria. Océano Difusión Editorial S.A. España. 204 p.
25. Gispert, C. (1983). Producción Ganadera. Enciclopedia Práctica Agropecuaria. Océano Difusión Editorial S.A. España. 206 p.

- 26.** Gómes, P. (1996). Cuántas Submuestras son necesarias para obtener una buena muestra de suelo para Análisis de Laboratorio. En INPOFOS, Instituto de la Potasa y el Fósforo. N° 24. Boletín de Informaciones Agronómicas. Quito. Ecuador. 10-12 p.
- 27.** Gomero, L. (1996). La Investigación para el Desarrollo de la Agricultura Sostenible: Retos y Perspectivas. R.A.A.A. Lima. Perú. 6 p.
- 28.** Harwood, R. (1986). Los animales en los sistemas agrícolas mixtos. CLADES (1993). California. 247 p.
- 29.** Instituto Internacional de Reconstrucción Rural (1995). Cultivos Intercalados. En II Curso Agroecología y Desarrollo Rural. Módulo II. Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo (CLADES). Lima. Perú. 155-159 p.
- 30.** Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (1996). III Censo Nacional Agropecuario - Cajamarca. Ministerio de Agricultura. Lima. Perú. 380 p.
- 31.** Kolmans, E. (1989). Manual de Agricultura Ecológica. Versión Traducida y adecuada de DAS GROSSE BUCH BIOLOGISCHEN LAND-UND GARTENBAU de Helmut V., E. Guggenberger y J. Willi. Red de Agricultura Ecológica. Lima. 87 p.
- 32.** Lafitte, H. (1989). Identificación de los Problemas de la Producción del Maíz - Guía de Campo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.
- 33.** Landa, C., C. Van Hoof, W. Poma y J. Mestanza (1978). Los Suelos de la Cuenca del Río Cajamarca - Estudio Semidetallado. Programa de Desarrollo Cajamarca. Proyecto Específico de Suelos, División de Suelos. Cajamarca. 245 p.

34. Merino, V. (1995). Evaluación de Impacto Ambiental. Escuela de Post Grado, Universidad Nacional de Cajamarca. Mimeografiado. Cajamarca. Perú.
35. INKA-RENOM, (1996). Guía para la Presentación del Expediente Técnico de Microproyectos Productivos. Proyecto de Apoyo a las Poblaciones Rurales Pobres en las Regiones INKA y RENOM. Cajamarca. Perú. 67 p.
36. Mollison, B. y D. Holmgren (1983). Permaculture One. A Perennial Agriculture for Human Settlements. Australia. 127p
37. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1993). La Modernización de la Agricultura: Los pequeños también pueden. Serie Desarrollo Rural N° 11. Santiago de Chile. Chile. 82 p.
38. Pahlow, M. (1981). Plantas Medicinales. Editorial Everest, S.A. León. España. 459 p.
39. Primavesi, A. (1997). La Biología del Suelo. En Curso Manejo Ecológico del Suelo. Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo (CLADES). Lima. Perú. 175-195 p.
40. Reijntjes, C., B. Haverkort y A. Waters-Bayer (1995). Cultivando para el Futuro. Introducción a la Agricultura Sustentable de Bajos Insumos Externos. Traducido del Inglés por Raquel Núñez. Uruguay. 274 p.
41. Sagástegui, A. y S. Leiva Gonzales (1993). Flora Invasora del Perú. CONCYTEC. Primera edición. Trujillo. Perú. 539 p.
42. Sánchez, I. (1993a). Las Especies de Leguminosas del Valle de Cajamarca: Una aproximación. PPEA-PNUMA. Cajamarca. Perú. 100 p.
43. Sánchez, I. (1993b). Bases para el Manejo Silvopastoril en Zonas Alto-andinas del Norte del Perú. Proyecto Manejo Silvo Pastoril en Cajamarca. ADEFOR-AID. Cajamarca. Perú. 98 p.

44. Sánchez, I., U. Pajares Gallardo y G. Bazón Hernández (1994). Manejo Silvopastoril en Cajamarca-Fase I. Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal. ADEFOR-Cajamarca. 25 p.
45. Servicio de Conservación de Suelos, Departamento de Agricultura de los EE.UU. de A. (1980). Manual de Conservación de Suelos. Editorial Limusa S.A. Primera edición, tercera reimpresión. México. 332 p.
46. Tapia, M. (1993). Semillas Andinas-El Banco de Oro. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Lima. Perú. 76 p.
47. Tapia, M. y J. Flores (1984). Pastoreo y Pastizales de los Andes del Sur del Perú. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria. Lima. Perú. 321 p.
48. Terrones, J. (1995). Estado Situacional, Importancia y Experiencias en Investigación del Vacuno Criollo en la Región Nor Oriental del Marañón. En Ganadería Nativa y Criolla en el Perú y el Mundo. II Congreso Mundial de Razas Autóctonas y Criollas y II Simposio Internacional de Ganado Vacuno Criollo. Cajamarca. Perú. 289-301 p.
49. Urrego, B. (1997). La reforestación con Coníferas y sus efectos sobre la acidificación, podsolización y pérdida de fertilidad de los suelos. En INPOFOS, Instituto de la Potasa y el Fósforo. N° 28. Boletín de Informaciones Agronómicas. Quito. Ecuador. 6-11 p.
50. Van Hoof, C. (1978). Estudio del Crecimiento de plantaciones forestales en función del suelo en Cajamarca. CICAFOR-Cajamarca. Perú. 107 p.
51. Villanueva, G. y A. Jiménez (1982). Dasometría. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Programa Académico de Ingeniería Forestal. Iquitos. Perú. 92 p.

52. Yurjevic, A. (1995). Un Desarrollo Rural Humano y Agroecológico. En II Curso Agroecología y Desarrollo Rural. Módulo II. Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo. Lima. Perú. 85-114 p.

APENDICE

APENDICE 1. EL OBJETO PRINCIPAL DE ESTUDIO: EL FUNDO SAN FRANCISCO, UN PREDIO AGRICOLA INTEGRAL DE BAJOS INSUMOS EXTERNOS (PAIBIE), DESCRIPCION Y DINAMICA

El fundo San Francisco, está ubicado en el caserío Tres Molinos, distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca, a una distancia de 4.5 Km hacia el Nor-este de la ciudad de Cajamarca (Figura 3.1).

En este predio se maneja múltiples actividades que buscan una integración entre ellas. Se conjuga el conocimiento científico y el tradicional para buscar un adecuado uso de la capacidad productiva, en base a la diversidad vegetal y animal.

Al considerar que es urgente la búsqueda de estrategias de manejo agrícola que acerquen a un racional uso de los recursos productivos, enfatizando los recursos internos de los productores; este fundo aporta una experiencia valiosa para Cajamarca y la Región. En él, muchos productores, investigadores y extensionistas del agro hallarán temas y prácticas interesantes para la consecución de mejores logros.

El fundo San Francisco, es de propiedad del Ing. Luis Duarte Blaschka; profesional conocido por su convicción y liderazgo en la agricultura orgánica y biodinámica; quién, lo viene manejando desde hace veinte años. Actualmente, es aprovechado como un lugar de enseñanza para algunos cursos de formación agrícola, para la visita de agricultores de diversas provincias del departamento; así como para observación de personalidades nacionales o extranjeras animadas por la agroecología y el turismo.

El predio tiene 15.90 ha (ver plano planimétrico); de las cuales, 2.51 ha son usadas como pasturas cultivadas para ganadería lechera, 2.75 para cultivos al seco, 3.08 ha está reforestado con *Pinus*

spp (*Pinus patula* Schl. y Cham., *Pinus pseudostrobus* Lindl. y *Pinus radiata* D. Don.); 0.11 ha corresponde al biohuerto, 0.09 ha a las construcciones y el resto viene a ser pradera natural.

Se considera que este predio es de bajos insumos externos; debido a que se potencia lo que se tiene en la chacra y lo que está a disposición del productor en la forma más económica posible. Se intensifica la mano de obra, se reutiliza las semillas, se recicla los nutrientes, se conserva el suelo y el agua. Es por ello, que para el presente estudio el fundo San Francisco, se identifica como ***Predio Agrícola Integral de Bajos Insumos Externos (PAIBIE)***²⁴.

Entre los escasos insumos externos que el predio utiliza, se registra productos químicos para tres dosificaciones/año contra parásitos internos para el ganado vacuno²⁵, el uso de sales minerales y algunas medicinas para los animales menores. También, algunos años se emplea guano de isla para los cultivos y pasturas cultivadas. A continuación se observa la Tabla 3.1, que muestra el uso de insumos externos al predio durante 1996.

24

En el presente estudio PAIBIE, identifica al Predio Agrícola Integral de Bajos Insumos Externos; objeto principal de la investigación, que viene a ser el Fundo San Francisco.

25

Mientras que en promedio en los fundos lecheros del Valle de Cajamarca, realizan 4 dosificaciones al año.

Tabla A-1. Insumos externos al PAIBIE utilizados durante 1996. Cajamarca, marzo, 1997.

Descripción	Cantidad	Costo total (S/.)
Abonos:		
- Guano de Isla	25 sacos	805.00
Fármacos:		
- Albendazole 10% (Anver)	3 lt.	135.00
- Vacunas para gallinas	35 unid.	10.50
- Sulfa-jo	3 sobres	7.50
Semillas:		
- Papa	25 Kg	16.00
- Hortalizas (rabanito, acelga, repollo, lechuga, betarraga)	10 sobres	15.00
- Alfalfa	1 Kg	12.00
Alimentos y otros		
- Paja de arroz	20 pacas	71.00
- Maíz morocho	180 Kg	90.00
- Concentrado	420 Kg	336.00
- Sales Minerales (Pecutrín)	6 Kg.	60.00
TOTAL	-----	1,558.00

Fuente: Registros del PAIBIE, y estimaciones realizadas por el Ing. Luis Duarte Blaschka.

a) LAS ACTIVIDADES Y LA DINAMICA DEL PAIBIE

A continuación, se refiere brevemente las principales actividades y algunas prácticas del predio San Francisco:

a.1. ACTIVIDAD DE PASTURAS CULTIVADAS Y LA PRODUCCION PECUARIA LECHERA

a.1.1. CARACTERISTICAS Y TIPO DE GANADO

Entre las múltiples características morfológicas establecidas para el ganado lechero²⁶, **en este predio, importa cuatro de ellas:** **i)** una grupa más o menos ancha, y no triangular como en la vaca criolla; **ii)** una buena profundidad de cuerpo; **iii)** amplia abertura entre las últimas costillas flotantes; y **iv).** la presencia de plieguecitos en el cuello.

Estas características se ha logrado por cruces entre ganado criollo y las razas Brown Swiss y Holstein. En forma general se puede decir que es un ganado tolerante a los parásitos internos, disminuyendo la necesidad de realizar tratamientos contra las enfermedades, en comparación al ganado de razas mejoradas.

Después del ganado vacuno pastan los equinos, permitiendo un mejor aprovechamiento del forraje.

a.1.2. ALIMENTACION

Se enfatiza el uso de alimento barato, a diferencia de muchos predios del valle de Cajamarca²⁷. Se aprovecha el forraje, principalmente en base a kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoch.), rye grass (*Lolium multiflorum* Lamarck) más trébol blanco (*Trifolium repens* L.), durante todo el año. En

26

Los Americanos han estimado alrededor de 25 características para ganado lechero (Versión del Ing. Luis Duarte Blaschka, 1996).

27

Donde comúnmente se usa concentrados.

los meses de sequía (julio a setiembre) se proporciona heno de avena estrigosa y panca de maíz, provenientes del propio predio. Además, se suministra semanalmente sales minerales y ocasionalmente afrecho de cebada, en calidad de suplemento alimenticio.

Los terneros reciben desde la tercera semana y durante los tres primeros meses de edad leche materna y raciones cada vez crecientes de heno de avena y forraje cortado. Es, al cuarto mes de edad cuando recién salen al pastoreo. Este manejo, permite que los pequeños animales no sufran estrés por diarreas ni la infestación por parásitos gastrointestinales y pulmonares, al ser llevados en forma muy temprana al campo de pastoreo.

El pastoreo se realiza a estaca, permitiendo un uso más adecuado de la pastura en comparación al pastoreo con uso de cercos eléctricos, debido a un menor pisoteo del forraje²⁸.

Todo el ganado, tanto en producción, como en seca y/o en crecimiento reciben la misma alimentación, a diferencia del manejo que se realiza en fundos manejados "intensivamente".

El suministro de agua, se realiza dos veces al día (12 m. y 4.30 p.m.), para ello se ha diseñado pozos en tierra que almacenan el agua suficiente por lo menos para ocho días; lo cual, tiene importancia para la época seca debido a que ése es el lapso de tiempo entre riegos que permitirá llenar el pozo.

a.1.3. LA SEMIESTABILACION DEL GANADO

El ganado se encuentra en el campo de pastoreo alrededor de 10 horas durante el día, y alrededor de 14 horas en el establo. Esta semiestabilación permite: **i)** recolectar el estiércol y el purín que servirá para la preparación del compost; **ii).** facilitar el ordeño; **iii).** proteger de la lluvia y frío

28

Se ha estimado que con el pastoreo a estaca el pasto no aprovechado alcanza el 20%, mientras que con el uso de cercos eléctricos este valor asciende entre 22 a 25%.

nocturnos a los animales; por lo cual en su construcción se ha empleado principalmente la madera; y **iv)** suministrar la complementación de heno y sales minerales necesarias.

En el establo, se emplea las plantas del género *Cyperus*²⁹ que se eliminan del potrero o paja de arroz como cama para recoger el estiércol y el purín. Estos materiales también van a formar parte del compost.

a.1.4. PRODUCCION LECHERA

La producción promedio anual varía entre 2,500 a 3,000 lts. de leche/vaca³⁰. Al considerar los 365 días del año, su promedio de diario está alrededor de 8 lts. leche/vaca. Lo cual, es un valor considerado óptimo para el valle de Cajamarca. Se realiza dos ordeños al día, por la mañana y tarde.

La producción lechera diaria se destina para los terneros, la alimentación familiar y para venta a Industria Cajamarquina de Productos Lácteos (INCALAC). La producción durante 1996, se muestra en Tabla A-2.

29

Como *Cyperus densocaespitosus* Mattf. & Küketh y *C. niger* R. & P. que no son consumidas por el ganado.

30

Durante 1996, se alcanzó una producción de 3,000 lts. de leche/vaca/año.

Tabla A-2. Distribución de la producción lechera en el PAIBIE durante 1996. Cajamarca, marzo, 1997.

Destino	Cantidad	Proporción	Costo (S/.)*
Terberos	2920.00 lt.	22.03%	1314.00
Alimentación familiar	730.00 lt.	5.51	328.50
Venta a INCALAC	9604.29 lt.	72.46	4321.93
Total	13254.29 lt.	100%	5964.43

Fuente: Registros del PAIBIE, y estimaciones realizadas por el Ing. Luis Duarte Blaschka.

* Valor del 1\$USA = S/2.65 Nuevos Soles.

a.1.5. PRODUCCION DE ANIMALES

En promedio cada vaca madre tiene una cría/año, producto de monta natural o inseminación artificial. Las crías machos, son vendidos a los dos o tres meses de edad; mientras que las hembras, suelen ser vendidas entre los cuatro a seis meses de edad o son tomadas como animales de reemplazo. No existe, compra de animales.

a.1.6. MANEJO DE LA PASTURA CULTIVADA

La pastura está dividida en potreros por medio de cercos de púa. Las principales prácticas de manejo se enmarcan en el abonamiento con compost, el deshierbo y riegos.

Se busca un reciclaje de nutrientes en el predio mediante la preparación y aplicación del compost a base de estiércol terrificado³¹. Habiéndose observado un mejor efecto cuando se aplica en meses de lluvia. La maduración de compost se logra a los 4 meses, tiempo en el cual toma un olor a tierra

de bosque, momento que es aplicado al campo y en una forma rotativa. Un campo de pastura vuelve a recibir una nueva aplicación de compost en ciclos de alrededor de 1.5 años.

La preparación del compost se realiza en pilas al aire libre, que se ubican en una esquina del potrero a ser tratado próximamente, de esta manera se evita mayor esfuerzo y mano de obra. Es importante mencionar, que la preparación del compost consiste solamente en amontonar el estiércol procedente del estercolero y cubrirlo con una capa de tres a cinco centímetros de tierra agrícola. A los dos meses se voltea y a los cuatro meses puede ser utilizado. Se ha estimado once jornales para la preparación y aplicación de compost por hectárea.

La cantidad de compost aplicada es entre 1.2 a 1.8 Kg/m², tratando de alcanzar la cifra ideal de 15 t/ha en base fresca.

Asimismo, el compost se utiliza en la instalación de cultivos al secano.

El deshierbo de las pasturas es una práctica que se hace después del aprovechamiento del ganado con la finalidad de eliminar las especies que no son consumidas, en especial *Cyperus densocaespitosus* Mattf.& Küketh y *C. niger* R.& P. Los residuos de estas plantas sirven de cama para el ganado en el establo.

Otra práctica infaltable es la distribución de las bostas del ganado después del pastoreo, con la finalidad de permitir su incorporación más uniforme en el suelo. Pues, si ello no se hace, el pasto que crece en el sitio de la bosta es de un mayor desarrollo pero no apetece al ganado en el próximo corte.

a.1.7. LA CONSERVACION DE PASTURAS Y EL USO DE RESIDUOS DE COSECHA

Con la finalidad de abastecer adecuadamente de forraje al ganado durante la época seca -en la cual disminuye la producción de los potreros-, se cultiva anualmente avena (*Avena sativa* L.) con vicia (*Vicia sativa* L.) para henificar. La henificación se realiza en el mismo campo de cultivo; luego el heno es almacenado en un compartimiento del establo.

Asimismo, los residuos de cosecha, como la panca de maíz o la paja de los cereales son aprovechados por el ganado; subproductos que son almacenados inmediatamente después de las cosechas.

a.2. ACTIVIDAD AGRICOLA

La actividad agrícola es totalmente en condiciones de secano, en un terreno pobre, que puede ser caracterizado como Clase IV de acuerdo a su capacidad agrológica; de un pH liegra a fuertemente ácido (alrededor de 5.0 a 5.5). Se ha estructurado lotes de 0.25 ha. aproximadamente, separados por acequias de infiltración. Las acequias llevan en forma intercalada hileras de *Pinus spp* en su borde inferior; lo cual, le proporciona un ambiente especial, y lo protege del viento y de las heladas³².

Las mismas acequias de infiltración son parte de las terrazas de formación lenta construidas cada 25 m.

Los cultivos se instalan bajo dos estrategias: **i)** los policultivos y **ii)** la rotación de cultivos; pero en ambos casos se tiene presente que no debe faltar leguminosas. La rotación aplicada es como se indica:

32

De acuerdo a la versión de la familia del PAIBIE, la velocidad y daños del viento ha disminuido notablemente; asimismo, los campos de cultivo hasta ahora no han sufrido daños por las heladas.

- Año 1:** Maíz (generalmente con compost, majadeo o guano de isla) + frijol + chiclayos + quinua.
- Año 2:** Granos pequeños (trigo, cebada, centeno) + en una parte con arveja o haba.
- Año 3:** Avena (para forraje) + vicia.
- Año 4:** Igual año 1 (iniciando el nuevo ciclo).

Cada cultivo, tiene su propia forma de manejo del suelo, así como sus fechas de siembra. Además, se tiene en cuenta para las labores agrícolas como la siembra, el deshierbo, aporque y cosecha, ciertas relaciones con los astros, como la luna³³.

Asimismo, se practica el tradicional majadeo del ganado, -que consiste en trasladar los animales (vacunos, equinos, ovinos), durante las noches hacia el campo de cultivo, con la finalidad de que sus deyecciones sólidas y líquidas queden en la superficie del terreno-, durante los meses de sequía; para luego incorporar los nutrientes al suelo mediante una arada con yunta dadas las primeras lluvias. Se prefiriere esta práctica para el cultivo de maíz + frijol.

a.3. ACTIVIDAD FORESTAL Y EL MANEJO DE LA PRADERA NATURAL

Se ha instalado diversas variedades de pinos, entre los cuales destacan: *Pinus pseudostrobus* Lindl., *Pinus patula* Schl. y Cham. y *Pinus radiata* D. Don. El terreno destinado para el bosque de pinos tiene una pendiente de 30 a 45%, presenta una delgada capa de suelo (entre 10 a 18 cm), sobre un material madre de traquita volcánica. Agrológicamente este suelo pertenecería a la Clase VI.

33

Por ejemplo, la cosecha se realiza en "luna madura", es decir cuando ha pasado luna llena, el corte de la madera también se realiza en la misma época.

El suelo de esta área, viene siendo regenerado a través de cerca de 20 años de actividad, mediante medidas de recuperación y conservación muy interesantes como son la construcción de acequias de infiltración a distancias de 10 m entre ellas y de terrazas de bancal intercaladas entre las acequias de infiltración. Estas obras, son del todo excepcionales y tal vez únicas en la región, se han realizado ante la desconfianza de familiares, obreros y vecinos. Pues, ahora se comprueba que un suelo desertificado viene siendo regenerado, construido y conservado tan sólo con la inversión en mano de obra, que viene a ser un recurso abundante en nuestras zonas rurales.

Además de la regeneración del suelo, la pradera natural al secano muestra una gran diferencia con los predios aledaños. Se ha controlado el pastoreo y ahora existen especies cada vez con mejor palatabilidad para el ganado, como es el caso de *Pennisetum clandestinum* Hoch., *Bothriocloa saccharoides* Swartz, *Paspalum tuberosum* Mez, *Aeschynomene weberbaueri* Ulbrich., entre otras.

Según la observación hecha por el Ing. Duarte, está ocurriendo una sucesión vegetal natural en esta parte del predio: primero aparecen los líquenes, luego los musgos, después las hierbas anuales y finalmente las plantas perennes. Año tras año, la diversidad vegetal se incrementa. Ahora el bosque de pinos constituye una clausura de pasturas naturales, digna de estudios por constituir un reservorio de semillas de cuánta especie perdida en otros predios.

a.4. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS DEL PAIBIE

Entre las actividades complementarias del PAIBIE se tiene **i)** la apicultura, **ii)** el biohuerto, y **iii)** la crianza de aves de corral, cuyes y conejos.

Son actividades no menos importantes en el predio. Aportan productos para la alimentación familiar como carne, huevos, hortalizas, miel, tubérculos, frutos.

La producción en el biohuerto, se hace en base al uso de compost y en pequeñas parcelas en rotación, alternando cultivos de hoja y de raíz; como son acelga, lechuga, col, papa, rabanito, entre otras.

La crianza de las aves de corral como las gallinas y pavos se realiza extensivamente. Generalmente, estos animales acompañan a los vacunos en pastoreo y consumen hierbas frescas, insectos y granos.

Los cuyes y conejos conforman una minigranja familiar y aprovechan forraje y cebada molida en su alimentación.

En el apiario se manejan alrededor de 20 colmenas, actividad cuyo manejo se realiza en sociedad con técnicos apicultores, bajo un sistema al partir³⁴. La producción depende de la flora apícola de la zona, aprovechando así las potencialidades del propio predio como de las parcelas vecinas. La época melífera en la zona, generalmente, es entre setiembre a enero; y la producción de miel puede alcanzar entre 15 a 50 Kg/colmena/año. Sin embargo, existen años donde no hay producción; lo cual, tiene relación a la pluviosidad del año³⁵.

34 La familia del PAIBIE proporciona el terreno y el apicultor las colmenas, los materiales y el manejo; siendo la cosecha dividida en 50% para cada uno.

35 Experiencia del autor: Generalmente, un año muy lluvioso perjudica a la actividad de las abejas, matándolas o impidiendo una abundante recolección de polen y néctar que conlleva a una baja producción de miel; todo lo cual no ocurre en años de poca lluvia como lo fue 1996.

Como se observa, estas actividades permiten una complementariedad en el predio. Todo cuanto se produce se utiliza: cosechas, leña, rastrojos, estiércol, etc., permitiendo, un uso integral, tal vez autosuficiente y con una mínima fuga de nutrientes.

b) LA MANO DE OBRA EN EL PAIBIE

El manejo del predio está a cargo de la familia, en cooperación con un obrero permanente. Sin embargo, el secreto para el éxito radica en la supervisión permanente, así como en la complementariedad en las actividades y en los logros del predio por parte de los actores sociales participantes. Así, el Ing. Duarte, da las indicaciones de manejo y sus fundamentos, mientras que el obrero se encarga de ejecutarlo. Asimismo, es de especial atención la labor de la jefe de familia, quien se encarga cotidianamente del manejo de la crianza de los animales menores.

En el predio vive un obrero con su familia. Se trata de una familia campesina con mucha experiencia en la actividad agrícola, y que toma decisiones en los momentos más convenientes. Es decir, el obrero sabe qué se debe realizar en el predio dentro de una planificación realizada conjuntamente con el Ing. Duarte.

La participación del trabajo familiar de los dueños, es la base del sostenimiento de la dinámica del predio. La familia permanece en el predio para laborar entre dos a cuatro horas/día. Generalmente, existe una especie de división del trabajo. Mientras que el Ing. Duarte realiza la supervisión y labores correspondientes al biohuerto, a la ganadería, a los cultivos y/o forestales; la señora se encarga del manejo de los animales menores, las aves de corral o de realizar alguna cosecha de hortalizas o flores.

Como se observa, existe una complementariedad en el uso de la mano de obra, tanto familiar como remunerada; que permite llevar un manejo lo más autosuficiente y adecuado de todos los recursos que se cuenta en el predio.

APENDICE 02. ESPECIES VEGETALES IDENTIFICADAS

Tabla A-3. Especies vegetales identificadas en el PAIBIE. Cajamarca, marzo, 1997.

Especie	Nombre común	Familia	Uso
Estrato herbáceo			
1. <i>Acmella oppositifolia</i> (Lam) R.K.Jensen	Hierba gateada	Asteraceae	Forrajero
2. <i>Achyrocline alata</i> (H.B.K.) DC	Ishpingo	Asteraceae	Medicinal
3. <i>Aegopogon cenchroides</i> H. & B. ex Wild.	Grama dulce	Poaceae	Forrajero
4. <i>Aeschynomene weberbaueri</i> Ulbrich	Pata de cuy	Fabaceae	Forrajero
5. <i>Ageratina azangaroensis</i> King & H. Robinson	Warmi warmi	Asteraceae	Medicinal
6. <i>Agrostis glomerata</i> (J.S.Presl) Kunth	-----	Poaceae	Forrajero
7. <i>Althernanthera porrigens</i> Eliasson	Moradilla	Amaranthaceae	Medicinal
8. <i>Arcytophyllum thymifolium</i> (R&P) Standl.	Amaro	Rubiaceae	Combustible
9. <i>Avena sativa</i> L.	Avena	Poaceae	Forrajero
10. <i>Bidens</i> sp.	Cadillo	Asteraceae	Forrajero
11. <i>Bothriochloa saccharoides</i> Swartz	Botriocloa	Poaceae	Forrajero
12. <i>Calceolaria virgata</i> R. & P.	Pulche	Scrophulariaceae	-----
13. <i>Chenopodium quinoa</i> Wild.	Quinua	Chenopodiaceae	Alimenticio
14. <i>Coffea ciliata</i> R. & P.	Hierba de toro	Rubiaceae	Medicinal
15. <i>Collinsonia</i> sp.	-----	Nyctaginaceae	-----
16. <i>Cyperus densocaespitosus</i> Mattf. & Küketh	Ciperus blanco	Cyperaceae	Forrajero
17. <i>Cyperus niger</i> R. & P.	Ciperus negro	Cyperaceae	Forrajero
18. <i>Cyperus</i> sp.	Cyperus marrón	Cyperaceae	Forrajero
19. <i>Dalea weberbaueri</i> Ulbrich var. weberb. Macb.	Dalea	Fabaceae	-----
20. <i>Desmodium molliculum</i> (HBK) DC.	Pié de perro	Fabaceae	Forr/Medic.
21. <i>Dryopteris</i> sp.	Helecho	Polipodiaceae	-----
22. <i>Duchesnea indica</i> (Andrzejowski) Focke	Fresilla silvestre	Rosaceae	Alimenticio
23. <i>Esporobolus indicus</i> (L.) R. Brown	Tumba burro	Poaceae	Forrajero
24. <i>Evolvulus</i> sp.	-----	Convulvulaceae	---
25. <i>Eleocharis elegans</i> (HBK) Roemer & Sch.	Junco	Ciperaceae	Forrajero
26. <i>Hypericum brevistylum</i> Choisy	Canchalagua	Clusiaceae	Medicinal
27. <i>Hordeum vulgare</i> L.	Cebada	Poaceae	Alimenticio
28. <i>Iresine</i> sp.	Iresine	Amaranthaceae	-----
29. <i>Indigofera humilis</i> H.B.K.	-----	Fabaceae	Forrajero
30. <i>Lantana</i> sp.	Turre	Verbenaceae	---
31. <i>Lolium multiflorum</i> Lamarck	Rye grass	Poaceae	Forrajero
32. <i>Medicago polymorpha</i> L.	Trébol carretilla	Fabaceae	Forrajero
33. <i>Minthostachys mollis</i> Grisebach.	Muña	Lammiaceae	Forr/Alim.
34. <i>Muhlenbergia rigida</i> (HBK) Trinius	Mulembergia	Poaceae	Forrajero
35. <i>Nassella mucronata</i> (HBK) R. Pohl.	Ichu	Poaceae	Forrajero
36. <i>Oxalis</i> sp.	Oca silvestre	Oxalidaceae	---
37. <i>Pappobolus subniveus</i> (S.F. Blake) Panero	Luñe	Asteraceae	Forrajero
38. <i>Paspalum tuberosum</i> Mez	Grama	Poaceae	Forrajero
39. <i>Passiflora mollissima</i> (H.B.K.) Bailey	Poro poro	Passifloraceae	Alimenticio
40. <i>Pennisetum clandestinum</i> Hoch.	Kikuyo	Poaceae	Forrajero

41. <u>Phaseolus vulgaris</u> L.	Frijol	Fabaceae	Alimenticio
42. <u>Phytoloba</u> sp.	Yacaquehua	Asteraceae	Forrajero
43. <u>Pisum sativum</u> L.	Arveja	Fabaceae	Alimenticio
44. <u>Plantago major</u> L.	LLantén	Plantaginaceae	Med/ Forr.
45. <u>Poa annua</u> L.	Poa	Poaceae	Forrajero
46. <u>Rumex acetosella</u> L.	Mala hierbilla	Polygonaceae	Indicadora de acidez
47. <u>Rumex crispus</u> L.	Lengua de vaca	Polygonaceae	Forrajero
48. <u>Salvia oppositiflora</u> R. & P.	Chupa chupa	Lamiaceae	--
49. <u>Salvia sagitata</u> R. & P.	Salvia	Lamiaceae	Medicinal
50. <u>Schizachyrium sanguineum</u> (R.) Alston	-----	Poaceae	Forrajero
51. <u>Schizanthus pinnata</u> (Lam.) O.K.	Escoba suave	Asteraceae	Medicinal
52. <u>Selaginella peruviana</u> (Milde) Hieron. -----	-----	Selaginellaceae	---
53. <u>Senecio</u> sp.	-----	Asteraceae	---
54. <u>Setaria geniculata</u> (L.) P.Beauvois	Setaria	Poaceae	Forrajero
55. <u>Sida rhombifolia</u> L.	Yendón	Malvaceae	Forrajero
56. <u>Solanum nigrum</u> L.	Hierba mora	Solanaceae	Medicinal
57. <u>Sporobolus lasiophyllus</u> Pilger	Gramilla	Poaceae	Forrajero
58. <u>Sporobolus indicus</u> (L.) R. Brown	Tumba burro	Poaceae	Forrajero
59. <u>Stelaria</u> sp.	-----	Caryophyllaceae	Forrajero
60. <u>Stevia macbridei</u> B. Robinson	-----	Asteraceae	----
61. <u>Stipa ichu</u>	Ichu	Poaceae	Forrajero
62. <u>Tagetes filifolia</u> Lagasca	Anisuehua	Asteraceae	Alimenticio
63. <u>Taraxacum officinalis</u> Weber	Diente de León	Asteraceae	Med/Forraj.
64. <u>Tridax</u> sp.	----	Asteraceae	Forrajero
65. <u>Trifolium amabile</u> H.B.K. var. amabile	Trébol nativo	Fabaceae	Forrajero
66. <u>Trifolium amabile</u> HBK. var. longifolium H.	Trébol nativo	Fabaceae	Forrajero
67. <u>Trifolium repens</u> L.	Trébol blanco	Fabaceae	Forrajero
68. <u>Tripogon spicatus</u> (Nees) Ekman	Gramma	Poaceae	Forrajero
69. <u>Triticum aestivum</u> L.	Trigo	Poaceae	Alimenticio
70. <u>Verbena parvula</u> var. parvula Moldenke	Verbena	Verbenaceae	Medicinal
71. <u>Vicia sativa</u> L.	Vicia	Fabaceae	Forrajero
72. <u>Zea mays</u> L.	Maíz	Poaceae	Alimenticio

b) Árboles y arbustos

1. <u>Agave americana</u> L.	Penca azul	Agavaceae	Cerca/ Forraje
2. <u>Alnus acuminata</u> H.B.K. subesp. acuminata	Aliso	Betulaceae	Forestal
3. <u>Baccharis latifolia</u> (R.&P.) Persoon	Palo blanco	Asteraceae	Forestal
4. <u>Baccharis alaternoides</u> H.B.K.	Tayanco o lloctara	Asteraceae	Combustible
5. <u>Cestrum auriculatum</u> L'Heritier	Hierba santa	Solanaceae	Combustible
6. <u>Eucalyptus globulus</u> Labill.	Eucalipto, alcanfor	Mirtáceae	Forest./Med.
7. <u>Ficus carica</u> L.	Higo	Moraceae	Alimenticio
8. <u>Fraxinus americana</u> L.	Fresno	Oleaceae	Forestal
9. <u>Ophryosporus chilca</u> (HBK) Hieronymus	Chilca	Asteraceae	Teñidos
10. <u>Opuntia ficus-indica</u> (L.) Miller	Tuna	Cactaceae	Alimenticio
11. <u>Pouteria lucuma</u> (R.&P.) Kuntze	Lúcuma	Sapotaceae	Forestal, alimenticio
12. <u>Prunus serotina</u> Ehrhart subesp. capulí Capulí	-----	Rosaceae	Alimenticio, forestal
13. <u>Pinus greggii</u>	Pino	Pinaceae	Forestal
14. <u>Pinus patula</u> Schl. y Cham.	Pino	Pinaceae	Forestal

15. <u>Pinus pseudostrobus</u> Lindl.	Pino	Pinaceae	Forestal
16. <u>Pinus radiata</u> D. Don.	Pino	Pinaceae	Forestal
17. <u>Rubus robustus</u> C. Presl var. robustus	Zarza mora	Rosaceae	Alimenticio, cercos
18. <u>Senecio usgorensis</u> Cuatrecasas	Hada	Asteraceae	Forestal
19. <u>Senna cajamarcae</u> Irwin & Barneby	Mutuy	Fabaceae	Forestal, cercos

**APENDICE 03. DATOS Y CALCULOS PARA EL ANALISIS ECONOMICO (1\$
USA = S/. 2.65 Nuevos Soles)**

a) DATOS DE PRODUCCION Y PRECIOS

1. PARA LAS PASTURAS CULTIVADAS

1.1. Para los tres predios en comparación (PAIBIE, Testigo P-1 y Testigo P-2):

- Consumo vaca diaria : 10 Kg MS/día
- Producción de leche : 2500 lt/vaca/año
- Precio de litro de leche en chacra : S/.0.50 (Venta a INCALAC)
- Valor de un jornal : S/. 10.00
- Costo de hora-tractor : S/.25.00
- Costo de ordeño por litro de leche : S/.0.03

1.2. Para el PAIBIE

- Preparación y aplicación de compost: 11 jornales/ha
- Cantidad de compost o estiércol aplicada : 15 t/ha

2. PARA PARCELAS DE PRADERAS NATURALES CON FORESTALES

2.1. Para ambas parcelas (C.01.PAIBIE-Bosque de pino y C.04. P.H. Eucaliptos)

- Edad de la parcelas a la fecha : 12 años
- Consumo vaca diaria : 10 Kg MS/día
- Producción de leche (5 lt x 9 meses) : 1350 lt/vaca/año
- Forraje equivalente a 1 lt de leche : 2.70 Kg MS de forraje
- Precio de litro de leche en chacra : S/.0.50 (Venta a INCALAC)

2.2. Para la parcela C.04.P.H. Eucaliptos

- Primer corte de eucalipto : 8 años
- Lapso entre los cortes siguientes : 4 años
- Número de cortes de eucaliptos hasta 12 años de edad: 2 (a los 8 y 12 años de edad)
- Precio de venta de cada corte/ha/en chacra : S/.640.00
- Tiempo de uso de la pradera natural hasta la fecha : 8 años

2.3. Para el PAIBIE

- Valor de un jornal : S/. 10.00
- Construcción de acequias de infiltración : 10 m/jornal
- Construcción de terrazas de bancal : 8 m/jornal
- Longitud de acequias de infiltración/ha : 938 m
- Longitud de terrazas de bancal/ha : 790 m
- Número de árboles maderables/ha : 652
- Producción de madera rollisa comercializable/ha a la fecha (doce años de edad): 31.29 m³ (1105.65 pie³)
- Producción de leña comercializable/ha a la fecha: 10.46 m³ (369.61 pie³)
- Incremento medio anual de madera rollisa comercial/ha (hasta la fecha): 2.61 m³ (92.14 pie³)
- Valor estimado de 1 m³ de madera rollisa en chacra : S/.35.00
- Valor estimado de 1 m³ de leña en chacra : S/.25.00
- Tiempo de uso de la pradera natural a la fecha : 6 años
- Producción estimada de hongos comestibles/ha : 20 Kg/año
- Edad de pinos en que empieza producción hongos comestibles: 10 años
- Valor estimado de hongos comestibles en chacra : S/. 1.50/Kg
- Producción estimada madera rollisa comercial/ha a los 20 años: 52.15 m³ (1842.76 pie³)
- Producción de leña comercializable/ha a los 20 años ó 25 años (2 cortes): 20.92 m³ (739.22 pie³)
- Producción estimada madera rollisa comercial/ha a los 25 años: 65.19 m³ (2303.53 pie³)

b) CALCULOS ECONOMICOS

Tabla A-4. Estimación del beneficio bruto y costos que varían por hectárea y por año para las pasturas cultivadas. Cajamarca, Marzo, 1997.

Actividades/gastos que varían	Testigo P-2	Testigo P-1	PAIBIE
=====Ac			
a) BENEFICIO BRUTO			
-Materia seca forraje			
-Kg MS/ha/año	8201.16	10991.28	10914.36
-Número de lts. leche	5617.23	7528.27	7475.59
-Valor de leche (S/.0.50/lit)	2808.62	3764.14	3737.80
-Uso de Ciperáceas como cama (S/.)	---	---	10.00
-Total Beneficio bruto (S/.)	2808.62	3764.14	3747.80
b) COSTOS QUE VARIAN (S/.)			
-Costo de ordeño	168.52	225.85	224.27
-Preparación compost:			
. Mano de obra	---	---	80.00
. Alquiler Herramientas	---	---	8.00
-Aplicación compost:			
. Mano de obra	---	---	30.00

. Alquiler Herramientas	---	---	3.00
-Distribución de bostas:			
. Mano de obra	---	30.00	15.00
. Alquiler Herramientas	---	3.00	1.50
-Deshierbo de ciperáceas			
. Mano de obra	---	---	10.00
. Alquiler Herramientas	---	---	1.00
-Aplicación de estiércol			
. Mano de obra	---	30.00	---
. Alquiler Herramientas	---	3.00	---
-Aplicación de abonos comerciales:			
. Guano de Isla (10 sacos/ha/año)	---	---	330.00
. Superf.triple Ca (5 sacos/ha/año)	---	245.00	---
. Urea (5 sacos/ha año)	---	265.00	---
-Tiller (1 vez cada 5 años)	---	5.00	---
Total de costos que varían (s/.)	168.52	806.85	702.77

Tabla A-5. Estimación del beneficio bruto y costos que varían por hectárea para las praderas naturales con forestales hasta los doce años de edad. Cajamarca, Marzo, 1997.

Actividades/gastos que varían	C.01.PAIBIE Bosque Pinos	C.04.P.H. Eucaliptos	Ac
a) BENEFICIO BRUTO			
-Producción de forraje:			
. Ha/UA	4.88		57.03
. Kg MS/ha/año	747.20	64.00	
. Número de lts. leche/año uso	276.74	32.00	
. Número de lts. leche total	1660.44		256.0
. Valor de leche (S/.0.50/lit)	830.22		128.00
-Valor de hongos comestibles (S/.)	90.00	---	
-Producción de madera:			
. Valor Produc.obtenida (2 cortes:S/.)	---		1280.00
. Producción presente Pinos:			
. Valor madera rollisa	1095.15	---	
. Valor leña	261.50	---	
Total beneficio bruto	2276.87		1408.00
b) COSTOS QUE VARIAN			
-Ordeño	49.81		7.68
-Construcción de terraza (790 m)	987.50		---
-Construcción de acequias (938 m)	938.00		---

Total de costos que varían**1975.31****7.68****Tabla A-6.** Beneficio bruto y costos que varían por hectárea para las praderas naturales con forestales a los veinte años de edad. Cajamarca, Marzo, 1997.

Actividades/gastos que varían	C.01.PAIBIE Bosque Pinos	C.04.P.H. Eucaliptos
a) BENEFICIO BRUTO		
-Producción de forraje:		
. Ha/UA	4.88	57.03
. Kg MS/ha/año	747.20	64.00
. Número de lts. leche/año uso	276.74	32.00
. Número de lts. leche total	3874.36	512.00
. Valor de leche (S/.0.50/lit)	1937.18	230.40
-Valor de hongos comestibles	330.00	---
-Producción de madera:		
. Valor Produc.obtenida (4 cortes:S/.)	---	2560.00
. Producción presente Pinos:		---
. Valor madera rollisa	1825.25	---
. Valor leña	523.00	---
Total beneficio bruto	4615.43	2790.40
b) COSTOS QUE VARIAN		
-Ordeño	116.23	15.36
-Construcción de terraza (790 m)	987.50	---
-Construcción de acequias (938 m)	938.00	---
Total de costos que varían	2041.73	15.36

Tabla A-7. Estimación del beneficio bruto y costos que varían por hectárea para las praderas naturales con forestales hasta los veinticinco años de edad. Cajamarca, Marzo, 1997.

Actividades/gastos que varían	C.01.PAIBIE Bosque Pinos	C.04.P.H. Eucaliptos
a) BENEFICIO BRUTO		
-Producción de forraje:		
. Ha/UA	4.88	57.03
. Kg MS/ha/año	747.20	64.00
. Número de lts. leche/año uso	276.74	32.00
. Número de lts. leche total	5258.06	672.00

. Valor de leche (S/.0.50/lit)	2366.13	302.40
-Valor de hongos comestibles	640.00	---
-Producción de madera:		
. Valor Produc.obtenida (3 cortes:S/.)	---	4000.00
. Producción presente Pinos:		---
. Valor madera rollisa	1302.60	---
. Valor leña	1068.80	---
Total beneficio bruto	5377.53	4302.40

b) COSTOS QUE VARIAN

-Ordeño	157.74	20.16
-Construcción de terraza (790 m)	951.70	---
-Construcción de acequias (938 m)	1071.25	---
Total de costos que varían	2180.69	20.16

Tabla A-8. Beneficio bruto y costos que varían por hectárea para las parcelas con y sin majadeo cultivadas con maíz en el PAIBIE. Cajamarca, Marzo, 1997.

Actividades/gastos que varían	Sin Majadeo	Con Majadeo
----------------------------------	-------------	-------------

a) BENEFICIO BRUTO

Estimación rendimiento (Kg grano maíz/ha)	333.67	744.29
Precio en chacra por Kg maíz-grano (S/.)	0.90	0.90
Total Beneficio bruto (S/.)	300.30	669.86

b) COSTOS QUE VARIAN (S/.)

Traslado de animales (dos meses)	0.00	60.00
Cuidado nocturno (bonificación)	0.00	60.00
Total costos que varían	0.00	120.00

APENDICE 04. Información obtenida de observación directa del área de estudio y de entrevista a autoridades y familias aledañas al PAIBIE:

a) ASPECTOS GENERALES DEL CASERIO TRES MOLINOS

1. Aspecto social

1.1. Infraestructura social

Existe un Centro Educativo en el caserío. La atención de salud de la población es en la ciudad de Cajamarca, lo cual es facilitado por su cercanía (4.5 Km).

1.2. Organización Comunal

Está basada en el funcionamiento de ciertas instituciones comunales con fines específicos, así se cuenta con Comité de Regantes del Canal de Irrigación "Ramal Tres Molinos", la Asociación de Padres de Familia del Centro Educativo del lugar. Asimismo, existe la Cooperativa Agraria de Usuarios Unión Cajamarca Ltda., cuyas áreas abarcan parte del Caserío Tres Molinos, en especial áreas de bosque de eucalipto y áreas de pastoreo³⁶.

Además existen Comités de diversas obras de Infraestructura que se realizan. Así, actualmente existe el Comité Pro-Construcción de Agua Potable.

2. Aspecto económico

2.1. La Actividad agropecuaria

36

Esta Cooperativa se encuentra desactivada. Los campos de pasturas cultivadas y el bosque de eucalipto son propiedades individuales y sólo cuentan con alrededor de 10 ha de tierras comunales de pastoreo.

El área de Tres Molinos, es conocida por su producción lechera, sin embargo, según la versión de los moradores esta actividad se encuentra mayormente circunscrita sólo a tres predios: Fundo Tres Molinos, Fundo y Fábrica de Productos Lácteos "Los Alpes" y el Fundo San Francisco (PAIBIE); pues, la producción lechera de los pequeños productores no es significativa.

La mayoría de la población (alrededor de un 90-95%), cuentan con pequeñas propiedades de terreno agrícola (menos de 1 ha), que son dedicadas a la producción de pastos o cultivos alimenticios (como maíz, frijol, cebada, trigo, centeno, arveja, etc.). Las parcelas, generalmente se hallan rodeadas de eucaliptos. También existen áreas en el sistema de arriendo o al partir cuyos propietarios viven en la ciudad de Cajamarca; en las cuales, no se observa interés por realizar mejoras en su manejo.

2.2 La Actividad Turística

El área es conocida por su ascendencia turística, animada por su agradable microclima y paisaje. Tres Molinos se conoce por sus dos centros Turísticos de Las Hortensias, por la producción de productos lácteos y por la posibilidad de realizar deportes.

2.3. Fuentes de Trabajo

Entre las principales fuentes de trabajo de la población adulta, se tiene los fundos lecheros cercanos (como obreros de campo, ordeñadoras, etc.), la actividad comercial, el servicio doméstico y diversos talleres de la ciudad de Cajamarca. Las actividades cotidianas desarrolladas fuera del predio, no permite a los moradores tener un adecuado uso de su tierra, de su mano de obra, etc. Ellos, se dedican generalmente sólo el día domingo para las actividades de la chacra; lo cual, muchas veces interfiere con reuniones comunales o con compromisos sociales.

3. Servicios comunales

El caserío cuenta con servicios de energía eléctrica y letrinización domiciliaria.

Durante 1996, se ha iniciado las gestiones para la ejecución de un Estudio de Agua Potable para el caserío, con el cual, se beneficiarán alrededor de 100 familias.

b) ASPECTOS RELACIONADOS CON EL PAIBIE

1. Contexto en que se desarrolla el PAIBIE

El PAIBIE se maneja con recursos económicos propios del mismo³⁷. La mayor inversión realizada en el PAIBIE, es en cuanto a mano de obra (45.57%, durante 1996).

Entre los principales factores que han contribuido en el desarrollo del PAIBIE, se puede mencionar: la capacidad técnica y administrativa, la seguridad económica (al contar con otras fuentes de ingreso) de la familia; y, las relaciones con instituciones y personalidades ligadas al agro.

Actualmente a nivel local, existe una opinión favorable en cuanto al estado del PAIBIE. Se comenta las buenas relaciones de la familia, las bondades de las prácticas de manejo, en especial, el uso del compost, la apicultura y el bosque de pino. La versión de los moradores colindantes del PAIBIE, manifiestan que el predio ha cambiado, desde hace unos 10 a 12 años, en especial, llama la atención el bosque de pino.

37

Aseveración del Ing. Luis Duarte Blaschka, quién manifiesta: "está bien que yo gano de la Universidad, pero de ello nunca hemos puesto algo para el fundo... todo sale de aquí mismo..."

2. Impacto del PAIBIE en la Comunidad

2.1. A nivel de pequeños propietarios

Entre las actividades que los pequeños propietarios quisieran simular son la apicultura y el uso del compost; sin embargo, para ellos, el factor limitante es la falta de capacitación y del tiempo necesario para éstas actividades.

Sin embargo, en ciertos moradores existe poco convencimiento para una posible adopción, ellos manifiestan: "... han hecho acequias, terrazas y han sembrado pinos; claro está muy bien; pero, si nosotros queremos hacer lo mismo, no tenemos dinero; por lo cual, tenemos que trabajar todos los días para mantener nuestra familia". Otros, dicen: "para hacer lo mismo, necesitamos capacitarnos..."; o "nosotros podemos hacer lo mismo, es fácil hacer el compost, las terrazas, ..., pero no tenemos muchos animales o nuestros terrenos son muy pequeños en los cuales sólo es posible sembrar cultivos para la casa".

Sin embargo, se ha podido inferir un interés de varios moradores del caserío por realizar una visita al PAIBIE, para observar y aprender algunas de sus prácticas.

2.2. A nivel de fundos lecheros del valle de Cajamarca

Por la actividad lechera que realizan estos predios, han excluido actividades que generan la integralidad (como cultivos, silvopasturas, apicultura, granja de animales menores, biohuerto, etc.); sobre lo cual, parece que a corto plazo no hay decisión de cambiar.

En los administradores de estos predios, se ha podido inferir cierto interés por visitar el PAIBIE; sin embargo, ello tal vez nunca haya ocurrido; o quizá la motivación por una agricultura más eficiente en el uso de los propios recursos de los predios, anime a tomar prácticas alternativas, como viene ocurriendo en el Fundo Tres Molinos, que durante 1997, ha empezado a aplicar

Gallinaza³⁸ a sus pasturas en reemplazo de fertilizantes químicos (Urea, Superfosfato Triple de Calcio).

APENDICE 05: TABLAS, FIGURAS Y FOTOS

Tabla 3.1. Temperatura, precipitación y humedad relativa registradas en la Estación Meteorológica ADEFOR-Tartar para el período 1989-1995. Cajamarca, 1997.

Mes	Temperatura (°C)			Precip. (mm)	H. Relativa (%)			
	Máx.	Mín.	Media		Máx.	Mín.	Media	
enero	20,6	8,2	14,4	76,2	88	36	62	
Febrero		20,2	8,4	14,3	88,3	88	37	63
Marzo		20,4	9,0	14,7	124,3	88	37	63
Abril	20,9	8,5	14,7	68,4	87	38	63	
Mayo		21,2	6,1	13,6	35,0	87	31	59
Junio		21,2	5,3	13,2	9,2	85	28	57
Julio		21,2	3,7	12,4	6,1	82	24	53
Agosto		21,6	4,5	13,0	7,1	82	26	54
Setiembre		22,0	6,2	14,1	24,9	83	26	54
Octubre		21,3	7,9	14,6	64,7	85	30	57
Noviembre		21,8	7,3	14,5	66,7	84	27	56
Diciembre		22,1	7,4	14,7	75,0	85	30	57
Total		254,7	82,8	168,8	645,0	1030	375	703
Media anual		21,2	6,9	14,0		85	31	58
Des. Estándar	0,6	1,7	0,7		2	4	3	

Tabla elaborada en base al boletín meteorológico 1995, publicado por ADEFOR-Cajamarca.

Tabla 3.2. Temperatura, precipitación y humedad relativa registradas en la Estación Meteorológica ADEFOR-Tartar para el año 1996. Cajamarca, 1997.

Mes	TEMPERATURA (°C)			PRECIP. (mm)	H. RELATIVA (%)			
	Máx.	Mín.	Media		Máx.	Mín.	Media	
enero	19,6	9,2	14,4	84,9	73	30	52	
Febrero		21,5	10,0	15,7	117,9	71	29	50
Marzo		21,8	11,2	16,5	138,7	71	30	50
Abril	22,4	10,3	16,4	60,0	71	26	48	
Mayo		22,5	8,2	15,4	19,9	75	26	50
Junio		23,3	6,7	15,0	5,0	76	23	50
Julio		23,2	5,5	14,4	2,2	74	21	48
Agosto		21,9	6,0	13,9	4,3	78	27	52
Setiembre		21,5	6,9	14,3	9,2	76	28	52
Octubre		20,8	8,9	14,8	9,6	78	31	55
Noviembre		22,8	6,2	14,5	20,1	76	24	50

Diciembre	23,8	9,2	16,5	24,8	76	25	50
Total	265,1	98,3	181,8	496,6	895	320	607
Media anual	22,1	8,2	15,2		74,6	26,7	50,6
Des. Estándar	1,2	1,9	0,9		2,6	3,1	1,9

bla elaborada en base a boletines meteorológicos I, II, III y IV Trimestres 1996, ADEFOR-Cajamarca.

1a

Vienen:

Figuras: 3.1; 3.2, 3.3; 3.4; 3.5; 3.6; 3.7; 3.8; 3.9 y 3.10.

Figuras: 4.1; 4.2, 4.3; 4.4; 4.5; 4.6 y 4.7.

Fotos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20.



Fig.31 Ubicación del área de estudio

ESCALA: 1:25,000

FUENTE: Estudio Semidetallado de suelos de la Cuenca del Río Cajamarca



LEYENDA

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
CANAL, QUEBRADA, RÍO	
CAMINO DE HERRADURA	
CAMINO CARROZABLE	
CARRETERA	
CASERIO O POBLADO	
ESTACION METEOROLOGICA	
CURVAS A NIVEL EQUIDISTANCIA 50 m	

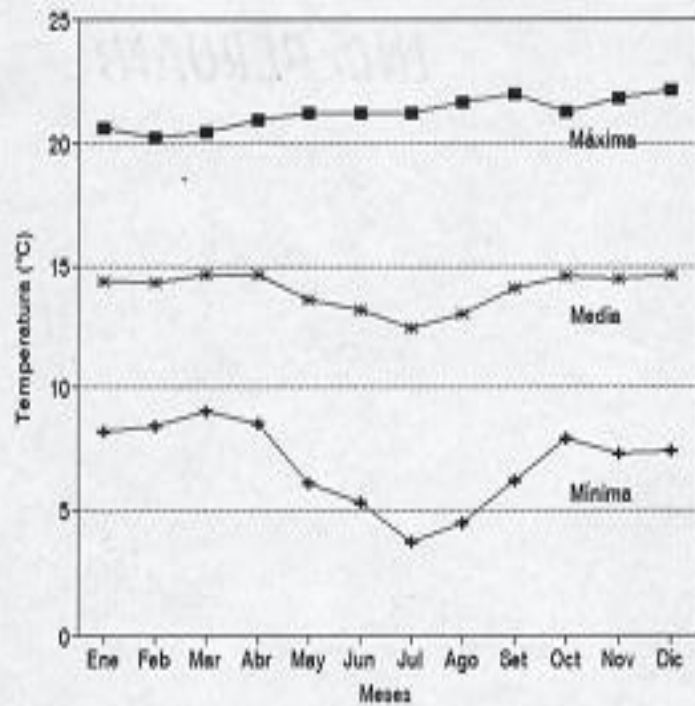


Figura 3.2. Temperatura promedio mensual máxima, mínima y media durante el periodo 1983-1995, en la Estación Meteorológica ADEFOR-Cajamarca.

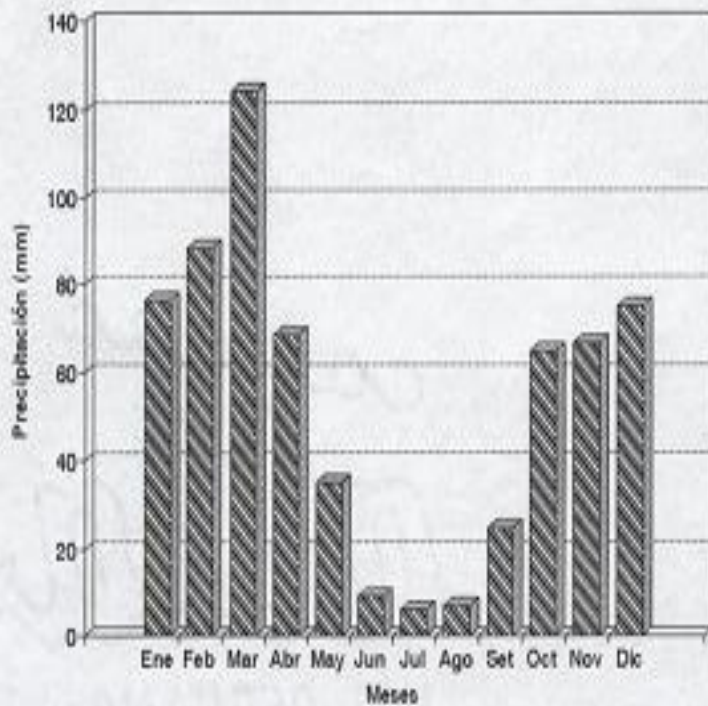


Figura 3.3. Histograma de la precipitación mensual promedio durante el periodo 1983-1995, en la Estación Meteorológica ADEFOR-Cajamarca.

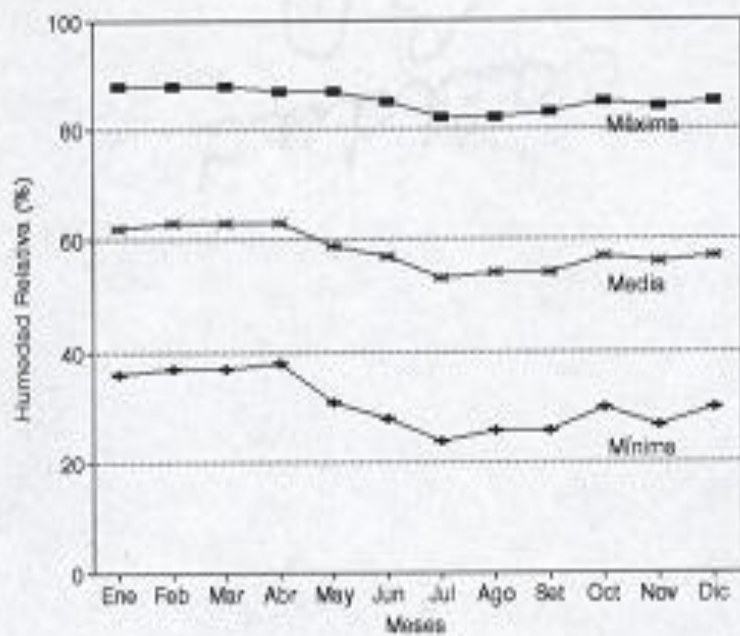


Figura 3.4. Humedad relativa promedio mensual máxima, mínima y media durante el periodo 1990-1995, en la Estación Meteorológica ADEFOR-Cajamarca.

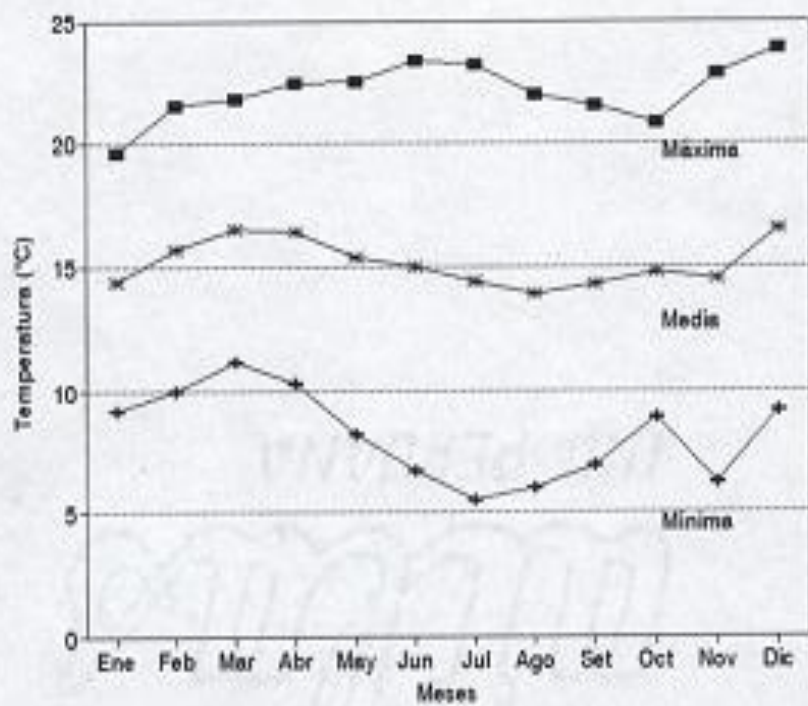


Figura 3.5. Temperatura promedio mensual máxima, mínima y media durante el año 1995, en la Estación Meteorológica ADEFOR-Cajamarca.

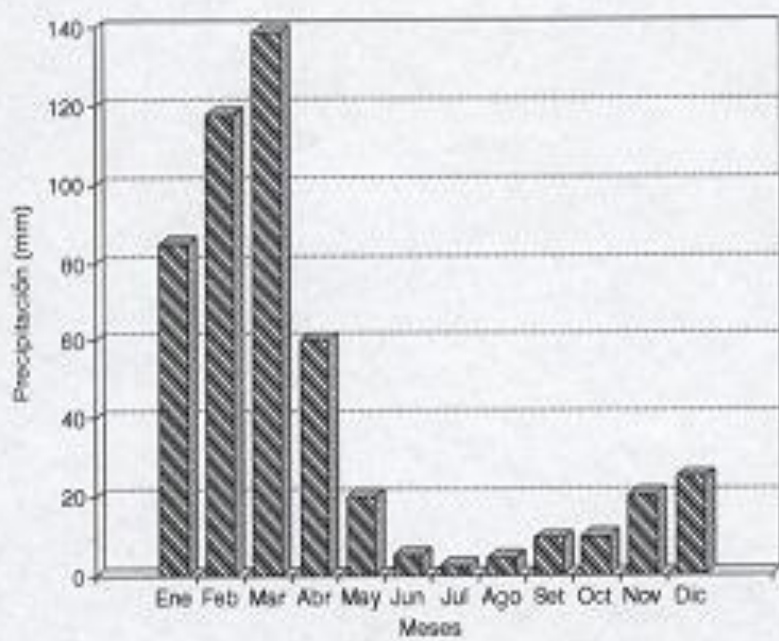


Figura 3.6. Histograma de la precipitación mensual durante el año 1996, en la Estación Meteorológica ADEFOS-Cajamarca.

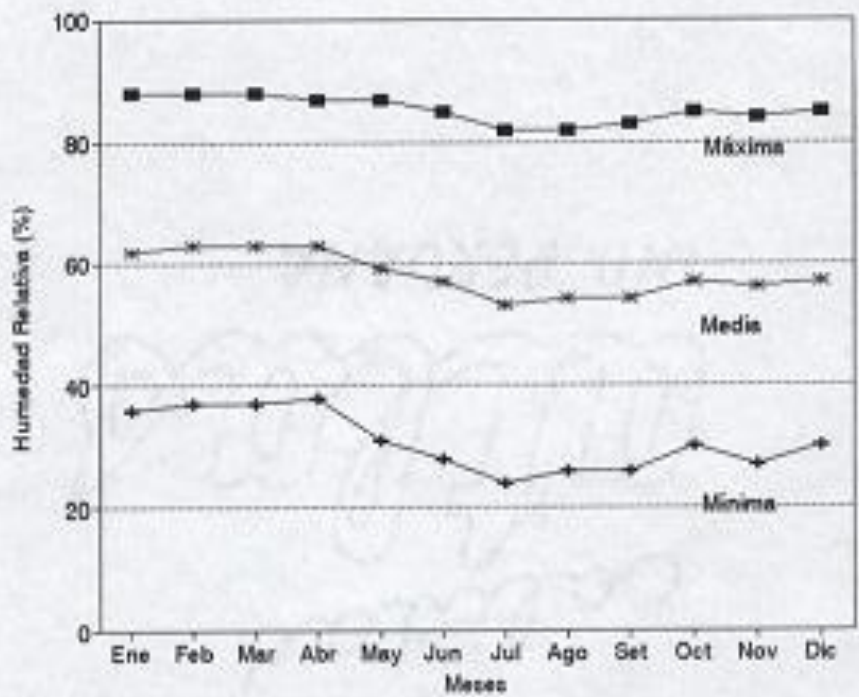


Figura 3.7. Humedad relativa promedio mensual máxima, mínima y media durante el año 1996, en la Estación Meteorológica ADEFOS-Cajamarca.

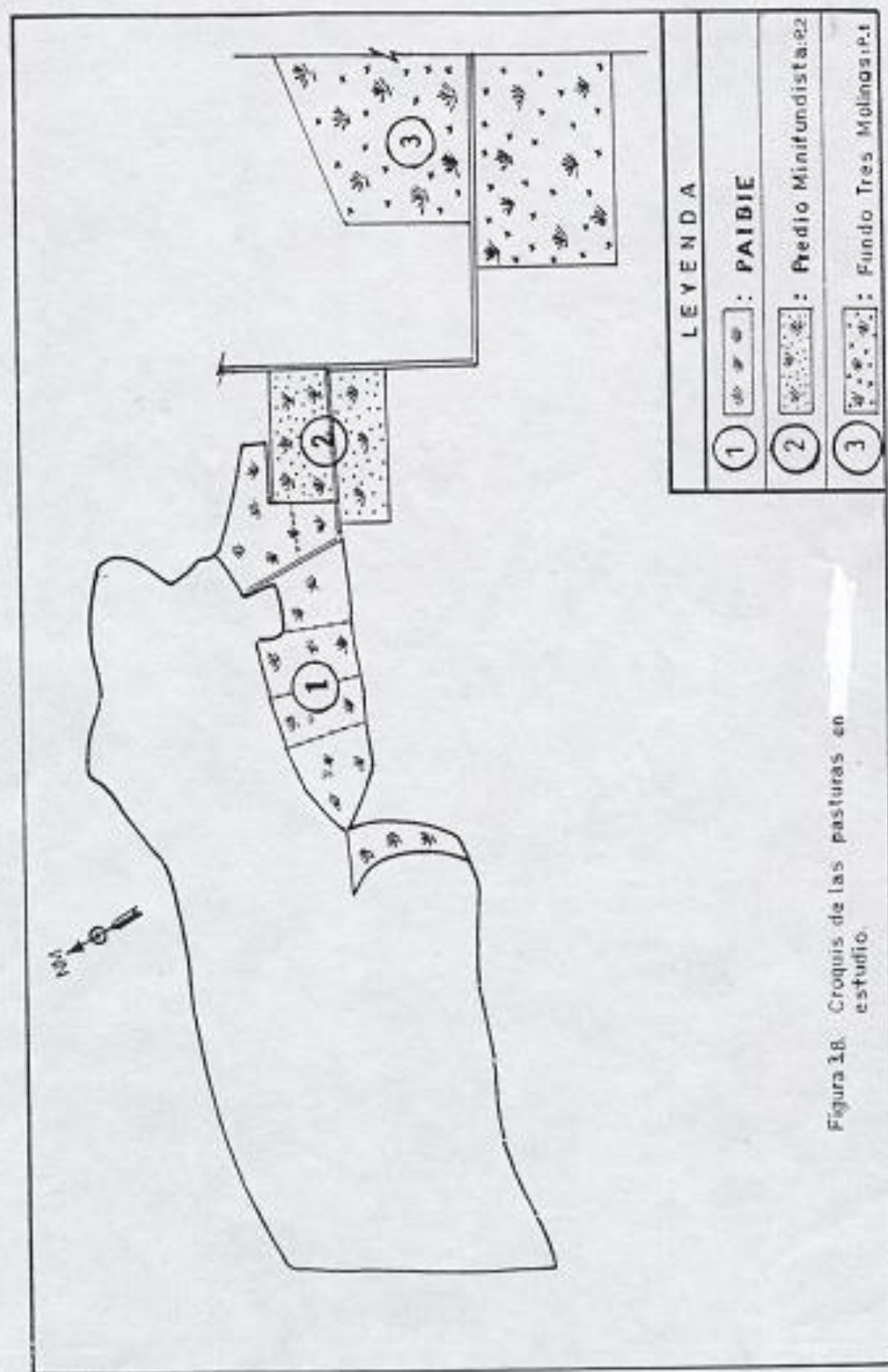
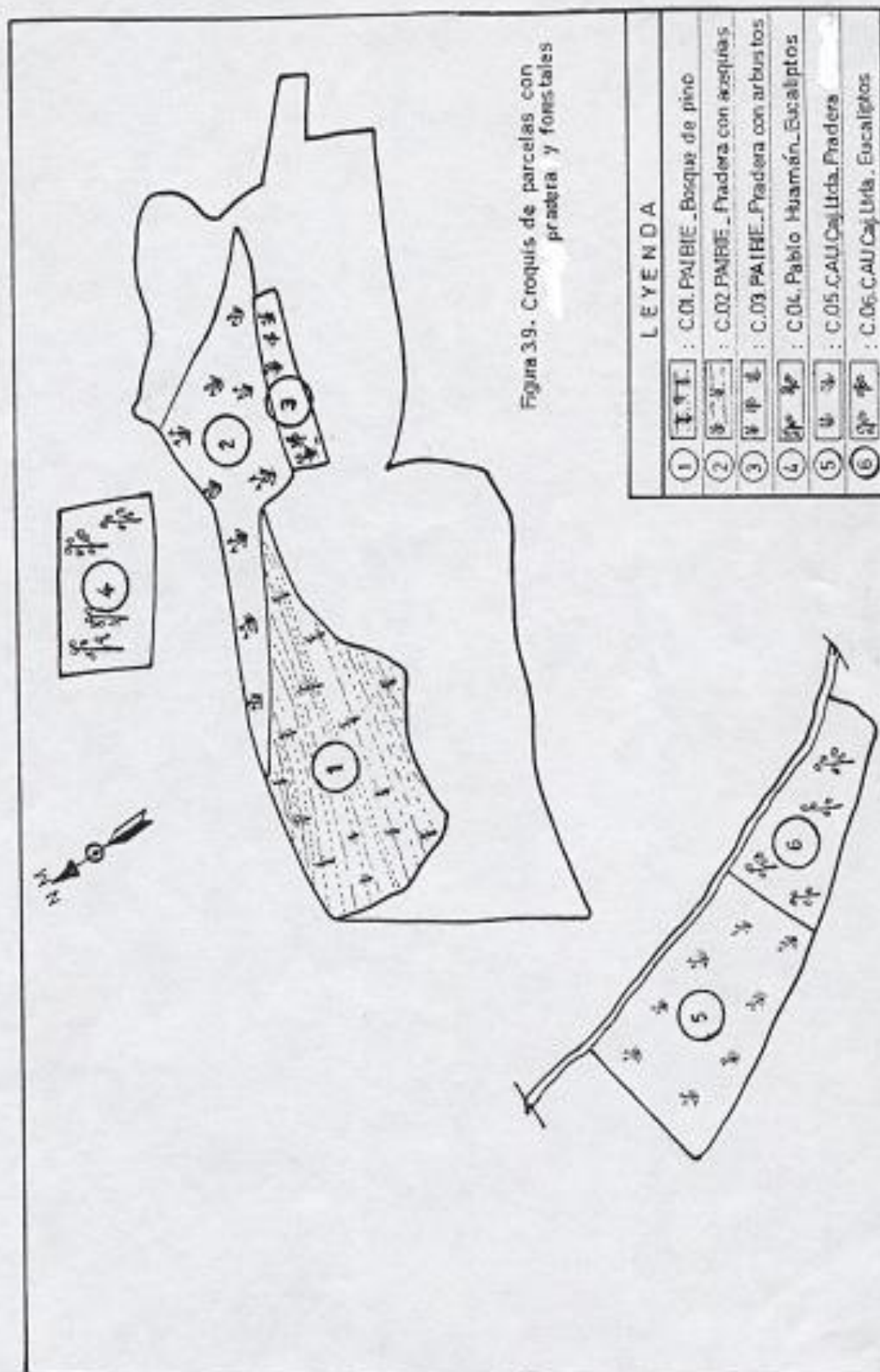


Figura 18. Croquis de las pasturas en estudio.



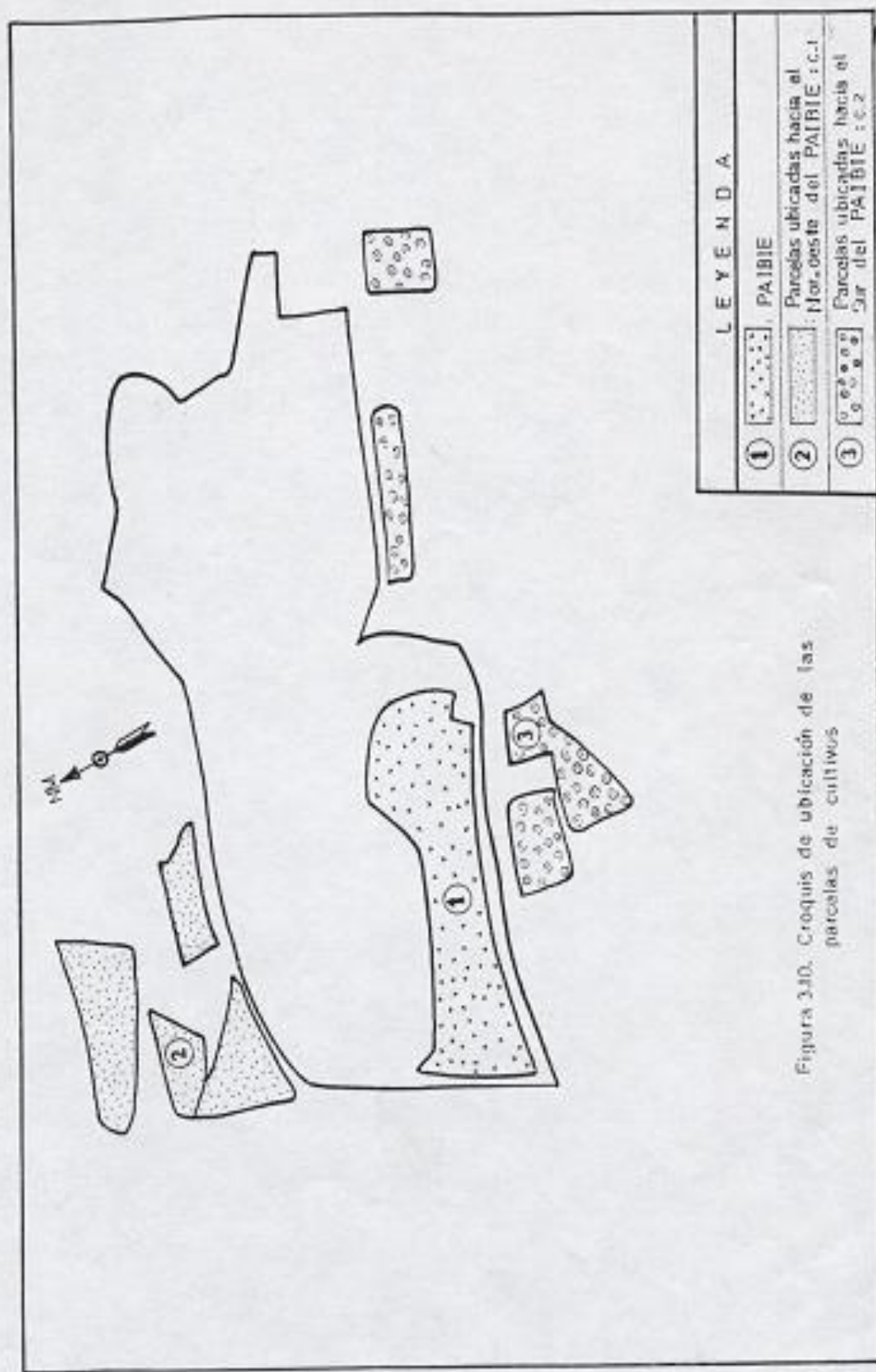


Figura 3.10. Croquis de ubicación de las parcelas de cultivos

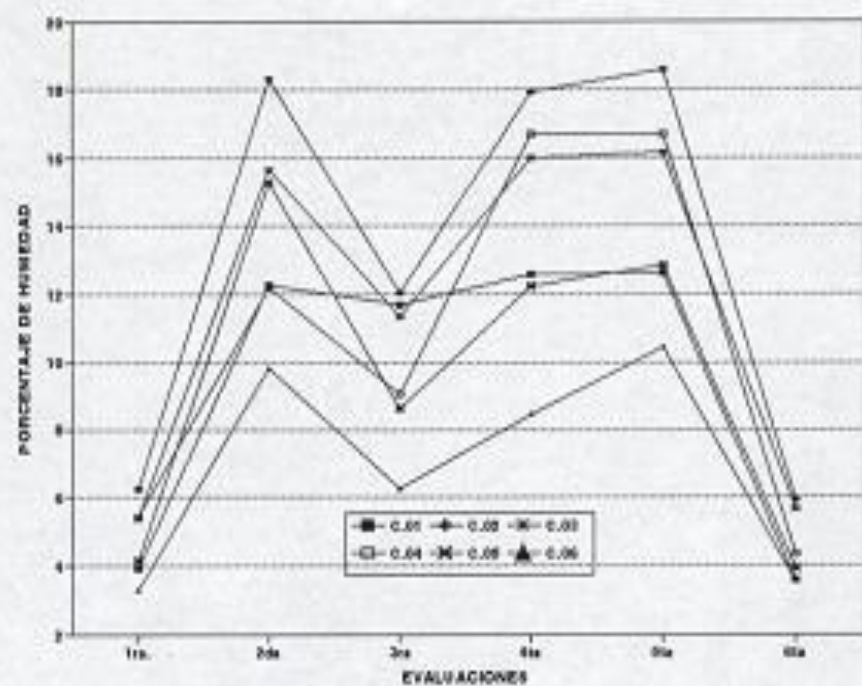


Figura 4.1. Contenido de Humedad del Suelo de las Parcelas en Estudio

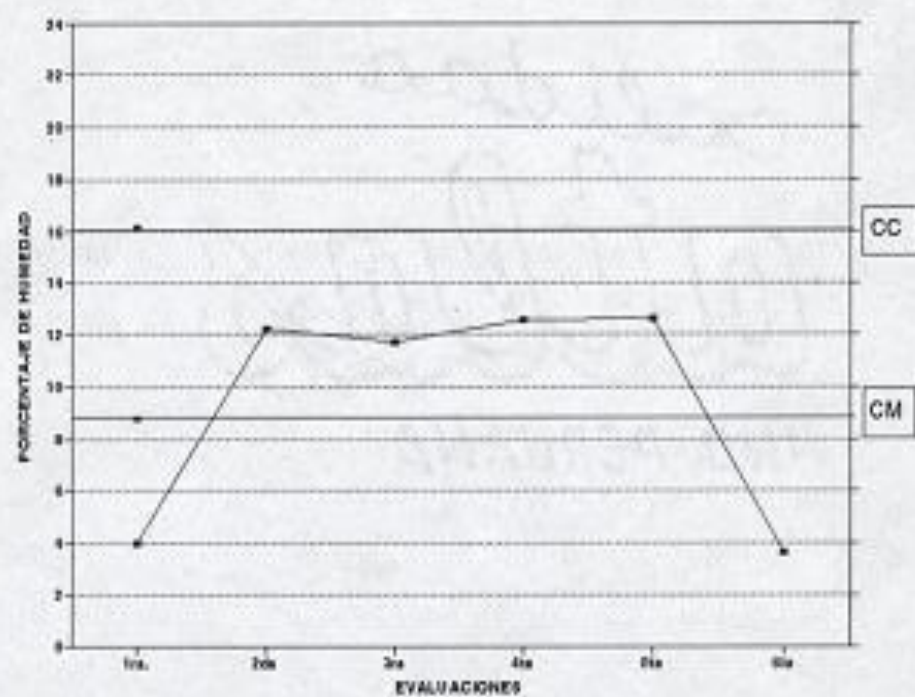


Figura 4.2. Variación de Humedad del Suelo en C.01, PAIBIE-Bosque de Pino.

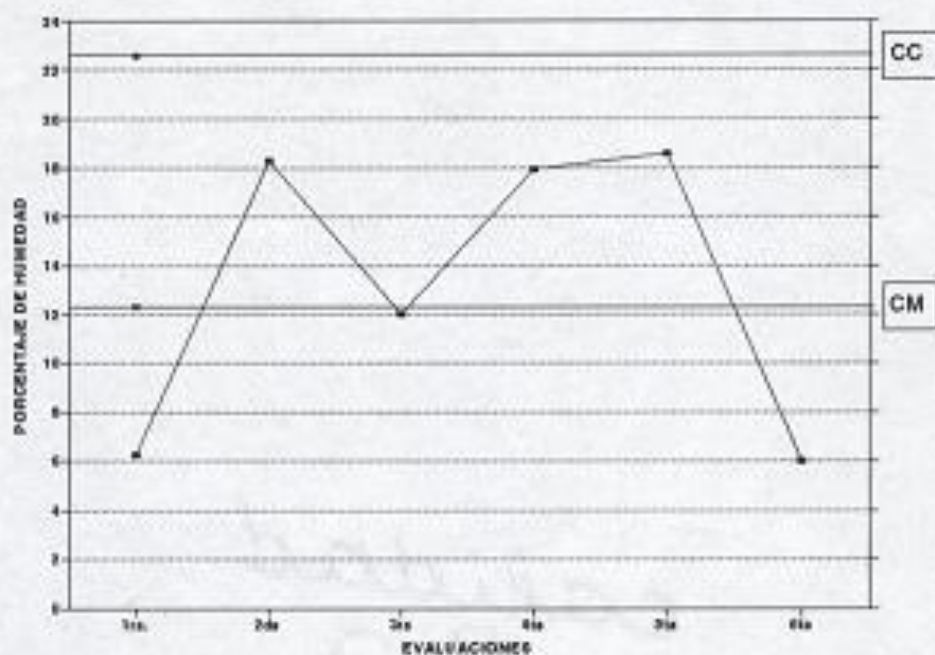


Figura 4.3. Variación de Humedad del Suelo en C.02.PAIBIE-Prod. con Acequias

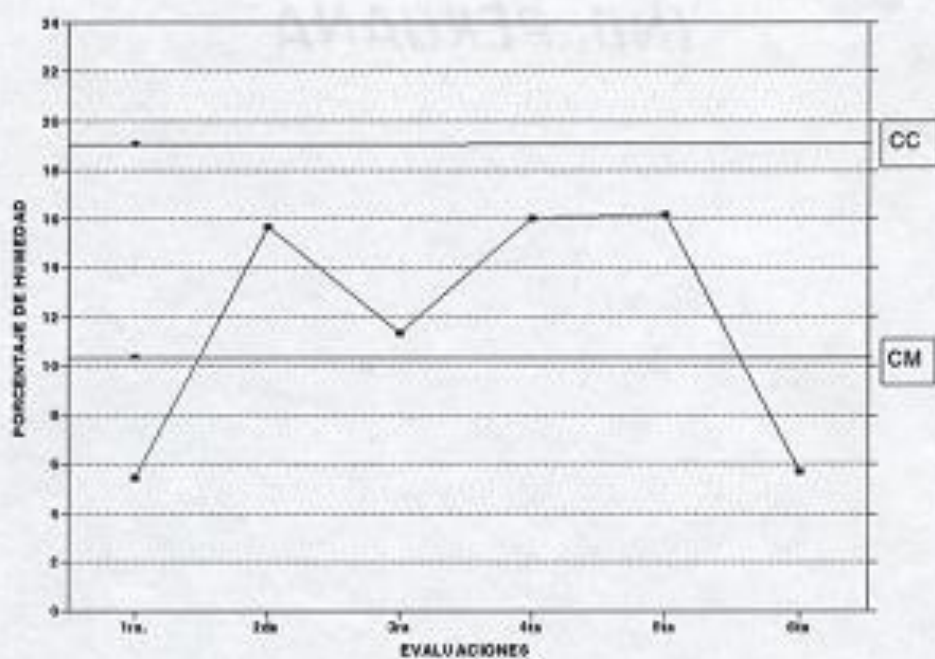


Figura 4.4. Variación de Humedad del Suelo en C.03.PAIBIE-Prod. con Arbustos

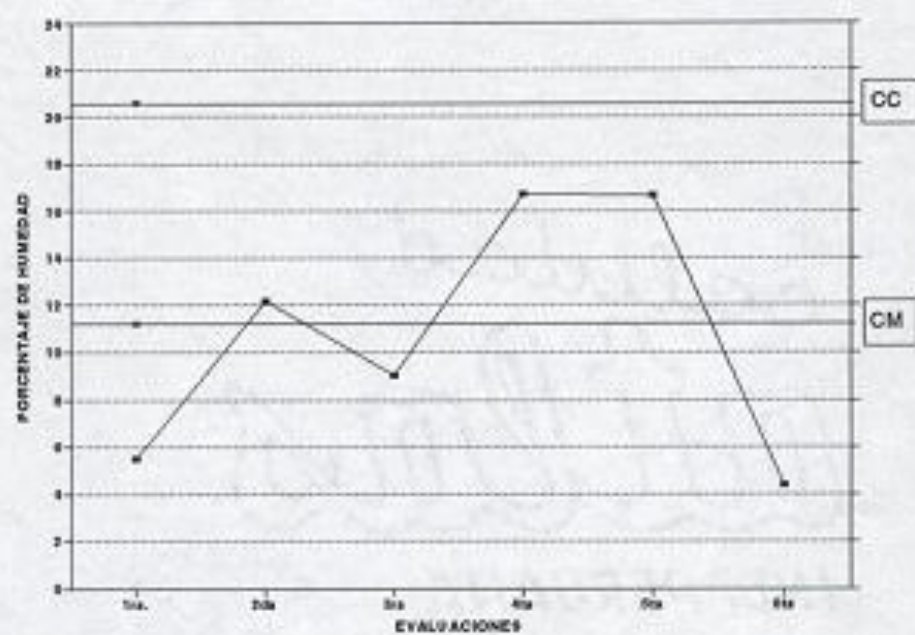


Figura 4.5. Variación de Humedad del Suelo en C.04.P.H. Eucaliptos.

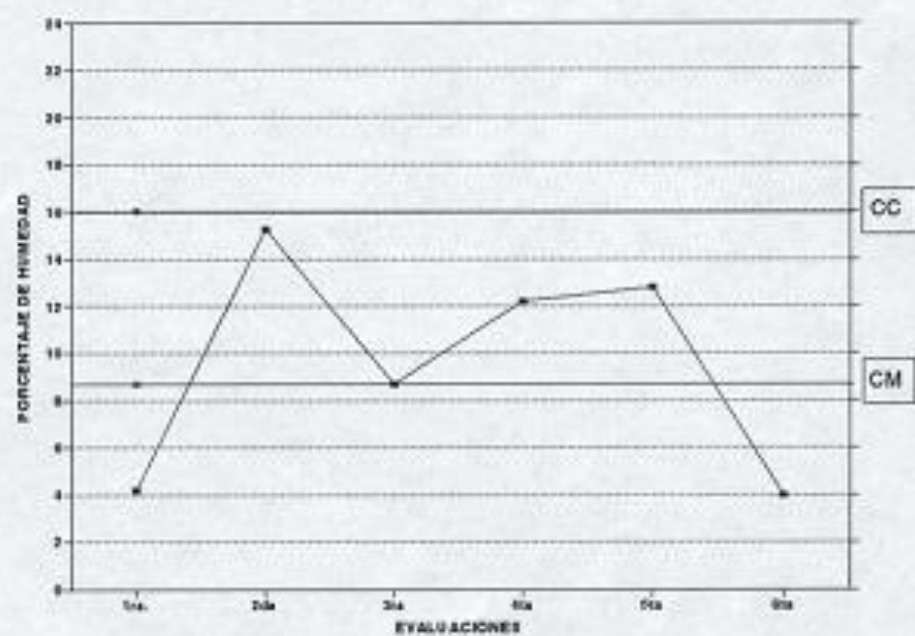


Figura 4.6. Variación de Humedad del Suelo en C.05.CAU. Fradera

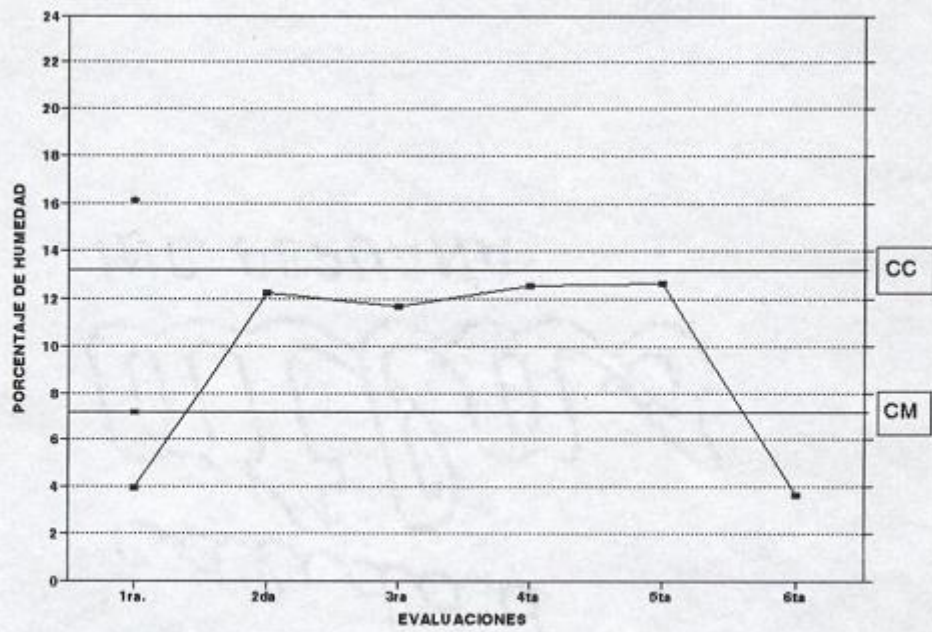


Figura 4.7. Variación de Humedad del Suelo en C.06.CAU. Eucaliptos.



Foto 1

Arriba (Foto 1): Pastura del PAIBIE, durante la época húmeda.
Abajo (Foto 2): Fundo Tres Molinos, uno de los predios testigo (P-1).



Foto 2



En la época seca la producción forrajera disminuye.
Arriba (Foto 3): Pastura del PAIBIE.
Abajo (Foto 4): Pastura del Fundo Tres Molinos.





Foto 5

La familia del PAIBIE realiza labores cotidianamente. Arriba (Foto 5): el Ing. Duarte, volteando el compost. Abajo (Foto 6): la Señora Caridad Guerra de Duarte, proporciona afrecho de cebada a las vacas.



Foto 6



Bajo el mismo horizonte, el paisaje ha cambiado. Arriba (Foto 7): el área de pradera hace unos 12 años atrás, mostrando las primeras acequias y terrazas. Abajo (Foto 8): la misma área, ahora, con bosque de pino y pradera. Al fondo la ciudad de Cajamarca.





Foto 9

Arriba (Foto 9): en parte central se observa una terraza de bancal, a la derecha plantación de Pinus patula Schl. y Cham., a la izquierda P. pseudostrobus Lindl. del PAIBIE; al fondo bosque de Eucalyptus globulus Labill. Abajo (Foto 10): a la derecha de la terraza, la pradera con arbustos y el apiario del PAIBIE.



Foto 10



Foto 11

La humedad es determinante para el desarrollo de la pradera. Arriba (Foto 11): el bosque de pino con pradera del PAIBIE en la época húmeda. Abajo (Foto 12): Pradera del PAIBIE, en época seca; y al fondo, bosque de eucalipto mostrando una parcela talada, donde la erosión del suelo será significativa.



Foto 12



Foto 13

Las acequias de infiltración evitan la erosión del suelo. Arriba (Foto 13): acequia almacenando agua de lluvia entre el maíz con cucurbitáceas y pinos en la época húmeda. Abajo (Foto 14): la labor de "cuaresma" en el mismo campo, Los pinos proporcionan un ambiente agradable.



Foto 14



Los animales domésticos cumplen funciones importantes en el PAIBIE.
Arriba (Foto 15): vacunos y equinos durante el Majadeo.
Abajo (Foto 16): la Trilla de Avena.





Foto 17

En el bosque de pino del PAIBIE la biodiversidad se ha incrementado. Arriba (Foto 17): los hongos comestibles (*Higrosporium* sp.) y el "pié de perro" (*Desmodium molliculum* HBK DC.), prosperando entre el mulch de pino. Abajo (Foto 19): Nido de hormigas (*Iridomyrmex* sp.), mostrando el mejor desarrollo de las plantas de su alrededor.



Foto 18



Foto 19

El FAIBIE constituye un lugar aprovechable para la investigación y transferencia agrícolas. Arriba (Foto 19): Técnicos del INIA, evalúan la producción de maíz en una parcela con Majadeo. Abajo (Foto 20): El Ing. Duarte, expone sus experiencias a profesionales de la Estación Experimental Baños del Inca-Cajamarca.



Foto 20

ANEXOS

ANEXO 01. DEFINICION DE LOS TERMINOS BASICOS

1) AGRICULTURA EN CURVAS DE NIVEL

Es el establecimiento de cultivos entre las líneas en curvas de nivel estabilizadas, por ejemplo, por barreras de tierra, de piedras o cercos vivos que conservan tanto el suelo como el agua, el sistema también puede incluir un componente de animales.

2) AGRICULTURA DE BAJOS INSUMOS EXTERNOS Y SUSTENTABLE (ABIES)

La ABIES se basa principalmente en el uso de insumos originarios de la propia explotación, localidad, región o país. Esta acción se toma con el fin de asegurar la sostenibilidad. (ETC et al., 1995).

3) AGRICULTURA DE ALTOS INSUMOS EXTERNOS (AAIE)

La AAIE depende de significativos niveles de insumos del exterior del sistema, tales como fertilizantes, pesticidas y energía fósil. (ETC et al., 1995).

4) AGRICULTURA ORGANICA

Sistema de agricultura que promueve el mantenimiento de suelos y cultivos en forma vigorosa a través de prácticas tales como el reciclaje de los nutrientes de la materia orgánica (como compost y residuos de cultivos).

5) AGRICULTURA SUSTENTABLE

Es el manejo de los recursos de la agricultura con miras a satisfacer las necesidades humanas cambiantes, manteniendo o incrementando la calidad del medio ambiente y conservando los recursos naturales.

6) AGRICULTURA TRADICIONAL

Son sistemas agrarios basados en el conocimiento y las prácticas autóctonas que han evolucionado a lo largo de varias generaciones. Agricultura basada en el conocimiento y las prácticas agrícolas nativas, habiendo evolucionado por muchas generaciones. (ETC et al., 1995).

7) AGROECOLOGIA

Ciencia que se ocupa del estudio de la agricultura con un enfoque ecológico. Trata de identificar formas de manejo agrícola que reestablezcan los ciclos ecológicos que se dan en los ecosistemas naturales.

8) AGROECOSISTEMA

Viene a ser un sistema ecológico modificado por el hombre con la finalidad de producir alimentos, fibras, combustible y otros productos para uso propio.

9) BIO DINAMICO

Sistema holístico de agricultura que busca conectar la naturaleza con las fuerzas cósmicas. Se intenta crear un sistema integrado de explotación en armonía con su hábitat. Se evita el uso de fertilizantes e insecticidas sintéticos. (ETC et al., 1995).

10) BIOMASA

Es el peso del material producido por un organismo vivo o conjunto de organismos, plantas o animales. Puede haber biomasa anual, cuando se refiere a las especies anuales y biomasa perenne cuando se trata de especies perennes.

11) BIOTEMPERATURA

Noción de Leslie R. Holdridge. Es la temperatura que permite el crecimiento vegetativo de las plantas a través del año; está comprendida entre 0 y 30°C (Landa, C. et al. 1978).

12) CLAUSURA FORRAJERA

Sistema de manejo de praderas naturales aplicable en lugares de sobrepastoreo; consiste en proteger el área impidiendo el ingreso de animales por un lapso de tiempo suficiente como para permitir la recuperación de las especies forrajeras.

13) COMPOST

Es el fertilizante que resulta de la descomposición de los residuos vegetales y animales.

14) CULTIVOS ASOCIADOS

Sistema de cultivos, que consiste en la plantación de dos o más cultivos en el mismo campo. Así se intensifica el cultivo en tiempo y en espacio.

15) DE USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS

Pretende el uso eficiente de los recursos (materiales, energéticos y humanos) para asegurar que la agricultura sea sostenible. (ETC et al., 1995).

16) DIVERSIDAD

Es la cantidad de diferentes tipos de organismos, especies, cultivares y/o elementos físicos por unidad de superficie.

17) ECOLOGICO

Término general que indica la consideración de las leyes ecológicas en la agricultura. (ETC et al., 1995).

18) EROSION

Desplazamiento gradual o desaparición de partes de un sistema por la influencia de factores externos, por ejemplo, la erosión del suelo por el agua o el viento, erosión del conocimiento autóctono, erosión genética.

19) ESTABILIDAD

El grado en el cual la productividad pertenece constante frente a los disturbios causados por las fluctuaciones normales de clima y otras variables. (ETC et al., 1995).

20) FIJACION DE NITROGENO

Es la capacidad de los organismos (bacterias, actinomicetos o algas) de convertir el nitrógeno atmosférico a una forma aprovechable por las plantas superiores. Estos organismos pueden vivir en estado libre o en relación simbiótica con las plantas.

21) GRANJA INTEGRADA AUTOSUFICIENTE (GIA)

Se define como la unidad de producción agropecuaria altamente diversificada, cuyos rubros (agrícolas, pecuarios y forestales) se integran y complementan entre sí, con el propósito de autoabastecerse y de reducir los riesgos, vulnerabilidades y dependencias externas. Busca la máxima eficiencia en el uso de los recursos existentes en el predio, a través de la correcta introducción de tecnologías para mejorar la productividad de la mano de obra y de la tierra; incrementar los rendimientos de los animales y aumentar los ingresos. (FAO, 1993).

22) HOLISTICO

Enfoque que considera todos los componentes y aspectos de un sistema y sus interacciones. (ETC et al., 1995).

23) INSUMOS EXTERNOS

Vienen a ser los insumos que se pueden usar en las actividades agrícolas, que son originados fuera del sistema (predio, aldea, región, país). Los insumos externos artificiales son los que requieren grandes cantidades de combustible fósil para ser producidos o distribuidos. Por ejemplo: fertilizantes sintéticos, plaguicidas, agua de riego extraída con bomba.

24) INSUMOS INTERNOS

Vienen a ser los insumos que se originan dentro del sistema (predio, aldea, región, país). Para el caso de nuestra región, son menos costosos y su empleo generalmente requiere una mayor mano de obra que los insumos externos. Por ejemplo: estiércol, mulch, semillas criollas, etc.

25) INTEGRADO

Que considera todos los componentes y la combinación de éstos dentro de una unidad consistente. (ETC et al., 1995).

26) MAJADEO

Práctica realizada tradicionalmente por las familias campesinas de los andes que permite el reciclaje de nutrientes. Consiste en dejar durante las noches los animales domésticos en los terrenos del cultivo, con la finalidad de que las deyecciones (sólidas y líquidas) sean depositadas e incorporadas al suelo. Actualmente esta práctica se prefiere para el cultivo de la papa.

27) MEJORAMIENTO DE LOS RECURSOS

Mejoramiento de la calidad de los recursos existentes, que puede referirse a todas las materias primas, las fuentes de energía y las capacidades humanas que pueden ser usadas para el manejo del agroecosistema.

28) MICROCLIMA

Son la temperatura, luz solar, humedad y otras condiciones climáticas de una pequeña zona localizada, por ejemplo, de un campo, de un bosque, de la vecindad de una determinada planta o del suelo.

29) OFERTA AMBIENTAL

Viene a ser la parte del medio ambiente referida a las características de los recursos naturales que nos rodean y que pueden ser aprovechados por el hombre, presentándose como el resultado de la acción de la naturaleza a de la acción humana.

30) PERMACULTURA

Sistema integrado, conscientemente diseñado de especies perennes o autopermanentes de cultivos, animales y estructuras que apuntan a una agricultura permanente autosostenible. (ETC et al., 1995).

31) PLAGUICIDA O PESTICIDA

Sustancia que sirve para destruir o controlar todo tipo de plaga. Están incluidos los insecticidas, herbicidas, fungicidas, acaricidas, etc.

32) PREDIO O SISTEMA PREDIAL

Un predio es un agroecosistema único: una combinación de recursos físicos y biológicos tales como el relieve, el suelo, el agua, las plantas y los animales. La familia rural obtiene productos al influir sobre los componentes de este agroecosistema y sus interacciones, tales como cultivos, leña, animales. (Reijntjes et al., 1995)

Son todos los componentes dentro de los límites dentro de un determinado predio que interactúan como sistema, incluidos seres humanos, cultivos, animales, otros tipos de vegetación, vida silvestre y las interacciones sociales, económicas y ecológicas entre sí y con el medio ambiente.

33) PRODUCTIVIDAD

Es la relación entre bienes y o servicios producidos y los factores utilizados para producirlos; la productividad agraria puede expresarse como la producción por unidad de tierra, capital, tiempo de trabajo, energía, agua, nutrientes, etc.

34) ROTACION

Es el cultivo repetido de una sucesión de cultivos (como monocultivos o cultivos asociados) - posiblemente combinado con períodos de barbecho- en la misma superficie. Con frecuencia un ciclo lleva varios años para completarse.

35) SINERGIA

La acción de dos o más organismos que consiguen un efecto que es beneficioso para ambos. (ETC et al., 1995).

36) SISTEMA AGRICOLA

Se refiere a un determinado ordenamiento de actividades agrícolas (tales como siembra, cría de ganado y procesamiento de productos), que se manejan dando respuesta al entorno físico, biológico y socioeconómico, de acuerdo a los objetivos, preferencias y recursos de los agricultores. (Shaner et al., 1982; citado por Reijntjes et al., 1995)

37) SOSTENIBILIDAD

Término referido a la capacidad de un recurso o agroecosistema para brindar en forma permanente una productividad determinada. Manejo de recursos de tal manera que satisfagan las necesidades humanas a la vez que se mantenga la calidad del ambiente y se conserven los recursos. (ETC et al., 1995).

38) TECNOLOGIA

Es la combinación de conocimientos, insumos y prácticas de manejo desplegadas junto con los recursos productivos para producir un producto deseado.

39) UNIDAD AGROPECUARIA

Es todo terreno o conjunto de terrenos utilizados total o parcialmente para la producción agropecuaria, conducidos por un productor agropecuario, sea cual fuere su tamaño, régimen de tenencia, y condición jurídica. (INEI, 1996).

40) VIABILIDAD

Es la capacidad de vivir y desarrollarse en determinado ambiente o, por ejemplo, en el caso de una tecnología de ser practicada en el largo plazo.

Mayor de 80 Alto

- **MATERIA ORGANICA**

Porcentaje (%) Definición

0 - 2 Bajo
2 - 4 Medio
Mayor de 4 Alto

- **NITROGENO TOTAL**

Porcentaje (%) Definición

Menor de 0.15 Bajo
0.15 - 0.30 Medio
Mayor de 0.30 Alto

- **FOSFORO DISPONIBLE**

ppm Definición

0 - 7 Bajo
7 - 14 Medio
Mayor de 14 Alto

ppm x 5.80 = Kg P₂O₅ /ha.

- **POTASIO DISPONIBLE**

ppm Definición

Menor de 75 Bajo
75 - 125 Medio
125 - 250 Alto
Mayor de 250 Muy alto

ppm x 1.20 = Kg K₂O /ha.

ppm x 5.80 = Kg P₂O₅ /ha.

- **CONDUCTIVIDAD ELECTRICA**

mmhos/cm Definición

0-2	Deficiente
2-4	Normal
4-8	Alto
8-16	Muy alto
Mayor 16	Excesivo

- **RELACIONES INTERCAMBIABLES**

Ca/K	Definición
0-12	Escaso o bajo
12-16	Normal
16-24	Alto
Mayor de 24	Excesivo

Ca/Mg	Definición
0-6	Escaso o bajo
6-9	Normal
9-12	Alto
Mayor de 12	Excesivo

Ca/Na	Definición
0-7	Escaso o bajo
7-12	Normal
12-24	Alto
Mayor de 24	Excesivo

Mg/K	Definición
0-2	Escaso o bajo
2-3	Normal
3-5	Alto
Mayor de 5	Excesivo

ANEXO 03. VALORES PARA LA EVALUACION DE LA CONDICION DE LAS PRADERAS NATURALES.

Para interpretar los resultados de composición de pastizal se lleva a cabo según la escala siguiente: (Berlijn, J. 1985):

Valor cualitativo	Composición del pastizal
0 a 3	Mala
3 a 5	Insuficiente
5 a 6	Regular
6 a 7	Suficiente
7 a 8	Buena
8 a 10	Excelente

Fuente: Berlijn, J. y A. Bernardón (1985).

ANEXO 04. PLANO PERIMETRICO Y DE ZONIFICACION DEL PAIBIE

(Plano Adjunto)