

MANEJO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN “PAPA-LECHE” EN LA SIERRA ECUATORIANA

Alternativas tecnológicas



MANEJO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN “PAPA-LECHE” EN LA SIERRA ECUATORIANA

Alternativas tecnológicas

*Víctor H. Barrera, Carlos U. León-Velarde,
Jorge E. Grijalva, Fernando H. Chamorro*

Quito, Ecuador
2004

Revisión de texto

Comité de Publicaciones Estación Experimental Santa Catalina del INIAP

PRIMERA EDICIÓN

Boletín Técnico No. 112

Fotografías

INIAP-CIP

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

Estación Experimental Santa Catalina

Panamericana Sur, Km. 1

Casilla: 17-10-340

Quito-Ecuador

Telf: 593-2-269-0692

E-mail: iniap@iniap-ecuador.gov.ec

Web: www.iniapecuador.gov.ec

Centro Internacional de la Papa

Apartado 1558

Lima 12, Perú

Telf: 51-1-349-6017

Fax: 51-1-317-5326

E-mail: cip@cgiar.org

Web: www.cipotato.org

Esta obra debe citarse así:

Barrera, V.; León-Velarde, C.; Grijalva, J. y Chamorro, F., 2004. Manejo del sistema de producción “Papa-Leche” en la Sierra ecuatoriana. INIAP-CIP-PROMSA. Editorial ABYA-YALA. Quito, Ecuador. pp. 196

Diseño, diagramación e impresión

Editorial Abya-Yala, Telfs: 2 506-251 / 2506-267

Octubre, 2004

Quito-Ecuador

El contenido de este libro es de responsabilidad exclusiva de los autores y no representa necesariamente el punto de vista de las instituciones o personalidades que han colaborado en su formulación y edición.

© Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, 2004

Programa de Modernización de los servicios agropecuarios, 2004

Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2004

Primera edición, 2004

Número de derecho de autor: 020581

ISBN: 9978-43-895-5



Es una institución ecuatoriana encargada de generar, validar y transferir tecnologías apropiadas, orientadas al incremento de la producción y la productividad de los sistemas de pequeños, medianos y grandes productores. Propicia el uso adecuado de los recursos de suelos, hídricos y agroforestales, así como la preservación de los recursos naturales y el medio ambiente, a fin de contribuir al desarrollo sostenible del sector agropecuario.



Es una institución científica en el ámbito internacional, dedicada a incrementar la producción sostenible de la papa, el camote y otras raíces y tubérculos en el mundo en procesos de desarrollo, y a mejorar el manejo de los recursos naturales en los Andes y en otras zonas de montaña. El CIP forma parte de la red global de investigación agrícola conocida como el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR).



Es un programa establecido dentro del marco conceptual de la modernización del Estado ecuatoriano, para promover la competencia y la participación del sector privado en la ejecución y el financiamiento de la investigación, la transferencia de tecnología y la sanidad agropecuaria. Fue creado para mejorar el nivel competitivo de la producción, fortalecer el sector agropecuario y desarrollar acciones de modernización de algunas instituciones y de los procesos productivos en este sector.

DATOS DE LOS AUTORES

Víctor H. Barrera M.; MSc. en Sistemas de Producción Agropecuarios. Su carrera profesional la inició en la Universidad Central del Ecuador. Se ha desempeñado durante toda su carrera profesional como Investigador Agropecuario del INIAP. Profesor de la cátedra de Sistemas de Producción en Postgrados de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y la Universidad de Cuenca. Autor y coordinador de varios proyectos de investigación/desarrollo en alianzas estratégicas con instituciones nacionales e internacionales, tales como el Centro Internacional de la Papa, el Programa Colaborativo de Soporte a la Investigación IPMCRSP-USAID y el Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios PROMSA, entre otros. Ganador del Premio “Fabián Portilla Rocha” al mejor trabajo de investigación otorgado por el INIAP en 2001. Actualmente dirige las actividades de Validación, Transferencia de Tecnología y Capacitación de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, y coordina el proyecto de Reducción de la pobreza en la zona de Saraguro a través de la producción, la transformación y la comercialización de productos agropecuarios, financiado por el INIA-España.

Carlos U. León-Velarde R.; Ph.D Genética/Sistemas Agropecuarios. Su carrera profesional la inició en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. Se desempeñó como profesor en la Universidad de Costa Rica y como especialista en producción animal en Costa Rica y en República Dominicana con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA-OEA, y del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba. Oficial de enlace del CIID-INIA en el proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos, PISA, Convenio INIA-CIID-ACDI. Coordinador del proyecto de desarrollo sostenido del Altiplano, Puno, Perú, PRODASA. Líder del Proyecto Ecorregional de Producción Animal, convenio ILRI-CIP. Actualmente se desempeña en el Centro Internacional de la Papa, CIP, como especialista en análisis de sistemas agropecuarios y coordinador de proyectos relativos al diseño, manejo y análisis de sistemas de agropecuarios en la División de Recursos Naturales. En él coordina el proyecto de Reducción de la pobreza en el altiplano Peruano a través de la producción, la transformación y la comercialización de productos agropecuarios, financiado por el INIA-España, el cual es parte de un programa de desarrollo del Altiplano peruano, en forma conjunta con instituciones nacionales de investigación y organizaciones no gubernamentales.

Jorge E. Grijalva O.; MSc. en Producción Animal. Inició su grado académico en la Universidad Central del Ecuador. Se ha desempeñado durante toda su carrera profesional como Investigador Agropecuario y Responsable del Programa de Ganadería de Leche y Pastos del INIAP. Es profesor de la cátedra de Nutrición Animal en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Central del Ecuador. Autor y coordinador de varios proyectos de investigación/desarrollo en alianzas estratégicas con instituciones nacionales e internacionales, tales como la Universidad de Florida, el EMBRAPA, CI-RAD y Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios, entre otros. Ganador del Premio “Fabián Portilla Rocha” al mejor trabajo de investigación otorgado por el INIAP en 2001. Actualmen-

te se desempeña como técnico del Núcleo de Apoyo Técnico y Capacitación de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

Fernando H. Chamorro S.; Ingeniero Agrónomo, especialista en Transferencia de Tecnología. *Inició su grado académico en la Universidad Central del Ecuador. Se ha desempeñado durante toda su carrera profesional como Investigador Agropecuario del INIAP. Ha sido responsable de dirigir las actividades de Validación y Transferencia de Tecnología, por parte del INIAP, en las provincias del Carchi e Imbabura. Ha participado en la mayoría de los proyectos que se han ejecutado en la provincia del Carchi, que han tenido relación con el Manejo Integrado de Plagas en Papa y sistemas de producción de leche. Actualmente es técnico del Núcleo de Apoyo Técnico y Capacitación de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.*

ÍNDICE

Introducción	17
En qué consiste un sistema de producción agropecuario “Papa-Leche”	19
El componente suelo	25
Componente de producción de papa	29
Zonas productoras	29
<i>Zona Norte</i>	29
<i>Zona Centro</i>	30
<i>Zona Sur</i>	31
Tecnología de producción del componente de papa	32
<i>Preparación de suelo</i>	32
<i>Surcada</i>	33
<i>Semilla</i>	33
<i>Fertilización</i>	35
<i>Siembra</i>	37
<i>Retape</i>	37
<i>Rascadillo</i>	38
<i>Deshierba</i>	38
<i>Aporque</i>	38
<i>Controles fitosanitarios</i>	39
Manejo integrado del gusano blanco (<i>Premnotrypes vorax</i>)	40
Manejo integrado de mosca minadora (<i>Liriomyza sp</i>)	45
Manejo integrado de la polilla (<i>Tecia solanivora Povolny</i>)	49
Manejo integrado de lancha (<i>Phytophthora infestans Mont Bray</i>)	52
<i>Cosecha</i>	56
<i>Postcosecha</i>	57
<i>Venta y comercialización</i>	59
<i>Costos de producción</i>	59
El componente forrajero: pasto	63
Establecimiento de potreros	68
Selección de especies de pastos y siembra	68
División de potreros	71
<i>Cálculo del área de potreros</i>	72
Establecimiento de las cercas	74

Fertilización y control de malezas.....	76
<i>Aplicación de cal antes de la siembra.....</i>	78
<i>Fertilización con nitrógeno.....</i>	78
<i>Fertilización con azufre y fósforo.....</i>	79
<i>Fertilización con potasio y magnesio.....</i>	81
<i>Control de malezas.....</i>	82
El componente animal: producción de leche y de carne.....	83
Formación del hato.....	83
Selección del ganado.....	83
Alternativas para la selección del ganado.....	85
<i>Cría selectiva del ganado nativo o criollo.....</i>	85
<i>Cruzamiento rotacional.....</i>	85
<i>Cruce absorbente.....</i>	86
El ciclo productivo del ganado lechero.....	87
Requerimientos y cuidados nutricionales.....	89
<i>Prácticas para la buena alimentación.....</i>	91
<i>Suplementos agroindustriales: melaza y urea.....</i>	93
<i>Conservación de forrajes.....</i>	94
<i>Significado y cuidados de uso de la alimentación balanceada en hatos lecheros.....</i>	95
<i>Uso de concentrado antes del parto.....</i>	96
<i>Uso de concentrado durante la lactancia.....</i>	97
<i>Cambio en el peso vivo durante la lactancia.....</i>	98
Reproducción.....	99
<i>Control de la reproducción.....</i>	100
<i>Registros del comportamiento reproductivo.....</i>	100
Manejo y cría de terneros.....	103
<i>Recomendaciones antes del parto.....</i>	103
<i>Cuidados del recién nacido.....</i>	103
<i>Nutrición y alimentación de los terneros.....</i>	105
<i>Registros de terneras.....</i>	121
Cuidados y controles sanitarios de animales.....	125
<i>Vacunaciones.....</i>	125
<i>Control de enfermedades.....</i>	127
Cómo practicar un buen ordeño.....	130
Registros.....	135
<i>Control de producción individual.....</i>	138
<i>Control de reproducción.....</i>	139
<i>Control de ingresos y egresos.....</i>	140
Consideraciones económicas.....	140

Experiencia del manejo del sistema papa-pasto en la ecorregión andina del Ecuador	143
Antecedentes	143
Escenarios iniciales de los sistemas de producción de la ecorregión andina.....	145
Alternativas tecnológicas implementadas en el sistema papa-pasto.....	146
<i>En el componente papa</i>	147
Manejo integrado de “tizón tardío” o “lancha” (<i>Phytophthora infestans</i>).....	147
Manejo integrado del “gusano blanco” (<i>Premnotrypes vorax</i>).....	147
Manejo integrado de la “mosca minadora” (<i>Liriomyza sp</i>).....	148
Manejo integrado de la “polilla guatemalteca” (<i>Tecia solanivora</i>)	148
<i>En el componente pasto</i>	149
Opción de renovación con roturación del suelo.....	149
En el componente ganadería	150
<i>Alimentación y crianza de terneros</i>	150
<i>Alimentación de vacas en producción</i>	151
<i>Manejo de vacas en pastoreo</i>	151
Resultados de la implementación de las alternativas tecnológicas.....	151
<i>En el componente papa</i>	151
Análisis biológico de las prácticas implementadas.....	151
Análisis económico de las prácticas implementadas.....	151
Costos de los pesticidas y sus aplicaciones	155
<i>En los componente pasto y ganadería</i>	157
Uso del suelo	157
Características químicas y nivel de fertilidad de los suelos.....	158
Producción primaria.....	160
Producción secundaria.....	165
Curvas de lactancia.....	166
Síntesis de los resultados	172
Discusión de los resultados.....	173
Referencias bibliográficas	179
Anexos	183

PRESENTACIÓN

El presente documento fue elaborado con base en las experiencias y la información del equipo del Núcleo de Apoyo Técnico y Capacitación y las Unidades de Validación y Transferencia de Tecnología (UVTTs) del INIAP localizadas en las provincias de Carchi, Chimborazo, Bolívar y Cañar. El documento ofrece una recopilación e integración de planteamientos dirigidos hacia la producción tecnificada del sistema de producción “Papa-Leche” en la Sierra ecuatoriana. La presentación de la información, con el apoyo de cuadros, figuras y fotografías, se ha hecho en forma que facilite su comprensión, tanto al nivel de profesionales como de estudiantes y productores. Se espera que esta publicación sea de valor para todos los que se dedican a las actividades de producción y capacitación, especialmente en el área temática del sistema de producción “Papa-Leche”.

El aporte de esta publicación es el resultado de un esfuerzo técnico para poner a disposición del lector toda una filosofía e implementos tecnológicos que permitirán ampliar la visión sobre la producción agropecuaria, desde la cual se puedan resolver obstáculos que se encuentran en la agricultura y en la ganadería. Por otro lado, el documento también señala que en la Sierra ecuatoriana se cuenta con los adecuados recursos, y que con el manejo apropiado de ellos se está logrando un mejoramiento de los sistemas de producción “Papa-Leche” en dicha región. Lo cual ha sido posible gracias a la labor de investigación y transferencia de tecnología de varias instituciones, incluidos el INIAP y el CIP, en colaboración mutua fortalecida en la Alianza Estratégica de Investigación planteada por el PROMSA.

Al finalizar la lectura del presente trabajo, quedará en evidencia que existen oportunidades para conseguir un mejoramiento de la capacidad productiva de las fincas agropecuarias, en especial aquéllas de escasos recursos, a través de la aplicación de prácticas de manejo apropiadas al medio, que permiten un mejoramiento de la economía agropecuaria.

Ing. MSc. Luis Fernando Rodríguez
Director Estación Experimental Santa Catalina del INIAP

AGRADECIMIENTOS

El INIAP y el CIP agradecen la colaboración de los productores de la Sierra ecuatoriana, los cuales contribuyen, con su producción agropecuaria, al sustento de los pobladores de las pequeñas y grandes ciudades, lo cual muchas veces realizan con recursos limitados y en zonas frágiles de montaña con dificultad de acceso. En sus áreas de trabajo se planteó el reordenamiento de los componentes del sistema de producción agropecuaria “Papa-Leche”, y orientaron la incorporación de varias alternativas tecnológicas agropecuarias adecuadas a su realidad. Así, se obtuvo la información necesaria para el análisis del sistema, lo que permite mejorar su seguridad alimentaria y su ingreso por ventas de sus limitados excedentes, así como su difusión a otras áreas.

En forma similar, agradecen la contribución del Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios (PROMSA), financiado por el Banco Mundial, que fue significativa en la investigación de los sistemas de producción agropecuaria de la Sierra ecuatoriana, mediante el apoyo de diferentes actividades agropecuarias, y de esta manera contribuyeron al desarrollo rural del Ecuador.

Hay que mencionar que el apoyo técnico y económico está conduciendo a otras iniciativas conjuntas con la cooperación internacional y los diferentes institutos nacionales de investigación y educación, los cuales contribuirán a implementarlas en beneficio de los productores y del desarrollo agropecuario.

INTRODUCCIÓN

La región andina se encuentra integrada principalmente por Ecuador, Perú y Bolivia, países con características similares en población, cultura y recursos naturales. La región presenta tasas altas de crecimiento demográfico, con un 3,1 por ciento anual. Así, de treinta millones de habitantes en 1980, se ha llegado a 50 millones en 2000. Para el año 2010 se estima un total de 62 millones. En este contexto se encuentra la situación del área de la Sierra ecuatoriana, donde la expansión demográfica implica una mayor demanda de productos alimenticios, servicios y empleo, y oportunidades de usar eficientemente los recursos naturales para hacer una agricultura rural sostenible. En la Sierra ecuatoriana se tiene dos rubros de importancia en el ámbito social: la producción de papa y la de leche; ambas presentan una demanda interna actual y creciente, y se calcula que se requerirá de 510.000 toneladas métricas de papa y 1,8 millones de toneladas de leche en el año 2010.

La papa y la leche son productos de importancia económica y de primera necesidad en la nutrición humana, especialmente para la población de la Sierra ecuatoriana. Sin embargo, existe un bajo nivel productivo de las explotaciones por diferentes razones bio-económicas, entre las cuales está el manejo del cultivo, de pasturas y de ganado, unido a problemas de comercialización. Por lo tanto, es evidente que en el Ecuador existe un gran número de la población que no puede consumir papa, leche ni sus derivados.

Para cubrir la demanda estimada, sin recurrir a la importación de productos, se pueden establecer nuevas fincas, o incrementar las producciones de las ya existentes. Pero el establecimiento de fincas está limitado por el alto costo de los insumos y la infraestructura, la poca disponibilidad de tierra y la competencia por este factor representada en la creciente expansión urbana y en la demanda de los cultivos agrícolas de mayor rentabilidad.

Debido a la amplitud y la variedad de la investigación realizada en diversos centros especializados y en universidades, tanto de la región andina, como en América Central, en América del Sur y en otros lugares del mundo, es conocida gran parte de la tecnología necesaria para incrementar los niveles de producción. No obstante, en la mayoría de los casos esa tecnología no se utiliza en forma completamente adecuada. Por lo tanto, es necesario incrementar los programas de transferencia de tecnología y capaci-

tación, ligados con planes de inversión y de crédito agropecuario en las diferentes zonas productoras, para mejorar los actuales niveles de producción y, en forma conjunta, ampliar su disponibilidad en el mercado e incrementar su consumo.

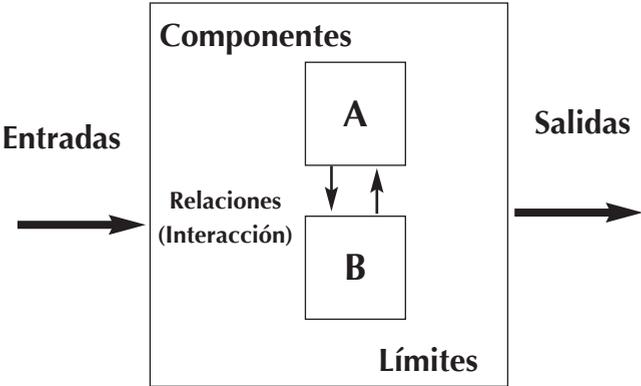
Este documento está dividido en tres secciones principales, cada una de las cuales es detallada para conseguir el propósito de la investigación en sistemas de producción. La primera aborda el contexto general del sistema de producción agropecuario “Papa-Leche”. La segunda se enfoca en los componentes del sistema de producción: el suelo, la papa, el pasto y el animal. Finalmente, se muestra la experiencia del manejo del sistema “Papa-Leche” en la ecorregión andina del Ecuador, ejecutado por la Alianza INIAP-CIP-PROMSA.

EN QUÉ CONSISTE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIO “PAPA-LECHE”

En forma general, se entiende por sistema a un arreglo de componentes físicos relacionados entre sí, de tal manera que forman y actúan como una unidad o un todo. En esta definición, las palabras *arreglo* y *actúan* definen dos características principales de cualquier sistema: la **estructura** y la **función**. Así, todo sistema presenta una estructura que está relacionada con el arreglo de los componentes que lo forman, y tiene una función, relacionada con la forma cómo actúa el sistema.

En todo sistema es posible identificar cinco grupos de elementos: el límite del sistema, sus componentes físicos, las entradas, las salidas y las relaciones entre los componentes. Las entradas son los insumos y las salidas son los productos que salen del sistema. Los componentes físicos son los elementos básicos del sistema y las relaciones entre ellos determinan la estructura y función del sistema.

Figura 1. Representación esquemática de un sistema de producción.



Los sistemas de producción agropecuarios de la Sierra ecuatoriana son complejos. Se componen de subsistemas agrícolas y pecuarios, en los cuales intervienen factores biológicos, climáticos, económicos, sociales y culturales, que determinan diversas relaciones funcionales con el mercado y la agricultura de subsistencia, lo que los caracteriza como sistemas abiertos, es decir, que presentan entradas y salidas. Sin embargo, en algunos casos es necesario determinar subsistemas agropecuarios, tales como subsistema agrícola, pecuario, de transformación y el familiar (Figura 2). En ellos, se identifican los componentes físicos, y en algunos casos se puede abstraer un sub-sistema y convertirlo, para fines explicativos, en un sistema. Por lo tanto, no es posible ni correcto plantear un sistema dentro de un sistema; en todo caso siempre se debe mantener una jerarquía.

En el caso de un sistema agropecuario, puede ser estructurado como dos subsistemas: agrícola y pecuario. Así, es más sencillo determinar los componentes de ellos en forma particular. En el caso agrícola, son el suelo y los cultivos (papa, haba, melloco, etc.). En el caso del subsistema pecuario, los componentes son el suelo, los pastos (nativos o introducidos) y los animales. Observe que el suelo es la base de ambos subsistemas.

De esta forma, en el caso del sistema agropecuario “Papa-Leche”, se identifican los componentes del suelo, la planta y el animal, representados por el suelo, el cultivo de papa, las pasturas y los animales, los cuales pueden considerarse como dos subsistemas: el cultivo de la papa y la producción de leche. Sin embargo, estos dos subsistemas están interrelacionados con el uso del suelo, lo que los hace funcionar como un sistema con los componentes descritos anteriormente; de esta manera, el todo define la función del sistema o de la finca.

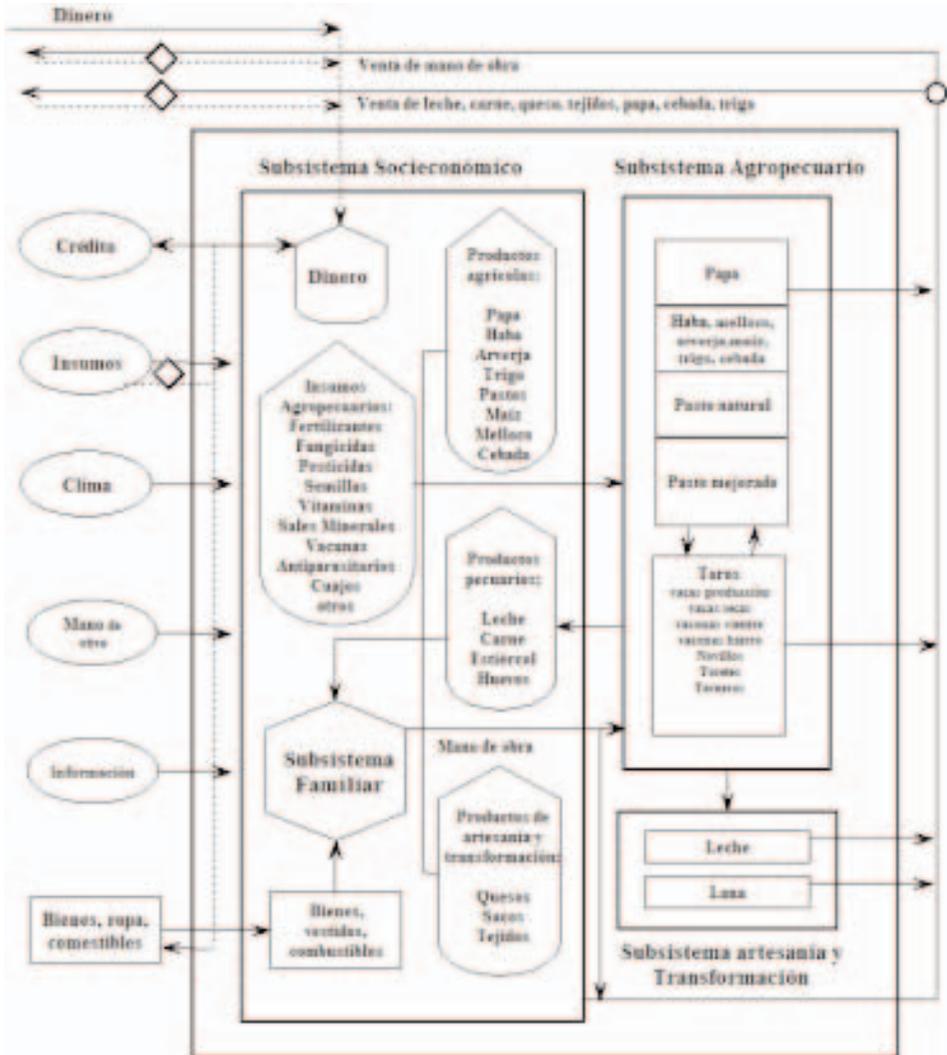
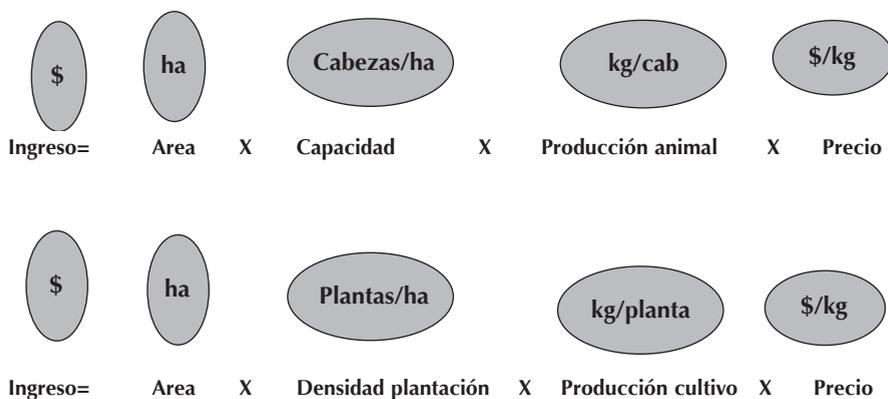


Figura 2. Diagrama de la estructura productiva de los sistemas agropecuarios en el Carchi, Ecuador.

Un aspecto importante en el análisis de sistemas es el concepto de límite del sistema o del subsistema. El límite natural o físico lo constituye la superficie del predio, el cual limita de una u otra forma la producción total posible de alcanzar. Sin embargo, existen relaciones directas e indirectas entre los diversos componentes que lo integran y entre éstos y su medio. Así, se tiene un límite físico, el cual es el límite o tamaño de la propiedad, y un límite que incluye el potencial de producción en una área específica.

Por ejemplo, si se considera un potrero con animales para producir leche, el límite del sistema estará dado por la producción de forraje capaz de sostener al mayor número de animales con una máxima producción de leche. En el momento de lograrse esto, la única posibilidad para aumentar la producción por unidad de área radicará en la selección de los mejores animales que poseen mayor capacidad para la producción de leche, lo cual lleva, a largo plazo, a los límites genéticos de capacidad productiva de los animales. En ambos casos, se deberá tener en cuenta la producción individual y la producción por unidad de superficie. En el caso de los cultivos, el límite potencial está sujeto al suelo, la fertilización, la variedad y la densidad de siembra, lo que produce una competencia entre plantas.

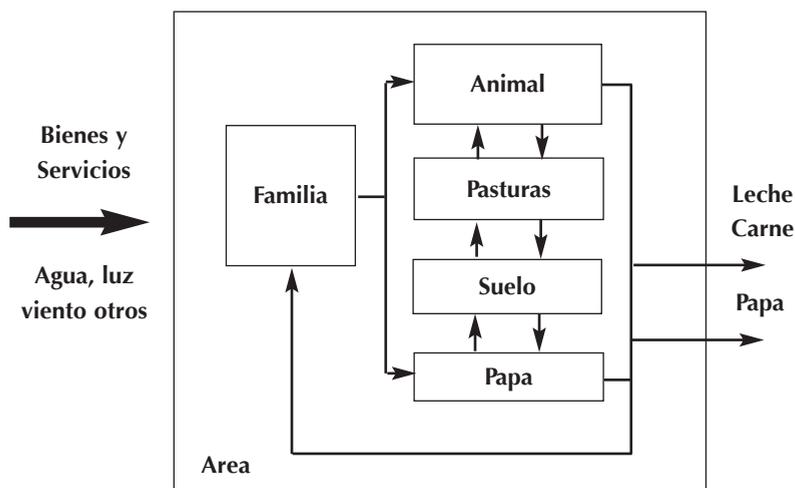
Figura 3. Esquema conceptual del límite físico y físico-biológico de un sistema agropecuario.



La Figura 3 plantea el concepto de los límites físico y potencial (físico-biológico) con relación al ingreso bruto posible de obtener en un subsistema agropecuario. La forma más fácil de aumentar el ingreso es aumentar el precio del producto. Esta forma no es la más viable; por lo tanto, la forma más adecuada es aumentar la producción por unidad de área (kg/ha).

En todo sistema de producción agropecuario “Papa-Leche”, los elementos de papa-pasto-animal constituyen los componentes fundamentales; éstos se encuentran dentro de un medio determinado que influye sobre ellos. De la influencia del medio y de las relaciones entre los componentes dependerá la eficiencia del sistema. En estas relaciones, el hombre desempeña un papel importante, ya que, en dependencia del manejo que dé a los componentes, y según la aplicación que haga de los conocimientos disponibles sobre nutrición, genética, sanidad y fertilización, entre otros, y de las combinaciones entre estos factores, podrá adecuar la función del sistema para uno u otro uso, y definir así un particular sistema agropecuario “Papa-Leche” (Figura 4).

Figura 4. Representación de las relaciones entre los componentes de familia, suelo, papa,



pasto y el animal en un sistema de producción agropecuario “Papa-Leche”.

El análisis de los componentes y sus interacciones permite determinar y cuantificar los eventos que ocurren durante el proceso de producción de la papa y/o leche; la forma cómo se integren y utilicen los conocimientos técnicos sobre la papa, el animal y el pasto, determinará el manejo del sistema agropecuario “Papa-Leche”, en el cual el

pasto usa el suelo en forma rotativa con el cultivo de la papa, y permite un descanso del suelo con un forraje apropiado compuesto de una mezcla de gramíneas y leguminosas.

Así, el sistema, en la medida que se profundiza en su conocimiento, es posible representarlo con sus componentes e interacciones particulares. Es así cómo en la Figura 4 se podría aislar el componente pasto en dos sub componentes: el primero de ellos, formado por pasto nativo, y el segundo, por el pasto introducido y/o mejorado. Uno y otro interaccionan entre sí y compiten por los nutrientes del suelo, por el agua y el sol, y tienen como función principal producir materia seca que incluya los nutrimentos necesarios para el desarrollo de los animales, en tal proporción que satisfagan sus requerimientos durante todo el año. Esto no es posible dentro de las condiciones de la Sierra ecuatoriana, en la que se presenta una marcada estacionalidad de la precipitación pluvial, por lo que se hace necesario considerar la conservación de los forrajes y/o diferentes formas estratégicas de alimentación.

EL COMPONENTE SUELO

El componente suelo representa la base de los cultivos y de las pasturas. Sus características físico-químicas determinan su uso y fertilidad. Por lo tanto, el suelo representa un recurso natural básico en el soporte de las plantas. Sin embargo, está sujeto a fuerzas climáticas y de manejo que ocasiona su pérdida. En forma general, los suelos en la Sierra ecuatoriana presentan una tasa de erosión anual de 15 t/ha año. Ésta puede ser clasificada como erosión hídrica (precipitación y riego), eólica (acción del viento) y antrópica (por acción del hombre). El efecto negativo de todas ellas, además de la degradación del suelo y la pérdida de su productividad, es la sedimentación que ocurre en las zonas bajas de los ríos, debido a que el agua que no logra infiltrarse arrasa partículas que contribuyen a aumentar los sedimentos, y ocasionan inundaciones o aniegos por obstrucciones de canales o lechos de río. De las formas de erosión mencionadas, la antrópica puede ser controlada mediante un adecuado manejo del suelo al considerar la ubicación de los cultivos. Para esto es necesario conocer las características del suelo en relación con su estructura y textura y la inclinación del terreno.

El Cuadro 1 esquematiza la forma en que se clasifican las partículas del suelo. Una forma fácil y práctica de observar la textura del suelo es colocar una muestra de suelo en un tubo de vidrio, agregar agua, agitarlo y dejarlo en reposo. Se observará la decantación de los componentes del suelo. Al fondo se depositan las partículas más pesadas, como la arena, seguida por el limo y la arcilla. La proporción en que se encuentren determina un tipo de suelo. En forma general, se espera un 20% de arcilla, 40% de limo y 40% de arena, que no debe ser muy gruesa; este suelo es denominado “suelo básico”.

Cuadro 1
Clasificación de las partículas del suelo

Partícula	Diámetro (mm)
Arcilla	Menos de 0,002
Limo	0,002 – 0,05
Arena: muy fina	0,05 – 0,10
fina	0,10 – 0,25
mediana	0,25 – 0,50
gruesa	0,50 – 1,00
muy gruesa	1,00 – 2,00

Elaborado: INIAP, 2004.

La relación entre la textura y las propiedades del suelo determina una serie de combinaciones que hacen que un suelo sea adecuado o viable con respecto a la capacidad de retener agua y nutrientes. En el Cuadro 2 se presenta algunas combinaciones.

Cuadro 2
Relación entre la textura y las propiedades del suelo

Tipo de suelo en relación con la textura del suelo	Aeración	Capacidad de retener		Infiltración de agua	Viabilidad del suelo
		Nutrientes	Agua		
Suelo básico	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
Arenoso	Buena	Escasa	Escasa	Buena	Buena
Limoso	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
Arcilloso	Escasa	Buena	Buena	Escasa	Escasa

Elaborado: INIAP, 2004.

La textura del suelo influye en la “*laborabilidad del suelo*”, que es la facilidad con que se puede arar y cultivar. Los suelos arcillosos son los más difíciles para los cultivos, con cambios en humedad que pasan de ser pegajosos a duros. Los suelos arenosos son fáciles de arar, no se vuelven lodosos ni se endurecen cuando se secan; sin embargo, su poca capacidad de retención de agua representa una limitante para la agricultura. Una textura adecuada es la limosa o la de suelo margo, debido a que ambos tipos de suelo moderan los factores limitantes. Para optimizar todas las propiedades y características se debe considerar las partes orgánicas del suelo, los detritos y organismos del suelo. Además de las características mencionadas está la fertilidad del suelo con relación a su capacidad de intercambio catiónico y a los nutrientes básicos: nitrógeno, fósforo y potasio, sin dejar de considerar los elementos menores necesarios para los cultivos, así como aquéllos que presentan toxicidad. En el caso de la Sierra ecuatoriana, los suelos son de tipo Andisoles, con predominancia de ser suelos ácidos por efecto de erupciones volcánicas, y es necesario, en algunos casos, realizar el encalamiento de los mismos. El Cuadro 3 describe en forma resumida el tipo de suelo de algunas regiones de la Sierra ecuatoriana.

Cuadro 3
Tipos de suelo en algunas regiones de la Sierra ecuatoriana

Provincia	Tipo de Suelo	Características físico químicas
Carchi	Argiudoll, Dystrandeps, Hapludolls, Duruodolls.	Suelos francos, franco-arenosos, franco-arcillosos; ligeramente ácidos pH 5-6; alto contenido de materia orgánica.
Chimborazo	Dystrandeps, Hapludolls, Durustoll y Eutrandeps.	Suelos francos, franco-arenosos, franco-arcillosos; ligeramente ácidos pH 5,5-6,0; bajo contenido de materia orgánica.
Bolívar	Cryamdepts, Dystrandeps, Hapludolls	Suelos francos, franco-arenosos, franco-limosos; ligeramente ácidos pH 5,5-6,5; mediano contenido de materia orgánica.
Cañar	Hapludolls, Dystrandeps, Pellusterts	Suelos francos, franco-arenosos, franco-arcillosos; ligeramente ácidos pH 5,5-6,2; bajo contenido de materia orgánica.

Elaborado: INIAP, 2004.

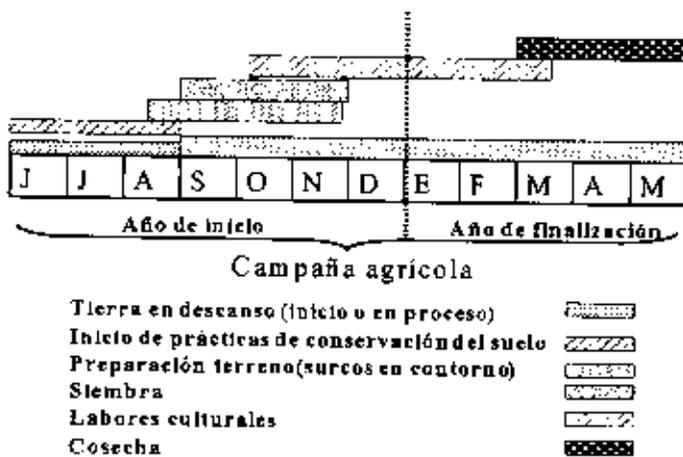
Así mismo, se debe considerar la inclinación del terreno para hacer los adecuados surcos que minimicen la erosión antrópica originada cuando se prepara los surcos en forma perpendicular a la pendiente.

Entre las principales formas de conservación del suelo están los surcos en contornos, los cuales pueden combinarse con el cultivo en franjas. Estas prácticas se pueden realizar al considerar el espacio entre las diferentes actividades que se presentan en una campaña agrícola. Ésta es determinada por la influencia del clima en el cual la presencia de precipitación y temperaturas altas son favorables para los cultivos. Así, la campaña agrícola se inicia en el mes de junio y finaliza en el subsiguiente año, a finales de mayo. Sin embargo, en algunos casos se considera desde agosto hasta julio del año siguiente. Los meses de junio y julio presentan bajas temperaturas y son utilizados para iniciar actividades de prácticas de conservación de suelos. La Figura 5 esquematiza la campaña agrícola en forma general, en relación con las labores agrícolas y las prácticas de manejo y conservación de suelos.

Es de considerar que la campaña agrícola varía en cada zona; así, en la zona del Carchi es continua; sin embargo, en las zonas de Chimborazo y Bolívar es estacional. Por lo tanto, las innovaciones tecnológicas que se requieran plantear, en especial las que demanden uso de mano de obra, deben considerar las fases de la campaña agrícola, a fin de poder integrarlas como parte de las prácticas cotidianas que se utilizan en la Sie-

rra ecuatoriana.

Figura 5. Esquema de la campaña agrícola típica en relación con las labores agrícolas por realizar en la Sierra ecuatoriana y las prácticas de conservación de suelos.



EL COMPONENTE PAPA

Zonas productoras

En la Sierra ecuatoriana se identifican tres zonas productoras de papa: Norte, Centro y Sur. A continuación se describen cada una de ellas, con el propósito de observar las diferencias más importantes en términos de alternativas de manejo, superficie sembrada y rendimiento.

Zona Norte

Comprende las provincias del Carchi, Imbabura y Pichincha, las cuales disponen de una variabilidad de climas que les permite cultivar diversos cultivos, en los que está incluido la papa, con una superficie promedio de siembra de 19.000 hectáreas y un rendimiento de 9,11 t/ha. Esta zona posee las mejores condiciones ecológicas para el cultivo de papa. El área papera se encuentra en altitudes que varían desde los 2.800 a 3.200 m.; los suelos donde se cultiva papa son, en su mayoría, del tipo negros profundos (*Dystrandept*, *Hapludolls*, *Duriudolls* y *Arguidolls*), de origen volcánico, denominados negros andinos por su elevado contenido de materia orgánica y capa arable profunda. Los suelos presentan una buena capacidad de retención de agua, con un pH que varía de ligeramente ácido a neutro; el contenido de nitrógeno es medio; el de fósforo, bajo, y el de potasio va de medio a alto.

En esta zona se destaca la provincia del Carchi, con 13.190 ha y una producción promedio de 12,58 t/ha. En ella, la principal rotación secuencial de cultivo es la de papa-pastos-papa, y constituye la que genera la mayor fuente de ingresos para los productores. (Cuadro 4).

Cuadro 4
Promedio de superficie, producción y rendimiento de papa de la Zona Norte

Provincia	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Carchi	13 190	165 934	12,58
Imbabura	2 190	7 029	3,21
Pichincha	3 620	42 009	11,60
Total	19 000	214 972	9,11

Elaborado: INIAP, 2004.

En el Carchi, la temperatura promedio va de 11,8 a 12,1 °C, muy similar entre los cantones de Tulcán, Huaca, Montúfar y Espejo; sin embargo, se observa una ligera disminución de la temperatura en los meses de junio, julio y agosto, que son denominados meses de verano. Las posibilidades de heladas son bajas, pero pueden presentarse en los meses de agosto y enero, lo cual afecta a los cultivos sembrados. Para estos meses, por lo general, los agricultores tienen sembrados pastos. Las precipitaciones se presentan durante todo el año, con épocas de mayor precipitación entre octubre y diciembre o de enero a mayo, y menor precipitación de junio a agosto; esto ha motivado a los agricultores a sembrar la papa durante todo el año, con el riesgo de que, en las épocas secas, exista una disminución del rendimiento, pero se proyectan a alcanzar los mejores precios de la papa en el mercado.

Zona Centro

Comprende las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Tungurahua y Bolívar, con una superficie promedio sembrada con papa de 40.000 hectáreas y un rendimiento de 8,11 t/ha para la zona. El área papera de esta zona se encuentra en altitudes que varían desde los 2.200 m. a los 3.600 m. En esta zona, existe una diversidad de suelos en los que se cultiva papa; así, en Chimborazo se presentan suelos del tipo *Dystrandepts*, *Hapludolls*, *Durustoll* y *Eutrandepts*. El pH varía de ligeramente ácido a neutro; el contenido de nitrógeno es medio, el de fósforo es bajo y el de potasio va de medio a alto.

En esta zona, destaca la superficie sembrada en la provincia del Chimborazo, con 16.230 ha, y el mayor rendimiento de la provincia de Tungurahua es de 10,85 t/ha (Cuadro 5).

Cuadro 5
Promedio de superficie, producción y rendimiento de papa de la Zona Centro

Provincia	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Chimborazo	16 230	150 293	9,26
Cotopaxi	10 340	75 119	7,26
Tungurahua	8 760	95 076	10,85
Bolívar	5 270	26 704	5,07
Total	40 000	347 192	8,11

Elaborado: INIAP, 2004.

La zona Centro, al igual que la zona Norte, dispone de una variabilidad de climas que permite cultivar varios cultivos, en donde se prioriza papa. En la provincia del Chimborazo, por ejemplo, la temperatura varía desde 6 a 15 °C, y las lluvias son irregulares, al variar desde 250 mm. a 2.000 mm. de precipitación al año, y se diferencian dos estaciones: una lluviosa, de octubre a mayo, y el verano, de junio a septiembre. El riesgo de granizadas es mayor en febrero, marzo, mayo, octubre, noviembre y diciembre; las probabilidades de heladas se reportan en enero, marzo, julio, agosto y diciembre.

Zona Sur

Comprende las provincias de Cañar, Azuay y Loja, con una superficie promedio sembrada con papa de 6.030 hectáreas y un rendimiento de 4,53 t/ha. En esta zona se diferencian tres áreas: en la parte baja, la altitud varía desde los 2.000 m hasta los 2.600 m., con una precipitación de 750 mm. a 1.100 mm., y con temperaturas de 13 a 15 °C. En la parte intermedia la altitud va desde los 2.600 m. a los 3.200 m., con heladas frecuentes y temperaturas promedio de 10 a 13 °C. En la parte alta, con una altitud por encima de los 3.200 m., se reportan precipitaciones bajas de 480 mm. a 750 mm. al año y temperaturas promedio de 9 a 12 °C. En las diferentes áreas existe una variabilidad de climas que diferencian una estación seca y ventosa, que se presenta entre junio y octubre, y que permite la siembra de diferentes cultivos.

En la zona se destaca, con la mayor área sembrada, a la provincia del Cañar, y como la de mayor producción, a la provincia del Azuay (Cuadro 6).

Cuadro 6
Promedio de superficie, producción y rendimiento de papa de la Zona Sur

Provincia	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Cañar	3 380	10 033	2,97
Azuay	1 970	14 571	7,40
Loja	680	2 187	3,22
Total	6 030	26 791	4,53

Elaborado: INIAP, 2004.

Tec no lo g a de pro duc ci n del com po nen te de pa pa

Preparación de suelo

La preparación del suelo depende del tipo de suelo, la humedad y las condiciones climáticas. Por lo general, de acuerdo al manejo que se use, el cultivo de papa conlleva un alto riesgo de erosión del suelo. El movimiento del suelo causa cambios en sus condiciones de estructura y textura que pueden afectar la capacidad de retención de agua y la producción.

Para una buena preparación del suelo, se recomienda realizar una arada y una rastreada hasta que el suelo quede razonablemente suelto, mullido y sin chambas. En dependencia de la zona, esta práctica se puede realizar con tractor o con yunta. Donde sea posible hacerlo, se debe implementar el sistema de “*Huacho Rozado*”, el cual permite disminuir los riesgos de la erosión del suelo, bajar costos, incrementar la producción y mejorar el control de plagas y enfermedades. La preparación del suelo, para lograr una adecuada descomposición de los residuos, se debe hacer con un mes de anticipación a la siembra.

Sin duda, la preparación del suelo con arado y rastra de discos en suelos de ladera es uno de los principales factores que producen erosión; así, decenas de toneladas son removidas en cada preparación de suelo o en cada ciclo agrícola de la papa, por lo que se recomienda realizar las labores con bueyes (Fotografía 1).

Surcada



Fotografía 1. Preparación del suelo con yunta de bueyes.

En algunos casos, al utilizar maquinaria, el suelo queda mal preparado y las chambas no han logrado descomponerse; entonces se recomienda surcar a mano y utilizar un azadón. Si el suelo está bien preparado, se puede surcar con la yunta de bueyes y arado de palo, que, por lo general, se hace en la segunda siembra de papa. Cuando se hace “*Huacho Rozado*” no se requiere surcar, ya que quedan los surcos trazados automáticamente; pero hace falta picar la calle para levantar la tierra y tapar la semilla. Esta labor se realiza manualmente con azadón (Fotografía 2).

Semilla

Después de varios ciclos de uso, la semilla pierde su capacidad productiva debi-



Fotografía 2. Surcada a mano con azadón para la siembra de papa.

do a una degeneración causada por diversas enfermedades fungosas, bacterianas o víricas. Por eso, es importante renovar periódicamente la semilla, y adquirir semilla certificada o de calidad garantizada. Por lo tanto, esta labor tiene que ser innovadora y se recomienda sembrar semilla certificada o registrada (Fotografía 3) de 60 g a 80 g de tamaño; con ello se asegura la sanidad y la pureza del cultivo, lo que redonda en una buena producción.



Fotografía 3. Selección de semilla de papa a nivel de sistema de producción.

La cantidad de semilla por hectárea por sembrar depende de la variedad, las distancias de siembra y del tamaño de semilla utilizada. Por lo general, para semilla certificada se recomienda sembrarla de una por golpe a distancias de 1,10 m. entre surcos por 0,30 m. entre plantas, lo cual presenta densidades de siembra de 30.000 plantas/ha. Por lo tanto, se requieren 1.800 kg/ha de semilla de 60 g.

Si se guarda semilla de un ciclo para otro, ésta deberá ser almacenada en el silo verdeador o en cuartos ventilados, pero siempre con luz difusa, para obtener brotes cortos y vigorosos, con los cuales se puede alcanzar una germinación rápida y uniforme en el campo.

En el Cuadro 7 se muestra un conjunto de variedades de papa que se pueden sembrar en las diferentes zonas en estudio.

Cuadro 7
Varietades, altitud, zonas de producción y rendimiento experimental de papa

Variedad	Altitud m.	Zona de producción	Rendimiento experimental t/ha
INIAP-Cecilia	2 600 a 3 200	Centro	30
INIAP-María	2 600 a 3 000	Norte, Centro y Sur	35
Bolona	2 800 a 3 200	Sur	30
Uvilla	2 800 a 3 200	Centro	30
INIAP-Gabriela	2 900 a 3 200	Norte, Centro y Sur	40
INIAP-Rosita	2 800 a 3 500	Centro	50
INIAP-Fripapa99	2 800 a 3 500	Norte y Centro	47
INIAP-Margarita	2 800 a 3 500	Norte y Centro	47
Superchola	2 800 a 3 600	Norte	30
INIAP-Santa Catalina	2 800 a 3 600	Centro	28
Chola	2 800 a 3 600	Norte y Centro	25
INIAP-Esperanza	2 800 a 3 600	Norte, Centro y Sur	50
INIAP-Santa Isabel	2 800 a 3 800	Norte y Centro	40
INIAP-Soledad Cañari	2 800 a 3 800	Sur	25
INIAP-Raymipapa	2 800 a 3 800	Norte y Centro	45
INIAP-Suprema	2 800 a 3 800	Norte y Centro	38
INIAP-Papapan	2 800 a 3 800	Centro	40

Elaborado: INIAP, 2004.

Los rendimientos experimentales alcanzados corresponden al lanzamiento de cada variedad bajo condiciones controladas. Estos rendimientos en campo de agricultores se pueden ver afectados por condiciones climáticas, tipos de suelo, manejo agronómico del cultivo, fertilidad y controles fitosanitarios de cada zona, lo cual puede hacer reducir el rendimiento potencial, de manera diferente.

Fertilización

La cantidad por utilizar en cada zona depende de los objetivos de la siembra: autoconsumo, mercado, procesamiento o semilla, en los cuales influyen las condiciones climáticas, el tipo de suelo, la variedad y el tipo de agricultor (pequeño, mediano o grande). Así, por ejemplo, en la zona Norte (Carchi), se aplican altas dosis de fertilizante en forma fraccionada, y por lo general utilizan mezclas, mientras que en las zonas Central y Sur se aplican menos fertilizantes. Sin embargo, no se debe olvidar que la producción del cultivo tiene una relación directa con la fertilización.

El Departamento de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP indica que, antes de la siembra, se debe hacer el análisis de suelo para conocer la fertilidad del suelo y aplicar el fertilizante indispensable para el cultivo; esto permite las siguientes ventajas:

- Completar los nutrientes del suelo que están deficientes para las plantas.
- Mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Incrementar los rendimientos.
- Reponer los nutrientes que fueron removidos por los cultivos anteriores.

La interpretación del análisis químico del suelo y las recomendaciones de fertilización se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8
Interpretación del análisis químico del suelo y recomendaciones de fertilización

Una recomendación general para el cultivo de papa estaría enmarcada dentro de

Interpretación del análisis de suelo	Fracción disponible en el suelo				Recomendación de fertilización			
	N	P	S	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
	ppm			Meq/100 ml	kg/ha			
Bajo	<30	<10	<12	<0,19	150-200	300-400	100-150	40-60
Medio	31-60	11-20	13-23	0,2-0,38	100-150	200-300	60-100	20-40
Alto	>61	>21	>24	>0,39	60-100	100-200	40-60	0-20

Elaborado: INIAP, 2004.

los rangos de 130 a 160 kg/ha de N, 240 a 325 kg/ha de P₂O₅, 67 a 100 kg/ha de K₂O y 30 kg/ha de S.

La Unidad de Validación y Transferencia de Tecnología del INIAP afincada en el Carchi, recomienda también dentro del nivel 100-300-50 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O, para el pequeño productor; en cambio, para el mediano y grande productor, el nivel de 200-300-100-30 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O y S. El fertilizante se debe aplicar en forma fraccionada: la mitad a la siembra y la mitad al retape, el cual se realiza a los 21 días. A la siembra, se debe aplicar el fertilizante a chorro continuo al fondo del surco; luego se debe tapar el fertilizante con una ligera capa de tierra y proceder a colocar la semilla. Al retape, se debe aplicar el fertilizante a chorro continuo a lo largo del surco.

A continuación se presenta el Cuadro 9, donde se muestra un promedio de uso de fertilizantes y el rendimiento alcanzado, producto de 20 años de investigación en campo de productores.

Cuadro 9
Promedio del rendimiento de papa en t/ha de tres sistemas de fertilización
Provincia del Carchi, 1981-2001

Siembra

Fertilización	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	Rendimiento t/ha
Análisis de Suelo	87	180	56	23
UVTT-Carchi	133	317	82	27
Agricultor	196	488	123	27

Elaborado: INIAP, 2004.

Se recomienda el uso de semilla registrada o certificada del tamaño de 60 gramos a 80 gramos y sembrar una por golpe, a una distancia de 1,10 m. o 1,20 m. entre surcos, y a 0,30 m. o 0,35 m., entre plantas, en dependencia de la variedad y de la pendiente.

La siembra se realiza en forma manual y se recomienda poner primero el fertilizante al fondo del surco; luego se debe tapar el fertilizante con una ligera capa de tierra para que no entre en contacto con la semilla, porque puede quemar los brotes. Luego de depositar la semilla, se debe taparla con una ligera capa de tierra, según sean las condiciones climáticas. En época seca, se debe poner una capa gruesa, y en época lluviosa, una capa más delgada de tierra.

Retape

Esta labor se ejecuta únicamente en la provincia del Carchi y al Sur de Colombia, por lo que se recomienda probar esta práctica en las áreas del Centro y Sur para determinar su efectividad y compararla con el rascadillo que hacen en estas zonas.

En Carchi esta labor es indispensable, forma parte de las prácticas de producción del cultivo de papa y se la utiliza principalmente para hacer la segunda aplicación del fertilizante y para realizar el primer control mecánico de malezas. Posiblemente esta actividad sea el factor determinante para alcanzar los mayores rendimientos de papa en Carchi.

Rascadillo

Ésta es una práctica que se ejecuta en la mayoría de las zonas paperas, con excepción del Carchi. Se realiza entre los 30 días y los 35 días después de la siembra y permite hacer un control mecánico de malezas y facilita la aireación del suelo.

Deshierba

En dependencia de las zonas, esta labor se conoce como deshierba, reabone o medio aporque (Fotografía 4); ésta se hace a los 45 días o 60 días y sirve para darle sostén a la planta y hacer el segundo control mecánico de malezas. Además, permite aplicar el fertilizante complementario basado en nitrógeno y en algunos casos la tercera fertilización o reabone, que, por lo general, se hace en corona alrededor de la mata de papa, cuando es plano, y en la parte superior cuando es ladera. Casi siempre esta práctica es para las variedades de ciclo largo.

Aporque



Fotografía 4. Deshierba efectuada por agricultores en la provincia del Carchi.

El aporque es conocido también como alzada de tierra o colmada y se recomienda realizarlo a los 80 días o 90 días después de la siembra, para darle el sostén definitivo a la planta y permitirle la tuberización. Esta labor (Fotografía 5), bien hecha (aporque alto), permite prevenir el daño de plagas y enfermedades al tubérculo y sirve como último control mecánico de malezas.

Dentro del manejo agronómico, el aporque está considerado una práctica para



Fotografía 5. Aporque alto para el control de plagas y enfermedades al tubérculo.

prevenir el ataque de plagas al cultivo de papa, tales como la polilla y el gusano blanco; el aporque alto se convierte en una barrera entre las plagas y los tubérculos, por lo que se recomienda hacerlo cruzando la tierra para que no queden huecos entre los tallos.

Controles fitosanitarios

El INIAP, con el apoyo de varias instituciones nacionales e internacionales, durante varios años de investigación ha desarrollado prácticas de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIP), basadas en el mejor manejo del agroecosistema a favor del agricultor. El MIP, bajo la concepción del INIAP, propone una estrategia de mane-

jo que, al tomar en cuenta la socioeconomía y la ecología de la finca, utiliza todos los métodos y técnicas apropiadas y disponibles para mejorar la productividad del cultivo de papa y preservar la salud del hombre y del ambiente.

Existen muchas definiciones del MIP, pero la más relevante es la expuesta por la FAO: “*El MIP es una metodología que emplea todos los procedimientos aceptables desde el punto de vista económico, ecológico y toxicológico para mantener las poblaciones de organismos nocivos por debajo del umbral económico, aprovechando, en la mayor medida posible, los efectos naturales que limitan la propagación de dichos organismos*”. Tiene como objetivo incrementar al máximo los beneficios de los agricultores, al mantener los costos al nivel más bajo posible y al tomar en cuenta los límites ecológicos de todo ecosistema. El umbral de daño se refiere al límite a partir del cual la plaga o enfermedad empieza a afectar negativamente los rendimientos, y provoca un daño que justifica tomar medidas de control.

Las prácticas de MIP que se recomiendan implementar, de manera general, son: uso de variedades resistentes, semilla sana, rotación de cultivos, buena nutrición de las plantas, manejo adecuado de los suelos y varias prácticas culturales, como trampas de cartón, plantas cebo, trampas con feromona, trampas amarillas fijas y móviles, control en bordes, control dentro del cultivo, aporques altos, riegos por aspersión, corte de follaje, adelantar la cosecha, cosecha en días secos, selección rigurosa para comercialización y destrucción de material infestado.

Con el uso de estas prácticas, validadas por el INIAP, más el conocimiento de los agricultores y la tecnología existente, se puede armar una estrategia de MIP para las principales plagas del cultivo, tales como gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), polilla (*Tecia solanivora*), mosca minadora (*Liriomyza sp.*) y lancha (*Phytophthora infestans* Mont Bray), que con su grado de infestación reducen la calidad, el precio y la producción del cultivo de papa.

Manejo Integrado del gusano blanco (Premnotrypes vorax)

El gusano blanco de la papa (Fotografía 6), conocido también como gorgojo de los Andes, es la principal plaga que ataca en estado de larva al tubérculo. Produce galerías en él mientras se alimenta y, como consecuencia del daño, afecta la calidad del tubérculo y el precio de la papa en el mercado.

Los adultos del gusano blanco viven hasta 260 días y se alimentan de las hojas bajas de la planta de papa, malezas y raicillas; durante el día, permanecen escondidos en los lugares oscuros, húmedos y frescos; en cambio, durante la noche, caminan en busca de alimento. La hembra pone los huevecillos en los tallos de los rastrojos de pa-

pa, trigo, cebada o pastos, y deposita de 3 huevos a 21 huevos cada 3 días o 5 días. El tiempo de vida del huevo es alrededor de 35 días. La larva vive 38 días y se alimenta de raicillas y, especialmente, de tubérculos de papa, en los cuales se introduce y forma galerías irregulares y produce daño irreversible al tubérculo, lo afecta en la calidad y el precio. La larva, antes de empupar, sale del tubérculo para formar un capullo (cocón) y proteger a la pupa, el cual es un estado de reposo que dura alrededor de 44 días. En esta etapa, la pupa no requiere de alimento, y pasa por un período de melanización que dura 17 días, cuando se produce el endurecimiento de su cuerpo para transformarse en adulto. Así, se da inicio a un nuevo ciclo de vida de la plaga.

La población más elevada de adultos empieza a los 30 días antes de la siembra, es decir, con la primera preparación del suelo, y termina 40 días después de la siembra, en la época de deshierba. Un segundo período de alta población de adultos se presenta después de la cosecha, hasta 90 días después, lo que constituye los momentos más oportunos para la eliminación de adultos en el campo, mediante las trampas y el control químico.

Las principales fuentes de infestación de gusano blanco son las siguientes:



Fotografía 6. El adulto del gusano blanco al consumir una hoja de papa.

Campo. Pueden existir poblaciones de gusano blanco dentro de la misma sembrera de papa, debido a que tiene una reproducción continua con o sin la presencia del cultivo de papa.

Hospederos. Las malezas hospederas permiten el desarrollo de la plaga, entre las cuales sobresalen el llantén negro, gula, coloradilla (pactilla), lengua de vaca (barra-bás o pacta), nabo y rábano.

Cultivos anteriores. El insecto sobrevive después de un cultivo de papa, aunque se haga una rotación intensa, ya que tiende a localizarse en las plantas renacidas, huachas, hurmas o gualas.

Bordes del lote. Cuando termina el cultivo de papa, el adulto camina hasta los bordes del terreno y se refugia en las cercas para alimentarse de raicillas de las malezas, hasta que se instale un nuevo cultivo de papa.

Campos vecinos. La plaga puede venir a infestar el nuevo cultivo de papa desde los campos vecinos que estén recién cosechados.

Sitios de selección y almacenamiento. Las larvas y los adultos que vienen desde el campo, en la tierra o en los tubérculos, se refugian en las papas, las ramas y los terrones que quedan en el área de selección y terminan su ciclo en el lugar de almacenamiento, ya sea en la bodega o en el silo verdeador, y se convierten en nuevas fuentes de infestación.

Como se puede observar, existen muchas probabilidades de tener la población de adultos en el campo de papa. Para controlarla y eliminarla, se recomienda aplicar las siguientes prácticas de manejo, probadas en campos de agricultores en el ámbito de la Sierra ecuatoriana:

Uso de trampas de cartón: Las trampas de cartón (Fotografía 7) o de otro material que se disponga en el campo (costales, paja, etc.) se deben instalar en el lote inmediatamente después de la preparación del suelo, ya que la remoción facilita que los adultos salgan a la superficie. Las ramas de papa frescas que están en la trampa atraen a la población de adultos y facilita la recolección y eliminación en las trampas. Es necesario revisar las trampas y cambiar las ramas cada 8 días. Después de la siembra se debe instalar nuevamente las trampas de cartón y mantenerlas hasta durante 40 días, para promover la captura de los adultos del gusano blanco.

Se recomienda instalar 100 trampas por hectárea, cada una de las cuales está conformada por una cubierta de cartón de 30 cm. x 40 cm., la cual debe contener por debajo ramas frescas de papa, a las cuales se les aplica pequeñas dosis de insecticidas, como, por ejemplo, Profenofos 2,5 cc/l y/o Acefato 2 g/l. Los adultos estarán atraídos por el olor que producen las ramas de papa y éstos se eliminan al alimentarse de las hojas de papa tratadas.



Fotografía 7. Trampas de cartón para recolectar y eliminar adultos de gusano blanco de la papa.

Uso de plantas cebo. Pocos días después de la siembra del cultivo de papa, se debe transplantar las plantas cebo en el lote de papa, las que, con anterioridad, fueron sembradas o recogidas de las plantas renacidas. Se deben colocar 100 plantas cebo por hectárea, a distancias de 10 m. x 10 m., a las cuales se les debe aplicar insecticidas cada 8 días. Se recomienda el uso de Acefato en una dosis de 2 g/litro de agua. La planta cebo atrae mayor cantidad de adultos con relación a la trampa de cartón, porque ésta está siempre fresca, y emite un olor que atrae a los adultos.

Evaluación de adultos. Se debe evaluar las poblaciones de adultos de gusano blanco, en las hojas bajas del cultivo de papa, al observar si tienen comidos los bordes de las hojas. De acuerdo a la intensidad del daño, se definirá cuándo hacer la aplicación de insecticida.

Control químico. Si persiste la presencia de la plaga, se debe realizar dos o tres controles químicos, al aplicar con bomba de mochila a los 40 días, 60 días y 80 días de la siembra, dirigido el producto a la parte baja de la planta con los insecticidas Profenofos o Acefato en la dosis de 2 g/litro de agua. Otra alternativa de control para gusano blanco es mediante la aplicación del insecticida Triflumuron, con tres aplicaciones foliares a los 40 días, 60 días y 80 días después de la siembra, en la parte media baja de la planta en surco alterno (un surco sí y un surco no), en la dosis de 605 g/ha de ingrediente activo. No se recomienda el uso de Furadán 4F por su alta toxicidad y efectos en la salud humana.

Las siguientes prácticas, sumadas a las mencionadas anteriormente, ayudan a disminuir el ataque del gusano blanco al cultivo de papa:

- Una buena preparación de suelo ayuda a destruir pupas, huevos y larvas porque las deja al alcance de los enemigos naturales y el ambiente.
- El uso de semilla de calidad garantiza una emergencia uniforme del cultivo.
- Tapar bien la semilla durante la siembra, y formar así una barrera entre las plagas y la semilla.
- Las rotaciones de cultivos ayuda a interrumpir el ciclo biológico de la plaga.
- El riego humedece el suelo y dificulta el ingreso de las larvas en el interior de la mata de papa, lo cual evita que las larvas afecten a los tubérculos.

- El aporque alto se convierte en una barrera entre la plaga y los tubérculos.
- El corte del follaje a la madurez comercial evita la reproducción de la plaga y que ésta se esconda en las ramas.
- La cosecha oportuna se refiere a no dejar el cultivo sin cosechar por mucho tiempo, porque puede infestarse de la plaga.
- La cosecha completa se refiere a no dejar tubérculos sanos, enfermos ni picados en el campo, porque sirven de alimento a las larvas o adultos que quedan en el campo.
- El campo limpio se refiere a no dejar posibilidades de supervivencia de la plaga dentro del lote.

Al aplicar las prácticas agrícolas sugeridas, se bajará la población de adultos de gusano blanco, y se reducirá el daño de esta plaga y los costos de producción del cultivo. Lo ideal es que todos los productores realicen estas prácticas, ya que sólo así se eliminaría la población de adultos de esta especie.

Manejo Integrado de mosca minadora (Liriomyza sp.)

La mosca minadora está registrada como una plaga secundaria desde hace varios años y no ha requerido de mayores controles fitosanitarios. Sin embargo, desde 1997, en la provincia del Carchi, causa daños importantes al cultivo de papa. Algunos agricultores estiman pérdidas del 40% en rendimiento y un incremento en el uso de pesticidas. Esta plaga daña exclusivamente el follaje; la hembra perfora la hoja con el ovipositor para alimentarse o para depositar los huevos; las larvas hacen túneles o galerías en las hojas, y producen las características de minas serpenteantes (Fotografía 8).

El adulto de la mosca minadora permanece entre las plantas de papa y la hembra en las hojas inferiores de la planta, para alimentarse y poner los huevos. El 60% de los huevos los coloca en la parte baja de la planta, un 30% en la parte media y sólo el 10% los coloca en la parte superior. La hembra deposita sus huevos en el interior de la hoja; de ahí salen las larvas que se alimentan del parénquima de la hoja y avanza formando minas serpenteantes a lo largo de la hoja. Cuando cumple su ciclo, la larva abandona la hoja y se dirige al suelo para empupar, de donde emerge una mosca y da origen a un nuevo ciclo. La mayor población de la mosca minadora se observa en la época de floración, por lo que el monitoreo y el control deben realizarse mucho antes. Esto permitirá mantener las poblaciones en niveles bajos, a fin de que no produzcan daños económicos ni afecten a la producción.

Las principales fuentes de infestación de la mosca minadora son las siguientes:

Sementera. Los adultos que se encuentran en el mismo cultivo de papa se re-



Fotografía 8. Hojas de papa afectadas por la mosca minadora.

producen en forma continua, ya que su ciclo de vida es muy corto.

Campos vecinos. La plaga puede venir desde otros cultivos de papa que estén próximos o se hayan cosechado, debido a que el adulto puede volar y esto le facilita trasladarse de un sitio a otro.

Otros cultivos. Esta plaga ataca al cultivo de haba, luego de lo cual puede pasar al cultivo de papa y producir daño.

Investigaciones realizadas por el INIAP demuestran que es factible el control de la plaga mediante la captura y la eliminación de los adultos por medio del uso de trampas amarillas fijas, trampas amarillas móviles y el uso de insecticidas específicos y de baja toxicidad. Para ello, se recomienda aplicar las siguientes prácticas de manejo:

Trampas amarillas fijas. Éstas se elaboran con plástico amarillo y dos palos de madera, uno a cada lado, que le permiten clavarse en el suelo y templar el plástico. Las dimensiones son 30 cm. de ancho por 40 cm. de largo. Las trampas se colocan en el lote de papa en forma de zig zag o al azar y se ubican a favor de la dirección del viento.

Se recomienda poner hasta 45 trampas por hectárea. A la trampa fija amarilla (Fotografía 9) se le aplica un adherente, que puede ser aceite de carro o aceite de cocina, nuevos, que sirven para atrapar a los adultos que llegan a la trampa; la vida útil del aceite en el campo es de 8 días, tiempo durante el cual se debe limpiar la trampa y renovar el aceite. Cuando la trampa tiene demasiados adultos de mosca minadora se recomienda cambiar la trampa. Se debe continuar con el mantenimiento de las trampas fijas cada 8 días y evaluar la población de adultos para determinar si amerita pasar la trampa móvil.

Trampas amarillas móviles. Éstas se elaboran con plástico amarillo y dos palos de madera, uno a cada lado, que permiten que operen dos personas en el campo, y pasarla surco por surco en el lote de papa. La dimensión de la trampa móvil puede ser de diferente tamaño pero, se sugiere, de 2 m. de largo x 0,75 m. de ancho (Fotografía 10).



Fotografía 9. Trampa fija para capturar y eliminar adultos de la mosca minadora.

Al igual que en la trampa fija, en la trampa móvil se debe aplicar un adherente cada vez que se va a pasar la trampa en el campo, para eliminar a los adultos. La trampa se debe limpiar cada vez que se termine el trabajo y colocar el adherente para una

nueva operación. Se debe continuar con el mantenimiento de las trampas fijas si aún están instaladas y evaluar la población en la trampa móvil, para determinar si amerita pa-



Fotografía 10. Trampa móvil para capturar y eliminar adultos de la mosca minadora.

sar la trampa móvil en forma más seguida. Si la población es alta, es necesario hacer un control químico.

Control químico.- Si persiste la alta población de adultos de mosca minadora en el campo, se debe realizar un control químico al follaje, dirigido a la parte baja de la planta, y utilizar productos específicos. Para eliminar a los adultos, se puede aplicar Tiocyclan, en una dosis de 1,25 g/litro de agua, o Cartap, en una dosis de 2,5 g/litro de agua. Para eliminar las larvas de la mosca minadora, se puede aplicar Abemectina, en dosis de 0,5 cc/litro de agua, o Ciromazina, en dosis de 0,25 g/litro de agua. Aplicar con bomba de mochila al follaje, preferentemente a la parte baja de la planta.

Las siguientes prácticas disminuyen el ataque de la mosca minadora al cultivo de papa:

- Una buena preparación del suelo.
- Uso de semilla de calidad garantizada.
- Rotaciones de cultivos.
- Riego por aspersión.
- Eliminación del follaje.

Si se realizan las prácticas recomendadas, se reducirá la población de adultos de la mosca minadora, y se disminuirá el daño en las hojas y los costos de producción. Lo ideal para mantener poblaciones bajas o eliminar al minador es que todos los productores de papa de una zona determinada realicen las prácticas de control descritas.

Manejo integrado de la polilla (Tecia solanivora Povolny)

La polilla de la papa es considerada como una de las plagas más dañinas para este tipo de cultivo. Esta nueva plaga está en el país desde 1996, procedente de Colombia, e inició su ataque en la provincia del Carchi, y debido a los procesos de comercialización de papa, tanto comercial como de semilla, la plaga se ha ido diseminando en el resto de las zonas paperas, favorecida por el clima seco de los últimos años.

La mayor población de adultos de polilla en el campo se observa desde el inicio de la floración hasta la cosecha; en bodega, la mayor población se tiene al final del período de almacenamiento de la semilla. Por lo tanto, el monitoreo del cultivo y de la bodega se debe hacer con anterioridad, para tomar las medidas preventivas y de control si es necesario, para que no afecte la producción o la calidad de la semilla (Fotografía 11).

Las principales fuentes de infestación de polilla son las siguientes:

Sementera. Los adultos se reproducen en forma continua en el campo o en la bodega, y alcanzan varias generaciones al año.

Lotes contiguos. Los adultos pueden pasar de un lote a otro por su capacidad de volar.

Bordes. Existe mayor incidencia de la plaga en los bordes del cultivo de papa debido a que ésta se refugia en las cercas y malezas, o puede venir de otros cultivos y empezar su ataque por los bordes.

La semilla. Una de las fuentes de contaminación de la plaga es mediante el uso de la semilla infestada, así como la comercialización de papa con polilla.

Investigaciones realizadas por el INIAP determinan que, para prevenir el ataque

de ésta plaga, se debe combinar las medidas preventivas con las medidas de control. Para ello, se recomienda aplicar las siguientes prácticas de manejo:

Medidas de prevención en el campo. Se debe tener en cuenta que esta plaga es muy peligrosa y su avance es silencioso, por lo que se requiere poner en práctica varias medidas preventivas para disminuir los riesgos del ataque. Así, se debe realizar una buena preparación del suelo, hacer la siembra en época oportuna, sobre todo al inicio



Fotografía 11. Tubérculo de papa afectado por el ataque de la polilla.

del período de lluvias, y tapar bien la semilla en el momento de la siembra. Así mismo, durante el cultivo se debe instalar las trampas para monitoreo de la población; si la época es muy seca, se debe dar un riego para mejorar las condiciones del cultivo y bajar la población de adultos en el campo. También, se debe realizar, como medida de prevención, un aporque alto y tener un calendario de rotación de cultivos (papa-pastos-papa). Durante la cosecha se debe realizar una adecuada y rigurosa selección de la papa para el mercado y para semilla; y se debe cubrir los tubérculos que quedan en el campo durante la noche, para evitar que los adultos pongan huevos y vayan a la bodega. Finalmente, se debe eliminar todos los residuos de cosecha que se encuentre en el campo.

Para el monitoreo y el control en el campo se recomienda la utilización de cuatro trampas/ha. La trampa puede ser confeccionada con un recipiente de plástico, al que se le realiza aberturas a los costados; dentro del recipiente va localizada una feromona sexual, así como también agua con jabón. La feromona constituye un atrayente sexual que hace que las polillas se introduzcan en el recipiente, caigan en el agua y mueran, tal cual se muestra en la Fotografía 12.



Fotografía 12. Trampa para el monitoreo y el control de la polilla de la papa.

Medidas de prevención en la bodega. En la bodega o en el silo verdeador, se debe realizar una limpieza total antes de almacenar la semilla; si es posible, se debe desinfectar la semilla con Baculovirus, Sevin o Malathión, bajo el sistema de espolvoreo, para proteger la semilla de las poblaciones que pueden venir de afuera. Se debe utilizar una trampa con feromona para el monitoreo de la población dentro de la bodega (Fotografía 12); como norma general, se debe realizar evaluaciones periódicas de la semilla, para tener la seguridad de que está sana en el momento de la siembra.

Medidas de control. Desde la emergencia del cultivo hasta la cosecha, se debe realizar el monitoreo de la plaga con feromonas sexuales. A ésta es posible utilizarla como una medida de control para la eliminación de adultos machos que caen en las trampas y como un indicador de la población para definir los controles químicos, para lo cual es necesario realizar las evaluaciones de la población cada ocho días. Si se tiene una población promedio de 50 adultos por trampa y por semana, es recomendable hacer un control químico con un producto específico para esta plaga, como es el *Profenofos*, en dosis de 250 cc/200 l de agua; también se sugiere que, a nivel de campo, se deben manejar tres criterios antes de considerar la utilización del control químico: la curva de población de la plaga (50 adultos/trampa/semana), el porcentaje de floración del cultivo (100%) y el porcentaje de tuberización (80%). Se puede utilizar, también, la asolación de la semilla como una medida preventiva para eliminar las larvas que vienen del campo en el interior de los tubérculos. Luego de la asolación, se debe desinfectar la semilla con *Sevin* 5% o *Malathión* 10% o *Baculovirus*, mediante el sistema de espolvoreo, antes de almacenarlos, y colocar una feromona por bodega para observar la población.

Manejo integrado de lancha (Phytophthora infestans Mont Bray)

La lancha (Fotografía 13), conocida también como tizón tardío, es la enfermedad más importante del cultivo de papa. Se presenta en todas las áreas paperas y causa serios problemas a los agricultores que no utilizan medidas adecuadas de control. La lancha afecta al cultivo de papa cuando las condiciones climáticas favorecen al desarrollo de la enfermedad, como temperaturas moderadas de 12 a 18 °C, humedad relativa alta, con períodos de lluvia y sol alternados, siembras escalonadas de papa durante todo el año, cultivos sin protección y, finalmente, el uso de variedades susceptibles, como Superchola, INIAP-Gabriela, INIAP-Esperanza y las variedades nativas que manejan los productores, como Chola, Uvilla, Bolona, etc. Actualmente, la lancha se controla mediante el uso de funguicidas y de variedades resistentes.

Por ser la enfermedad más común, los síntomas son conocidos por los agricultores. En las hojas: manchas pequeñas de color verde oscuro de forma irregular que se expanden rápidamente, y forman lesiones necróticas grandes de color café oscuro. Los



Fotografía 13. Hojas de papa afectadas por la lancha o tizón tardío.

tubérculos presentan áreas irregulares de color café claro debajo de la piel. Las lesiones pueden matar las hojas y los tallos. Para reconocer la enfermedad, se puede mirar en el envés de la hoja el micelio del hongo, que crece a manera de algodón.

El control integrado para lancha se basa en la combinación oportuna del uso de variedades resistentes, de las prácticas culturales y del control químico oportuno, con dosis adecuadas y productos específicos, ya sean sistémicos o de contacto, según la necesidad.

Investigaciones realizadas por el INIAP determinan que, para prevenir su infección, se debe combinar las medidas preventivas con las medidas de control. Para ello, se recomienda aplicar las siguientes prácticas de manejo:

Resistencia varietal. La resistencia varietal para lancha se la encuentra en las siguientes variedades: INIAP Santa Catalina, que presenta resistencia horizontal; INIAP-Fripapa99 (Fotografía 14), INIAP-Rosita, INIAP-Margarita, INIAP-Soledad Cañari,

INIAP-Raymipapa, INIAP-Suprema e INIAP-Papa Pan, que tienen características de resistencia vertical a lancha.

El uso de variedades resistentes es muy importante en los lugares donde las condiciones son favorables para el desarrollo de la enfermedad. Sin embargo, no se debe dejar de usar los otros métodos de control, incluido el control químico. Las variedades resistentes deben ser protegidas con un menor número de aplicaciones, para mantener los campos sanos y evitar el apareamiento de otras razas del hongo, que podrían romper la resistencia en un tiempo muy corto.

Control cultural. Comienza desde la selección del terreno para el cultivo de papa, la preparación del suelo, la elección de la variedad, la selección de la semilla o la compra de semilla certificada. La semilla debe asegurar pureza y calidad, en combinación con el método y la densidad de siembra, de acuerdo a la variedad, con el uso ade-



Fotografía 14. Cultivo de papa de la variedad INIAP-Fripapa99 resistente a lancha o tizón tardío.

cuado de fertilizantes y su aplicación oportuna, para que las plantas estén vigorosas y más resistentes al ataque de enfermedades. La clave del manejo consiste en vigilar lo que ocurre durante el cultivo y las condiciones climáticas, para actuar a tiempo y usar de ma-

nera racional los funguicidas durante las diferentes fases del cultivo. En el caso de lan-cha, el hongo posee una alta capacidad reproductiva y se encuentra presente durante todo el ciclo del cultivo; por lo tanto, en épocas secas, se recomienda el control con productos preventivos o de contacto, y en épocas lluviosas, donde las condiciones son favorables para la reproducción del hongo, se debe utilizar funguicidas sistémicos.

Rotación de productos. Se utiliza para evitar la entrada del patógeno a la planta. Consiste en aplicaciones alternas de un funguicida de acción específica (para los casos de alta incidencia del patógeno) con funguicidas preventivos (para el resto del ciclo vegetativo). Los funguicidas protectantes se caracterizan por formar una barrera sobre la superficie de la hoja que impide la germinación de las esporas del hongo. Cuando la espóra llega a la planta tratada, comienza a absorber el funguicida hasta morir. La mayoría de los productos que se usan son del tipo de multiacción respecto a las funciones celulares del hongo, y son altamente seguros en la prevención de la resistencia, dado que es muy poco probable que el hongo pueda bloquear todos los sitios de acción.

Los funguicidas protectantes tienen muy poca o ninguna capacidad de penetración en la planta, ya que, si esta penetración ocurriera, sería tóxica para la planta, lo cual hace que sean muy fácilmente lavados por la lluvia. Entre los protectantes más usados en papa se puede citar a Dithane M45 (*Mancozeb*) y Antracol (*Propineb*).

Los funguicidas sistémicos tienen la propiedad de ser absorbidos por las plantas y se mueven a través de ella y así controlan al patógeno sin ocasionarle daño. La mayoría de estos productos son preventivos y curativos, y por lo general tienen un punto específico de acción contra el patógeno, lo que da la posibilidad de generar resistencia. Así mismo, por su rápida penetrabilidad, no queda expuesto el producto al lavado por las lluvias, lo cual permite aplicarlo un menor número de veces. Algunos productos sistémicos usados en papa son Aliete (*Fosetil-Aluminio*) y Punch (*Fusilazol*).

Existen otros funguicidas que vienen preparados en mezclas y tienen diferentes modos de acción y su formulación permite minimizar las posibilidades de generar resistencia; entre ellos, los más usados en papa son Curzate (*Cymoxanil* más *Mancozeb*), Patafol (*Ofurace* más *Mancozeb*), Ridomil (*Matalaxil* más *Mancozeb*) y Rodax (*Fosetil-Aluminio* + *Mancozeb*), etc.

Control químico oportuno. Es necesario el frecuente monitoreo del cultivo antes de la aplicación del control químico. Existe una amplia gama de funguicidas que son efectivos para el control de la enfermedad y deben ser aplicados en las dosis recomendadas sin mezclas, a menos que el producto venga así. Para variedades resistentes o moderadamente resistentes, inicie la protección con sistémicos y no se debe usar más de tres veces durante el ciclo; si las condiciones climáticas no favorecen al desarrollo de la

enfermedad, utilice sólo protectantes cada 8 o 10 días; en caso contrario, revise el cultivo por lo menos una vez cada semana antes de aplicar. Repita la aplicación de sistémicos si constata el desarrollo de la enfermedad. Para las variedades susceptibles, se debe proceder de la siguiente manera: si hay lluvias, iniciar las aplicaciones cuando el cultivo haya emergido y la mayoría de plantas tenga de 8 a 10 cm. de altura; de ser necesario se debe proteger cada 5 u 8 días; utilice un sistémico si el protectante no detiene el avance de la enfermedad. No se debe usar productos sistémicos más de dos veces seguidas y de preferencia se debe alternar el producto para no generar resistencia. Si se utiliza la variedad Superchola, que es susceptible a lancha, se recomienda utilizar productos sistémicos en época lluviosa (*Curzate*, *Rodax*, *Patafol*) y productos de contacto en época seca (*Mancozeb*, *Dithane*). Con la variedad INIAP-Fripapa99, se puede bajar a cuatro controles por ciclo de cultivo.

Si existe un ataque fuerte de la enfermedad al final del cultivo, es mejor destruir el follaje para evitar un foco de infección, sobre todo de los tubérculos, durante la cosecha. Se debe destruir los tubérculos enfermos. Si se deja papa para semilla, además de hacer una selección rigurosa en el momento de la cosecha, se debe desinfectar y guardar en silo verdeador, para evitar que la papa enferma afecte a las papas sanas. Una buena práctica antes de desinfectar es la de exponer los tubérculos para semilla al sol durante dos o tres días. Se debe inspeccionar la semilla por lo menos una vez cada 15 días y descartar los tubérculos enfermos, de apariencia acuosa o que estén húmedos, para evitar el contagio de la enfermedad a la semilla sana.

Cosecha

La cosecha es parte normal del proceso de producción, y dependerá del destino de la misma, sea para el mercado y/o el consumo en fresco. Se debe tomar muy en cuenta el tamaño, la forma, el color y la presentación del tubérculo para que el producto final alcance un buen precio (Fotografía 15). Una papa guardada o pasada de la cosecha automáticamente pierde valor comercial. La papa destinada para el procesamiento se debe cosechar por tamaño y por contenido de azúcares, para que pase la prueba de fritura. Si la producción final es para semilla, ésta se la debe cosechar cuando la mayoría de papa está de tamaño mediano, capaz de que alcance un alto porcentaje de extracción de semilla. Se recomienda realizar la cosecha en época seca y cuando la papa está madura, y tratar en lo posible de no producir daño a los tubérculos; no se debe dejar la papa demasiado tiempo en el campo, ya que puede contaminarse con plagas, como polilla y gusano blanco.

Postcosecha

El INIAP y otras instituciones involucradas en el sector agrícola han trabajado muy poco en postcosecha, posiblemente porque la papa se produce durante todo el año y la demanda de papa en fresco está satisfecha. Sin embargo, existen épocas de sobreproducción que incrementan la oferta y baja la demanda, lo que afecta los precios y por esta razón se producen los picos de precios.

En otros países, se obtienen varios subproductos a partir de la papa, tales como almidón, harinas para consumo humano, concentrados y alcohol. Sin embargo, el consumidor nacional prefiere el consumo de papa en estado fresco; sólo el hecho de guardar la papa de una semana para otra es considerado como papa guardada y es castigada en el precio hasta en un 30% con relación a la papa fresca. El consumidor de la ciu-



Fotografía 15. Cosecha de papa en campo de agricultores.

dad es exigente y la variedad que impone el precio en el mercado de Quito es la Superchola, seguido por INIAP-Gabriela e INIAP-Esperanza, mientras que la Uvilla, la Bologa y la INIAP-Gabriela son más buscadas en los mercados del Centro y Sur del país. Por lo general, se acostumbra a cosechar y de inmediato enviarla al mercado, lo más fresca posible, para que alcance un buen precio; esto también depende de la sanidad y la selección de los tubérculos.

En la actualidad se está comenzando a trabajar en acciones de postcosecha, como son lavado, selección y empacado de papa en paquetes pequeños. Se observa que,

en los supermercados de Quito e Ibarra, están ofertando este tipo de papa en las estanterías con aceptable acogida, y en los mercados populares se está ofreciendo fundas pequeñas de papa para cubrir un segmento de la población de menos ingresos. Para la venta de la papa a las fábricas procesadoras, ésta debe pasar una prueba de fritura y luego sometida a una evaluación final y valoración para que se fije el precio, que pagan hasta en un mes.

Para semilla de papa se recomienda cosechar, seleccionar, desinfectar y almacenar la semilla en el silo verdeador (Fotografía 16), que permite obtener semilla de mejor calidad con brotación múltiple, uniforme, brotes cortos y vigorosos, y empaclarla en sacos ralos para la venta a los agricultores. De no disponer de silo verdeador, se recomienda guardar la semilla en sacos ralos y colocarlos en cuartos ventilados con luz difusa, para que se conserve la semilla en buenas condiciones hasta la siembra.



Fotografía 16. Silo verdeador para un adecuado almacenamiento de semilla de papa.

Venta y comercialización

La venta de la papa constituye el factor más importante para mejorar la rentabilidad del cultivo. Por lo tanto, es preciso buscar el mejor precio al tratar de introducir el producto a la industria, a los supermercados y a las grandes cadenas de restaurantes para consumo masivo. Ofrecer calidad y constancia en la entrega conlleva la ejecución de siembras programadas para atender a este sector del mercado.

Existe variedad de formas de venta de la papa fresca para consumo:

- Venta de la papa sin cavar.
- Venta de la papa recién cavada en la finca.
- Venta de la papa al mercado local o en los centros de acopio mayorista.
- Venta de la papa al mercado mayorista de las grandes ciudades.
- Venta de la papa al pueblo en los mercados populares.

En la mayoría de las formas de comercialización de la papa intervienen los intermediarios y ellos la trasladan en grandes cantidades a las ciudades y la distribuyen al menudeo mediante ventas más pequeñas, para que sean repartidas en los diferentes sectores y éstos, a su vez, la vendan al detallista y finalmente al consumidor final. En otros casos, el consumidor va directamente a los mercados mayoristas a proveerse del producto; esto generalmente sucede con los dueños de los restaurantes o pequeños negocios. Es decir, el precio de la papa para el consumidor casi siempre es alto, debido a que pasa por una serie de intermediarios cada vez más pequeños, que van marginando su utilidad por el servicio que prestan en transporte, tiempo, capital invertido y el riesgo que corren de que baje el precio de la papa en el mercado y pierdan.

Procedimiento para la venta de la papa para procesamiento:

- Antes de iniciar un cultivo para proveer a una fábrica de procesamiento, por lo general, se firma un contrato donde se pacta el precio referencial con cláusulas para ser cumplidas por las partes.
- Durante el ciclo del cultivo, los proveedores de papa reciben inspecciones para verificar la instalación del cultivo y las condiciones de manejo.
- Antes de la cosecha, se hacen las pruebas de fritura y se decide la fecha de cosecha.
- Se cosecha, se selecciona y se envía a la fábrica para la última prueba de fritura antes del ingreso de la papa.
- Se fija el precio de venta de acuerdo al contrato y a la calidad del producto.

Procedimiento para la venta de la papa para semilla:

- Se siembra a distancias más estrechas para alcanzar una mayor cantidad de papa semilla.
- Se debe someter a un control de calidad permanente para que se califique el lote como semilla.

- Se utiliza una tecnología que cumpla parámetros de sanidad y calidad.
- Durante la cosecha se debe seleccionar bien, desinfectar y empacar la semilla en sacos ralos.
- Se debe comprar los marbetes en el MAG, según la categoría de semilla que se está produciendo.
- Se comercializa la semilla bajo control de calidad.

Costos de producción

Al ser el cultivo de papa uno de los componentes importantes del sistema de producción en la Sierra de Ecuador, es necesario conocer y estimar los costos en que incurre el productor para producir este cultivo. La estimación de los costos de producción le permitirá al productor conocer el estado de pérdidas y ganancias de un período determinado, y por lo tanto, tomar las decisiones y los correctivos para mejorar la situación de su sistema de producción.

Cuando se calcula los costos de producción, es necesario registrar por separado todos los gastos por rubro de producción, tal cual se muestra en el Cuadro 10.

Cuadro 10
Formato para registrar los costos de producción en dólares por hectárea,
provenientes del cultivo de papa

Rubro	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Gastos directos:			
Preparación del terreno			
Siembra			
Fertilización			
Labores culturales			
Combates fitosanitarios			
Cosecha			
Arriendo del terreno			
Total costos directos:			
Gastos indirectos:			
Interés al capital 18%			
Administración 5%			
Total gastos indirectos			
Total gastos producción			
Papa comercial (kg/ha)			
Precio ponderado (USD/kg)			
Papa segunda (kg/ha)			
Precio ponderado (USD/kg)			
Papa cuchi (kg/ha)			
Precio ponderado (USD/kg)			
Beneficio bruto (USD/ha)			
Beneficio neto (USD/ha)			
Relación beneficio/costo			
Rentabilidad (%)			

Elaborado: INIAP, 2004.

EL COMPONENTE FORRAJERO: PASTO

El pasto desempeña un papel importante en la producción de leche, ya que constituye un alimento económico y de fácil aprovechamiento por los rumiantes. Existen pastos que contienen casi todos los nutrientes necesarios para una adecuada alimentación y constituyen uno de los factores decisivos en la producción de leche y el desarrollo del ganado de reemplazo. Sin embargo, para niveles altos de producción de leche, es necesario compensar las diferencias entre los nutrientes exigidos y lo aportado por el pasto. Esta situación, en forma general, no es muy común en la Sierra ecuatoriana, debido al potencial genético de los animales. Existen hatos con un potencial genético para producir leche que demandan un tipo de suplementación, la cual debe ser en forma estratégica y económica; de otra forma, los costos de producción son altos, lo que puede originar pérdida.



Fotografía 17. Mezcla de pasturas utilizadas para la alimentación animal.

En las zonas de altura existen especies de pastos con una alta producción de forraje nutritivo a través del año y que presentan respuesta a la fertilización nitrogenada (Fotografía 17). Comúnmente, el pasto más usado es el “Rye grass” (*Lolium perenne* y *Lolium multiflorum*). Existen también otras especies nativas de los géneros *Pennisetum*, *Festuca*, *Holcus* y *Dactylis*, entre otros, que se utilizan como pastos naturalizados con buenos resultados. En este caso, se debe considerar que el uso de una especie en particular depende de su grado de adaptación a las condiciones del suelo, temperatura, humedad y disponibilidad de la semilla en la región.

Así, las especies que componen un pastizal determinan diferencias en el valor nutritivo, tal como se observa en el Cuadro 11, donde las pasturas compuestas básicamente por Rye grass perenne *Lolium perenne*, Rye gras anual *Lolium multiflorum* y trébol blanco *Trifolium repens*, en condiciones similares de suelo y manejo, son más productivas que una pradera natural compuesta por especies naturalizadas, como el holco *Holcus lanatus* y la grama *Paspalum sp.* Las diferencias entre un mismo tipo de pastizal se deben fundamentalmente a la fertilidad del suelo en cada localidad.

Cuadro 11

Producción primaria de dos tipos de pastizales que crecen en suelos negros-andinos, a 3.200 msnm. Provincia de Chimborazo, Ecuador, 1998-2003

Variable	Comunidad UCASAJ		Comunidad San Pedro de Lluçud	
	Pradera	Pastura	Pradera	Pastura
Materia seca ¹ , kg/ha/año	7 197	14 126	11 459	28 853
Tasa de crecimiento ¹ , kg MS/ha/día	30	32	32	68
Intervalo de pastoreo, días	52	52	63	55
Número de pastoreos al año	5	8	6	8
Carga animal, UBA/ha	2,0	3,0	2,0	3,5
Digestibilidad de materia seca ² , %	53,6	67,9	53,9	70,6
Proteína cruda, %	17,4	15,8	15,4	20,1
Composición, %:				
Rye grass perenne y anual	85	92	93	91
Trébol blanco	3	3	2	6
Otras especies	12	5	5	3

Elaborado: INIAP, 2004.

¹ Promedio de dos años de observaciones. ² Digestibilidad estimada por técnicas in vitro.

Una información fundamental para los productores es determinar la cantidad de hierba que una hectárea de pastizal produce por unidad de tiempo (corte). Ésta se define como *Producción Primaria*, cuyo objetivo consiste en estimar los períodos de excedentes y escasez de hierba de los potreros durante el año, así como planificar el pastoreo y diseñar estrategias de suplementación, aspectos que se realizan en función de la disponibilidad de forraje y los requerimientos de las diferentes categorías de animales.

El crecimiento del forraje entre períodos de corte o utilización está determinado por la tasa de crecimiento. Consecuentemente, el forraje acumulado por día de crecimiento es afectado por varios factores, principalmente clima y fertilidad del suelo. Lo anterior significa que el crecimiento de las pasturas depende de una adecuada proporción de nutrientes del suelo, humedad, temperatura y luz. Por otra parte, también los pastos recurren a las reservas alimenticias que se almacenan en los rebrotes para promover un nuevo crecimiento.

En la Sierra ecuatoriana, las tasas de crecimiento del forraje son mayores durante el período de lluvias, donde se producen cantidades de forraje mayores a la demanda de los animales. Por esta razón, conviene aprovechar el excedente para alimentar el ganado durante la época seca. Este esquema es posible mediante el diseño apropiado para la conservación de forrajes, como el heno o el ensilaje. Este último, en el ámbito de pequeños productores, es difícil de hacerlo, debido a la mano de obra necesaria y la infraestructura adecuada. Durante la época seca, la tasa de crecimiento se reduce notablemente, lo cual afecta la acumulación de pasto disponible y, en situaciones de falta de lluvias prolongadas, disminuye el consumo y la producción animal (Cuadro 12). Por otra parte, el número de pastoreos que puede soportar un pastizal es mayor en la alternativa con pastura, debido a su mayor velocidad de crecimiento y acumulación de forraje disponible para consumo animal.

Cuadro 12

Tasa de crecimiento de dos tipos de pastizal, sin fertilización, en suelos negro andinos, a 3.300 msnm. Provincia del Carchi, Ecuador, 1998-2003

Mes	Tasa de crecimiento, kg/ha/día	
	Pradera naturalizada ^{1/}	Pastura mejorada ^{2/}
Enero	24	41
Febrero	29	35
Marzo	37	38
Abril	35	47
Mayo	29	42
Junio	10	33
Julio	14	27
Agosto	11	29
Septiembre	12	31
Octubre	16	37
Noviembre	21	44
Diciembre	26	49
Promedio	22	38

Elaborado: INIAP, 2004.

1/: Composición: holco *Holcus lanatus*, grama *Paspalum* sp. y pactilla *Rumex acetocella*

2/: Composición: rye grass perenne *Lolium perenne*, rye grass bianual *Lolium multiflorum*, pasto azul *Dactylis glomerata* y trébol blanco *Trifolium repens*.

En los Cuadros 13 y 14, se reporta la composición química y el valor nutritivo de las principales especies forrajeras en la época de lluvias y en la época seca.

Cuadro 13

Composición química y valor nutritivo de las principales especies forrajeras a los 60 días de rebrote en la época de lluvias

Especie	Materia seca %	Digestibilidad de la materia seca, %	Energía metabolizable Mcal/kg	Proteína bruta %	Fibra cruda %	Extracto etéreo %	Contenido celular %	Pared celular (NDF, %)	Celulosa (ADF, %)
Gramíneas									
Rye grass italiano	26,0	71,0	2,51	13,8	29,5	3,7	44,8	55,2	34,5
Rye grass inglés	24,3	70,6	2,53	18,0	28,3	4,9	44,0	56,0	34,6
Pasto azul	24,9	73,6	2,72	17,7	28,4	4,7	37,2	62,8	36,0
Holco	26,1	66,7	2,34	16,3	31,4	3,5	37,6	62,4	37,3
Kikuyo	18,2	68,1	2,30	12,1	30,7	3,4	34,3	65,7	35,3
Avena forrajera	18,6	75,8	2,76	14,4	27,7	4,3	47,1	52,9	33,4
Leguminosas									
Alfalfa	21,9	72,4	2,67	22,2	24,0	2,2	56,5	43,5	29,9
Trébol blanco	17,6	81,5	3,10	22,6	18,7	3,6	68,9	31,1	28,7
Trébol rojo	21,4	80,0	2,82	23,0	19,4	2,5	63,0	37,0	33,3
Vicia	29,3	78,0	2,85	20,4	27,9	3,4	57,0	43,0	35,3

Cuadro 14

Composición química y valor nutritivo de las principales especies forrajeras a los 60 días de rebrote en la época seca

Especie	Materia seca %	Digestibilidad de materia seca, %	Energía metabolizable Mcal/kg	Proteína bruta %	Fibra cruda %	Extracto etéreo %	Contenido celular %	Pared celular (NDF, %)	Celulosa (ADF, %)
Gramíneas									
Rye grass italiano	23,0	69,5	2,08	15,7	23,9	1,7	46,2	53,8	34,4
Rye grass inglés	29,7	68,2	2,43	18,8	25,4	2,7	38,3	61,7	37,3
Pasto azul	26,0	68,4	2,38	17,4	26,9	5,7	43,5	56,5	35,0
Holco	32,5	67,6	2,97	13,8	37,2	3,9	40,2	59,8	40,2
Kikuyo	21,5	55,7	1,62	13,2	30,7	2,4	47,7	52,3	28,8
Avena forrajera	25,3	73,7	2,39	16,5	26,0	3,9	51,0	49,0	32,7
Leguminosas									
Alfalfa	26,9	73,0	2,66	19,4	21,6	2,6	59,9	40,1	43,6
Trébol blanco	29,9	70,3	2,62	25,7	13,6	1,9	57,6	42,4	29,7
Trébol rojo	21,1	69,0	2,29	20,5	18,5	2,4	57,6	42,4	—
Vicia	25,3	61,9	2,16	22,4	21,4	2,4	54,2	45,8	—

Elaborado: INIAP, 2004.
Resultados en Base Seca. Alfalfa, Avena y Vicia con corte a los 75 días.

Establecimiento de potreros

En la Sierra ecuatoriana, en sitios inferiores a 3.000 msnm., la producción de leche se basa en el pastoreo de praderas naturalizadas y foráneas. Éstas se encuentran principalmente compuestas con kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) o la mezcla de especies foráneas introducidas, tales como el Rye grass perenne (*Lolium perenne*), Rye grass bianual (*Lolium multiflorum*), pasto azul (*Dactylis glomerata*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*). En lugares sobre los 3.200 msnm., es común el pastoreo de praderas naturalizadas, compuestas básicamente por una comunidad de holco (*Holcus lanatus*), pactilla (*Rumex acetocella*) y grama (*Paspalum sp.*). Las especies foráneas tienden a evidenciar problemas de adaptación, probablemente por estrés climático y como respuesta a las características ácidas y la baja fertilidad de los suelos. Por esta razón, al poco tiempo de establecerse, disminuyen su calidad, rendimiento y persistencia. Sin embargo, existe evidencia de que el pasto azul (*Dactylis glomerata*), la festuca alta (*Festuca arundinacea*), el falaris o pasto milín (*Falaris sp.*), el pasto avena (*Arrhenatherum elatius*) y el holco o pasto lanudo (*Holcus lanatus*), se adaptan mejor a las condiciones altas. La forma más común de renovación de praderas lo constituye la práctica de manejo de pasturas denominada “rotación papa-pasto”.

Selección de especies de pastos y siembra

En el ámbito regional, se encuentran varias especies y variedades de gramíneas y leguminosas introducidas, las que presentan un comportamiento variable según las zonas en las que se las utilice. En forma general, en alturas comprendidas en el rango de 2.500 a 3.200 m., se recomiendan las especies de pastos que se describen en el Cuadro 15. Sin embargo, es necesario mencionar que no deben considerarse como únicas alternativas, ya que es posible encontrar en el mercado regional otras variedades locales o foráneas que proporcionen adecuados resultados a las necesidades del sistema de producción de leche con relación a las condiciones de suelo y clima. Por otra parte, sobre los 3.200 msnm., se debe considerar que algunas especies foráneas no logran adaptarse, debido a condiciones de frío intenso causado por las bajas temperaturas, las pendientes pronunciadas, el exceso de humedad en algunos sitios y la poca luminosidad. Esos factores explican la fragilidad de esos ecosistemas altos de la región andina, particularmente las zonas que dividen el paisaje de bosques andinos con el páramo y el subpáramo, donde es probable que otras especies naturalizadas, tales como el holco, el pasto avena, el pasto césped, el pasto llorón *Eragrostis curvala*, el pasto pajilla (*Stipa plume-ris*) y el bromo *Bromus catharticus*, sean apropiados.

Cuando se seleccionan especies para una mezcla forrajera, a fin de asegurar mayor éxito en el desarrollo de las pasturas, se recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Clima: altitud, temperatura y precipitación (meses lluviosos y época seca).
- Suelo: pendiente, pH, textura, contenido de nutrientes.
- Propósito del sistema: producción de leche con o sin engorde de vacunos.
- Condiciones de establecimiento: si las condiciones no son las ideales pero sí relativamente adecuadas, se recomienda utilizar una alta densidad de siembra.
- Método de pastoreo: especialmente si el pastoreo es rotacional.
- Disponibilidad de riego.

En el Cuadro 16 se describe algunas opciones de mezclas forrajeras que pueden utilizarse en la renovación de pasturas para el desarrollo del sistema “Papa-Leche” o de la ganadería bovina en forma general. Se observa que, en todas las mezclas, se incluyen tréboles en distintas proporciones, para lograr una pastura con un valor nutritivo alto.

La forma más común y económica de sembrar es “al voleo”, que consiste en esparcir manualmente la semilla en el campo; esta forma requiere de cierta destreza y experiencia de los operadores, a fin de lograr mayor eficiencia. Por otra parte, existen las máquinas sembradoras, las cuales permiten calibrar la cantidad de semilla por sembrar y también la profundidad de siembra. Es preciso que la siembra se realice superficialmente, esto es, a una profundidad no mayor de 2 cm. bajo el suelo. Esto se logra cuando antes de la siembra se apisona el suelo para proporcionar firmeza y el tapado de la semilla se hace con materiales livianos, tal como el uso de ramas. La siembra a mayores profundidades causa una baja germinación y desarrollo de la semilla.

Cuadro 15
Especies y variedades de pasturas disponibles en la Sierra ecuatoriana
Guía de uso

Espece forrajera	Suelos fértiles, muy húmedos, turbosos y drenaje pobres	Suelos fértiles, húmedos y bien drenados	Suelos franco arenosos, moderadamente secos, fértiles y con riego
Rye grass perenne	Tetralite Ariki	Nui Tetralite Marathon Ariki Amazon Reveille	Tetralite Marathon Ariki Amazon Reveille
Rye grass bianual	Pichincha Geyser Tetrablend	Pichincha Geyser Gulf Tetrablend Magnum Aubade	Pichincha Gulf Magnum
Pasto azul		Potomac Kara Wana Justus	Potomac Kara Wana
Trébol blanco	Pitau Ladino	Pitau Huía Ladino	Huía Ladino
Trébol rojo		Renegade Kenland Turoa	Renegade Turoa
Falaris	Maru	Maru	Maru
Bromo		Gala	Gala
Avena forrajera	INIAP Mojanda Cayuse	INIAP Mojanda Cayuse	INIAP Mojanda Cayuse
Lotus	Maku		
Alfalfa		CUF 101 WL516 Ecotipo nacional S-8210	CUF 101 WL516 Ecotipo nacional S-8210

Elaborado: INIAP, 2004.

Cuadro 16
Opciones de mezclas forrajeras y cantidad de semilla por hectárea
para zonas lecheras de la Sierra ecuatoriana

Alternativas de mezclas forrajeras	kg/ha	%*	Materia seca %	Digestibilidad %**	Proteína cruda %	Energía metabolizable Mcal/kg
Opción 1:	45	100	25,54	70,67	17,62	2,50
Rye grass perenne	20	44				
Rye grass anual	10	22				
Pasto azul	12	27				
Trébol blanco	2	4				
Trébol rojo	1	2				
Opción 2:	45	100	25,53	70,66	17,70	2,48
Rye grass perenne	25	56				
Rye grass annual	15	34				
Trébol blanco	5	10				
Opción 3:	50	100	26,01	70,61	19,11	2,15
Rye grass perenne	43	86				
Trébol blanco	7	14				
Opción 4:	45	100	20,07	65,10	14,32	2,16
Falaris	38	85				
Trébol blanco	7	15				
Opción 5:	135	100	24,22	73,48	17,49	2,55
Avena	90	67				
Vicia	45	33				
Opción 6:	25	100	23,98	72,65	21,03	2,67
Alfalfa	25	100				

Elaborado: INIAP, 2004.

* Valores absolutos con relación a lo recomendado en términos de kg/ha.

** Contenido nutricional calculado en forma ponderada a la mezcla integrada de forrajes.

Di vi si n de po trer os

En la mayoría de las fincas lecheras, los terrenos destinados a pastoreo no son aprovechados en forma correcta y la producción de pastos es baja. Generalmente, se tienen dos o tres potreros grandes para un número pequeño de vacas, con frecuencia menos de ocho vacas. Para un número mayor, es recomendable dividir el potrero en áreas de pastoreo que permitan un pastoreo máximo de tres días, y es lo ideal un día con un período de descanso entre 40 y 45 días, en dependencia de la especie utilizada.

El número de potreros necesarios está dado por la siguiente relación:

$$\text{No. de potreros} = \frac{\text{Días de descanso}}{\text{Días de pastoreo}} + 1$$

Un cálculo similar, pero con más días de pastoreo, se debe realizar para los potreros necesarios para la cría de terneras y vaquillas que se produzcan en el hato. En este caso, la ecuación planteada puede ser replanteada y se transforma en:

$$\text{No. de potreros} = \frac{\text{Días de descanso}}{\text{Días de pastoreo}} + \text{Grupos de pastoreo}$$

En este caso, un grupo sigue al subsiguiente en el uso del potrero. En todo caso, para el cálculo del área de cada potrero es necesario conocer, al menos, en términos aproximados, la producción del pasto por unidad de superficie y el número de Unidades Bovinas Animales (UBA) por pastorear.

Cálculo del área de potreros

Para ilustrar el cálculo de potreros se utiliza el siguiente ejemplo: una finca dispone de una superficie de tres hectáreas y se desea dividirla en potreros, de tal manera que el área por pastorear tenga un descanso de 30 días y el tiempo de pastoreo sea de tres días. Así mismo, se dispone de 12 vacas, 10 en producción y dos secas, tres vaconas, tres vaquillas y dos terneras. El número de animales es de 20 separados en dos grupos; las vacas en producción y las vacas secas, más las de reemplazo. El número de unidades animales corresponde a 17,1 UBAs, calculadas con base al peso metabólico de una vaca adulta¹ (450 kg).

La producción de pasto por unidad de superficie es de 8.200 kilogramos de forraje fresco por hectárea al corte².

Para resolver esta situación, se hace el siguiente cálculo:

Primero. Se calcula el número de potreros:

$$\text{No. de potreros} = \frac{\text{Días de descanso}}{\text{Días de pastoreo}} + \text{grupos} = \frac{30}{3} + 2 = 12$$

Segundo. Se calcula el consumo de las vacas en UBAs. En términos generales, una vaca consume pasto en un promedio equivalente al 10% de su peso vivo. Si se considera en 430 kilogramos el peso promedio de las vacas, el consumo será de 43 kilogra-

mos de pasto al día por unidad animal. Este cálculo es posible hacerlo con base al consumo de kilos de materia seca por cada 100 kg de peso vivo. El cálculo aproximado, al considerar el consumo sobre el 10% de peso vivo, será:

17,1 UBAs x 43 kg/UBA:	735,30 kg de pasto
25 % por pérdida debido al pastoreo	183,83 kg de pasto
Total de pasto requerido por día:	919,13 kg de pasto

Tercero. Con los datos anteriores, se calcula el área necesaria de pastoreo por día:

1 Hectárea.....	produce.....	8.200 kg de forraje
X Hectáreas	producirán.....	919,13 kg de forraje

$$X = \frac{919,3}{8.200} = 0,112 \text{ ha} = 1\ 121 \text{ m}^2 \text{ por potrero} \gg 0,12 \text{ ha}$$

Cuarto. Se calcula el área total de potreros para las vacas:

0,12 x 12 potreros = 1,44 hectáreas, lo cual le deja una área de 1,56 ha para realizar cultivos.

Quinto. Se calcula el largo y el ancho de cada potrero. No todos los potreros podrán ser iguales, ya que depende de la topografía y la fertilidad del terreno. Se deberá evitar tener potreros largos y con mucha pendiente, y es preferible potreros en forma de rectángulo amplio; el cuadrado es ideal pero difícil de lograr en el campo. Una regla práctica para tener las dimensiones es dividir el área total de cada potrero entre el doble del número de vacas por pastorear. En el ejemplo:

Ancho $\frac{1\ 121}{2 \times 17,1} = 32,78 \text{ m.}$	Largo $= \frac{1\ 121}{32,78} = 34,20 \text{ m.}$
---	---

$$32,78 \text{ m} \times 34,20 \text{ m} = 1\ 121 \text{ m}^2 \gg 0,12 \text{ ha/potrero}$$

Sin embargo, se debe considerar que la excesiva división de potreros representa un costo inicial y de mantenimiento. Así mismo, se debe tener un diseño de circulación y de bebederos. Por lo tanto, es preferible considerar los cálculos realizados para la utilización del pasto mediante el uso de una cerca eléctrica, la cual permite el pastoreo por zonas en forma similar a tener potreros.

Es ta ble ci mien to de las cer cas

La división de potreros (Fotografía 18) se realiza en función de los días de pastoreo, de los días de descanso y del número de animales por pastorear; esto determina la inversión en cercas, que deben ser económicas y resistentes.

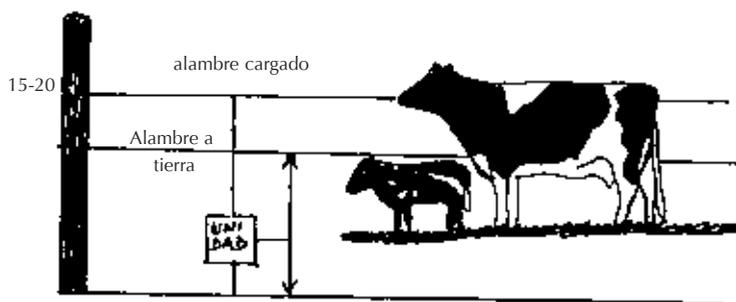
Fotografía 18. Uso de la cerca eléctrica para manejar el pastoreo.



Generalmente, las cercas de una finca se hacen con alambre de púa, y se consideran tres o cuatro hileras con separaciones de seis a ocho metros entre postes, en dependencia de la topografía y el tipo de suelo. Esta forma de cercado es costosa y se debe considerar sólo para el perímetro, de tal forma que las divisiones internas sean con cerca eléctrica o elástica, y se utilice alambre liso acerado de alta resistencia (Fotografía 18).

La cerca eléctrica es económica y funcional y su duración depende de la mansedumbre de las vacas, las que, con el tiempo, se acostumbran, y de la disponibilidad de forraje en el potrero. La corriente eléctrica se suministra a través de un “cargador o pulsador” accionado por corriente alterna de 110 voltios o corriente directa de 6 voltios o 12 voltios, como la de una pila seca o una batería para auto. El pulsador conectado al cerco y a tierra transmite un impulso intermitente, cuya duración varía entre 1/40 y 1/4.000 de segundo. La intensidad del impulso puede variar, según el diseño, de 1.000 a 10.000 voltios, con un amperaje bajo, entre 0,025 amperios y 0,040 amperios, lo que evita la muerte de los animales por la descarga eléctrica al contacto con el alambre. Para el mejor uso de este tipo de cerca, se deben entrenar de antemano tanto el personal como los animales.

Figura 6. Formas de colocar una cerca eléctrica.



Cerca eléctrica con doble alambre, usada en suelos secos y con drenaje



Cerca eléctrica con un hilo electrificado usada en suelos húmedos

Al realizar la división de potreros, sea con cercas eléctricas o de púas, se debe considerar la disposición de los árboles nativos y los de fuste alto y frondosos. Éstos pueden proveer suficiente sombra en el potrero sin que afecte el crecimiento del pasto; para esto, es necesario considerar el movimiento del sol. Los árboles pequeños tienden a concentrar los animales en las horas de mayor calor. Así mismo, es necesario considerar el sembrado de árboles a lo largo de la periferia de los potreros, lo que ayuda a proporcionar sombra y contribuye a mejorar el ambiente.

Fer ti li za ci n y con trol de ma le zas

Para obtener la adecuada disponibilidad de forraje a través de todo el año, es necesario considerar un programa de fertilización y control de malezas. Los suelos derivados de ceniza volcánica o suelos Andisoles contienen el *complejo humus-aluminio-hierro*, entre otras arcillas. Esta composición determina una condición de acidez del suelo y afecta la eficiencia de utilización de nutrientes como el calcio, el fósforo, el potasio y el magnesio. La aplicación de altos niveles de fertilizantes nitrogenados (probablemente sobre 150 kg de N/ha/año) tienden a agravar el problema de la acidez. Por lo mencionado, es conveniente realizar el análisis del suelo destinado a la renovación de pasturas, a fin de determinar una estrategia de fertilización adecuada para lograr una mayor productividad y persistencia de la pastura.

El programa de fertilización dependerá del resultado de los análisis del suelo. Generalmente, los niveles más usados son de 100 a 120 kilogramos de nitrógeno por hectárea y por año, y aplicar el fertilizante fraccionadamente cada vez que los animales desocupan los potreros y cuando las condiciones de humedad permitan utilizarlo con eficiencia. Esta práctica redundante en una disponibilidad de forraje capaz de mantener de cuatro a cinco unidades animales en una hectárea por año (Fotografía 19).

Como parte del control de fertilidad y conservación del suelo, es necesario considerar la incorporación de materia orgánica en cada potrero. Una forma económica y eficiente de hacerlo es esparcir el estiércol de los animales que se encuentran en los potreros, y tener siempre el cuidado de llevar un buen control parasitario; en caso contrario, se estará contribuyendo a diseminar los parásitos existentes y que éstos cumplan su ciclo de vida. Para evitarlo, es de ayuda la construcción de un estercolero (Fotografía 20) para almacenar el estiércol que las vacas dejan durante el ordeño y para distribuirla semanalmente a cada uno de los apartos.

En la construcción de un estercolero debe considerarse el volumen de estiércol que se produzca en una semana dentro de las horas de ordeño. Al estiércol se le agrega cal, en capas sucesivas, a fin de evitar el desarrollo de larvas de mosca y, a la vez, es



Fotografía 19. Pastos fertilizados en forma adecuada al tipo del suelo y la demanda de nutrientes.



Fotografía 20. Estercolero que permite recolectar los desechos de los animales.

una forma indirecta de aplicación de cal a los suelos volcánicos típicos de la Sierra ecuatoriana. Una práctica adecuada es construir un depósito de concreto que facilite el almacenaje semanal del estiércol producido por el número de vacas que se ordeñan. Este volumen se puede manejar con facilidad para incorporarlo a los potreros.

Aplicación de cal antes de la siembra

El encalado consiste en la utilización de compuestos de calcio o calcio - magnesio. La aplicación de una a una y media tonelada de cal por hectárea (1-1.5 t/ha) contribuye a precipitar el aluminio e incrementa la disponibilidad de los nutrientes para el forraje. Tiende a mejorar la estructura del suelo, la aireación y el drenaje, lo que contribuye a desarrollar una población adecuada de lombrices. Estas lombrices contribuyen a una mejor aireación y absorción de agua, aspectos que favorecen el incremento del rendimiento del pasto, así como también tienden a aumentar la proporción de tréboles y su capacidad de nodulación. La cal debe ser incorporada al suelo en forma fraccionada; la primera fracción con el pase de rastra, durante la preparación del suelo para la siembra, y utilizar fuentes, como el carbonato de calcio o calcita; el resto debe ser incorporado posteriormente al suelo en varias aplicaciones. Después de la aplicación de cal, con el último pase de rastra, se incorpora al suelo entre 100 y 200 kg de 18-46-00 NPK por ha. En la alternativa de renovación con avena y vicia, se puede utilizar dos sacos por ha de 18-46-00 NPK en la siembra de avena y vicia, y con entre dos y cuatro sacos por ha de 18-46-00 NPK en la siembra de la pastura.

Fertilización con nitrógeno

El propósito de mantener una alta población de tréboles como mecanismo de ahorro de fertilizantes nitrogenados a la pastura determina la estrategia de fertilización por seguir. Así, después de 45 días de la siembra de la pastura mixta, se recomienda fertilizar con nitrógeno (N), con el único propósito de beneficiar el primer crecimiento de las gramíneas, y se pueden utilizar dos sacos por ha de úrea (46% de N) o cuatro sacos por ha, ya sea de sulfato de amonio (22% de N y 24% de azufre) o nitrato de amonio (32%-35% de N). Posteriormente, se sugiere utilizar dos sacos por ha de úrea o su equivalente en forma de sulfato o nitrato de amonio, aplicado a la salida de la época de lluvias. Estos niveles de fertilización nitrogenada son ciertamente moderados, y se entiende que, a mayores cantidades de nitrógeno, serán afectados los tréboles de la pastura (Cuadro 17), y que la mayor necesidad de nitrógeno para crecimiento de las gramíneas será abastecida por el trébol blanco a través del proceso de fijación de nitrógeno atmosférico, a un costo muy bajo. La presencia de tréboles en la pastura, en proporciones de 15%-20%, es capaz de contribuir al sistema suelo con 200 a 250 kg de N/ha/año, que estarían disponibles para beneficio de las gramíneas.

El Cuadro 17 muestra que, cuando se incrementan los niveles de nitrógeno, el rendimiento de materia seca aumenta, pero la tasa de rendimiento es decreciente. Por lo tanto, se debe recomendar los niveles de fertilización con relación al costo de la unidad de nitrógeno y de la materia seca. Así mismo, se observa que los porcentajes de cobertura de trébol tienden a disminuir; efecto debido a la cobertura que producen las gramíneas conforme aumentan en rendimiento. En otras investigaciones, se han evidenciado tasas de crecimiento superiores a 25 kg de materia seca por kg de nitrógeno aplicado en pasturas del tipo Rye grass con trébol blanco, y disminuyen a 15 kg o menos cuando la pastura tiene más de tres años.

Cuadro 17

Efecto del nivel de nitrógeno sobre el rendimiento y la persistencia de trébol blanco a niveles constantes de 120 kg de P₂O₅ y 100 kg de K₂O/ha/año Provincias del Carchi y Chimborazo, 1995-2003

Fertilización con azufre y fósforo

La fertilización con fósforo, y particularmente azufre, ha evidenciado resultados positivos para el crecimiento y el rendimiento de las pasturas mixtas, así como en la persistencia de los tréboles. En el suelo, el contenido de azufre puede variar continuamente y depende del balance entre la planta y el suelo, así como la pérdida por lixiviación, contenido y proceso de mineralización de materia orgánica y el estado de humedad del suelo. Por esta razón, a fin de determinar la fuente y la cantidad de azufre por aplicar, es más útil medir el nivel de azufre en el tejido vegetal que en el suelo. Por otra parte,

Niveles de N kg/ha/año	Rendimiento kg MS/ha/corte	kg de MS/kg de N	Trébol blanco %
0	1 570	—	32,5
100	1 920	19,2	15,7
200	2 080	10,4	10,5
300	2 200	7,3	6,5
400	2 400	6,0	6,8

Elaborado: INIAP, 2004.

el uso de niveles altos de nitrógeno tiende a incrementar las necesidades de azufre. Esto es debido a que el azufre es esencial para el óptimo aprovechamiento del nitrógeno. Así, en caso de fertilizantes azufrados, como es el caso del sulfato de amonio, que contiene 24% de azufre, tienden a evidenciar mejores resultados que un fertilizante nitrogenado, como es el caso de la urea.

En pasturas establecidas, especialmente después de un cultivo de papa, es necesaria la aplicación de azufre. En estos casos, se debe utilizar con preferencia el azufre elemental (99% de azufre) en lugar de sulfato de amonio, debido a que éste es altamente soluble en el suelo. Un nivel recomendado de azufre elemental varía entre 20 a 40 kg/ha/año. Las fuentes azufradas más comunes son: el Sulpomag (11,5% de magnesio y 22% de azufre) y el Nutrimón (25% de nitrógeno, 15% fósforo, 3% de azufre y 2% de magnesio). Su uso es en dosis de 200 kg/ha/año (4 sacos), aplicado en forma fraccionada durante el año, al dejar pasar uno o dos pastoreos en forma intermitente.

La fertilización con fósforo es más compleja, debido a múltiples factores que afectan el nivel de fósforo en el suelo. Entre ellos se encuentra el nivel de nitrógeno y potasio, contenido de materia orgánica y pH. En el caso de suelos de origen volcánico, como el de la Sierra ecuatoriana, es más difícil conocer la fijación potencial del fósforo en el complejo humus-aluminio. Sin embargo, es de mencionar que no se ha evidenciado efectos residuales de fósforo aplicado al cultivo de la papa. En todo caso, se asume que, cuando el nivel de fósforo del suelo es más de 12 ppm, no hay respuesta de éste elemento. Este aspecto es de interés, ya que la cantidad de fósforo presente entre 0 cm. y 10 cm. de profundidad del suelo (zona de máxima actividad radicular de los pastos), es más alto que el valor mencionado anteriormente, debido al proceso de mineralización de raíces de los pastos. De esta manera, a partir del suelo se puede estar cubriendo las necesidades de fósforo y no se evidencia respuestas significativas en el rendimiento de pasto a la aplicación de fósforo. Sin embargo, se requiere mantener un nivel de 75 a 100 kg/ha/año, a fin de mantener el nivel adecuado de fósforo en el suelo. Este aspecto explica que, con la aplicación de fósforo hasta 150 kg/ha, en forma conjunta con niveles crecientes de fertilización nitrogenada, no se logran incrementos adicionales en el rendimiento del forraje.

Otro aspecto por considerar es la interacción fósforo-azufre, la cual revela que, cuando se combinan los dos nutrientes, se puede aumentar el rendimiento de pasto más que cuando se aplica sólo fósforo. En este caso, la respuesta es mínima. El efecto sinérgico del azufre y del fósforo se evidencia en las pasturas mixtas, que incluyen tréboles y aumentan la población de estos últimos. En general, con base en resultados experimentales del INIAP, un nivel de hasta 40 kg de azufre y 75 kg de fósforo ha/año son suficientes para asegurar rendimientos y alta calidad de las pasturas.

Fertilización con potasio y magnesio

En los suelos de la Sierra ecuatoriana el contenido de potasio es generalmente alto. Por lo tanto, la fertilización con potasio no muestra efectos en la producción de gramíneas y tampoco en la población de leguminosas. Esto es debido a que los pastos ex-

traen aproximadamente 180 kg de potasio/ha/año, y devuelven una parte del potasio al suelo a través del aporte de las heces y orinas de los animales. Sin embargo, si fuera necesario un complemento, el uso de muriato de potasio o Sulpomag es una alternativa por considerar en el programa de fertilización. Así, un nivel adecuado, cuando la pradera ya está establecida, es de un saco de 50 kg de muriato de potasio ha/año, aplicado a la siembra o una vez por año.

En relación con el magnesio, la investigación no demuestra efectos sobre el rendimiento de forraje. Sin embargo, se conoce que, a niveles altos de nitrógeno y potasio, se reduce el efecto del magnesio en el metabolismo animal y los predispone a una condición de hipomagnesia, conocida también como tetania de los pastos. En consecuencia, en la época de lluvias, cuando las pasturas contienen altos niveles de nitrógeno no proteico y potasio o los niveles de nitrógeno y potasio aplicados a la pastura sean altos, mayor debe ser la fertilización con magnesio. Este hecho también contribuye a mantener una alta población de tréboles, si los hubiera, así como a prevenir los problemas asociados de salud animal. Es de mencionar que las leguminosas, como los tréboles y la alfalfa, en comparación con las gramíneas, demuestran preferencia por captar los iones de magnesio del suelo. Se conoce que la alfalfa extrae del suelo alrededor de 36 kg/ha/año de magnesio, y el trébol blanco, alrededor de 10 a 15 kg/ha/año, cuando está en una proporción del 20% en la pastura mixta. Estos niveles pueden ser parcialmente suplidos al fertilizar con Sulpomag o Nutrimón en las cantidades de cuatro sacos de 50 kg /ha/año.

Control de malezas

En la Sierra ecuatoriana es muy frecuente que la invasión o aparición de malezas empiece en lugares aislados, desde donde tienden a diseminarse si no se toman las medidas aconsejables de control. La utilización de productos químicos se debe realizar al establecer el potrero o al hacer la división de los potreros. Los herbicidas más recomendables son los que contienen el producto químico activo: 2.4D; 2.4.5-T: 2.4-D sal amina; dalapón/TCA y glifosato. Posteriormente, el control se debe realizar en forma manual, cada uno o dos ciclos de pastoreo, en dependencia del tipo de malezas y su agresividad en relación con el pasto.

EL COMPONENTE ANIMAL

Producción de leche y carne

En el subsistema de producción de leche del sistema “Papa-Leche”, el manejo del componente animal exige la ubicación secuencial y dinámica de las etapas del ciclo de vida natural de los animales dentro de un ciclo de vida productivo. Estas etapas son: edad del primer apareamiento, período de gestación, parto y período de producción, y dentro de esta última, la continuidad del ciclo. Sobre estas etapas influye la alimentación, la genética y la sanidad animal, conocimientos que se deben integrar para manejar eficientemente el componente animal. Es de mencionar que, en algunas fincas, se crían los terneros y se los engorda al ser novillos; por lo tanto, la producción de carne también debe ser considerada.

Formación del hato

La formación del hato lechero es parte fundamental del componente animal en un sistema agropecuario de “Papa-Leche”. Para lograr formar un buen hato, es importante conocer el tipo de ganado predominante y con mejor adaptación en la zona a través de los años. La existencia de registros de producción en establos vecinos permite una decisión más rápida y puede originar una forma de cría con un tipo definido de ganado. Sin embargo, en algunos casos es difícil o imposible obtener registros confiables, por lo que se considera que, en las zonas de altura, las razas lecheras especializadas, sobre todo las de gran tamaño, tienden a presentar dificultades de adaptación a la altura, lo que se traduce en niveles bajos de producción y en reproducción deficiente.

Selección del ganado

Las razas de ganado lechero, tales como la Holstein, la Pardo Suizo, la Jersey, la Ayrshire y la Guernsey, han sido originadas a través de la cría selectiva hasta llegar a las que ahora se conoce como raza pura. En las zonas templadas de Europa, de América del Norte y de América del Sur, estas razas se han mejorado con base en su productividad. No obstante, en la región andina su comportamiento es relativo, aunque existen zonas de altura donde algunos ganaderos, a un costo elevado, las han introducido y adaptado. La importación actual de vacas puras representa un costo que no se compensa con los beneficios que origina, y sólo se justificaría en la medida de necesitar vientres para su fin específico reproductivo de mejoramiento animal.

En algunas zonas de la Sierra ecuatoriana, no se manejan adecuadamente los recursos disponibles, por lo que es difícil de obtener altas producciones de leche por animal, exclusivamente basado en pastoreo. En estas zonas es común el ganado nativo o criollo, como producto de una mezcla de diferentes tipos. Este tipo de animal, en términos generales, está mejor adaptado, pero en algunos casos no alcanza niveles de producción de leche y de reproducción económicamente rentables. Por lo tanto, se prefiere utilizar cruces que proporcionen animales de tamaño mediano, con un nivel de producción moderado, y que posean una reproducción satisfactoria en el hato, al considerar el mayor número de cabezas por unidad de superficie (Fotografía 21). En este caso, no es necesario que este tipo de animales pertenezca a un grupo o composición racial determinada y tampoco requiere estar sujeto a un sistema de cruzamiento rígido. El único requisito indispensable es que se mantenga una adecuada producción de leche, obtenida a través de los cruces, y se aplique sobre ellos cierta presión de selección basada en criterios de producción y reproducción.

Fotografía 21. Grupo de vacas cruzadas con Holstein que pastorean en una zona de la Sierra ecuatoriana.

Al t e r n a t i v a s p a r a l a s e l e c c i ó n d e l g a n a d o

En los lugares donde no existe un tipo definido de vaca para producir leche, se podrán considerar las siguientes alternativas.



Cría selectiva del ganado nativo o criollo

Dentro de las posibilidades de mejorar el ganado lechero en cualquier región, conviene observar y determinar el tipo de animal que existe o pueda servir como base para la cría. La selección continua de vacas nativas o criollas con base en registros de producción, así como el apareamiento de las buenas productoras con toros criollos escogidos con base en la producción de sus hijas, dará origen a un tipo de ganado lechero de mejores cualidades que la base original. Sin embargo, este esquema no es practicado con regularidad metodológica debido a que no existen programas de mejoramiento de ganado criollo o nativo.

Cruzamiento rotacional

El uso de animales productivos y adaptados a las condiciones de altura, al alternar cada generación con toros de valor genético alto, constituye un medio para obtener mejores vacas productoras sin perder adaptabilidad a la altura; sin embargo, hay casos en que el toro tiende a transmitir el problema de “mal de altura”.

El sistema de cruzamiento alternativo con dos o más razas se puede usar en un hato que no tiene un tipo definido. El uso de dos razas permite mantener un grado de heterosis necesario para la producción de leche; al utilizar tres razas se logran mayores ventajas. Sin embargo, el costo y el mantenimiento del control de los cruces respectivos es complicado y hace necesario un mayor conocimiento de la genética animal (Figura 7).

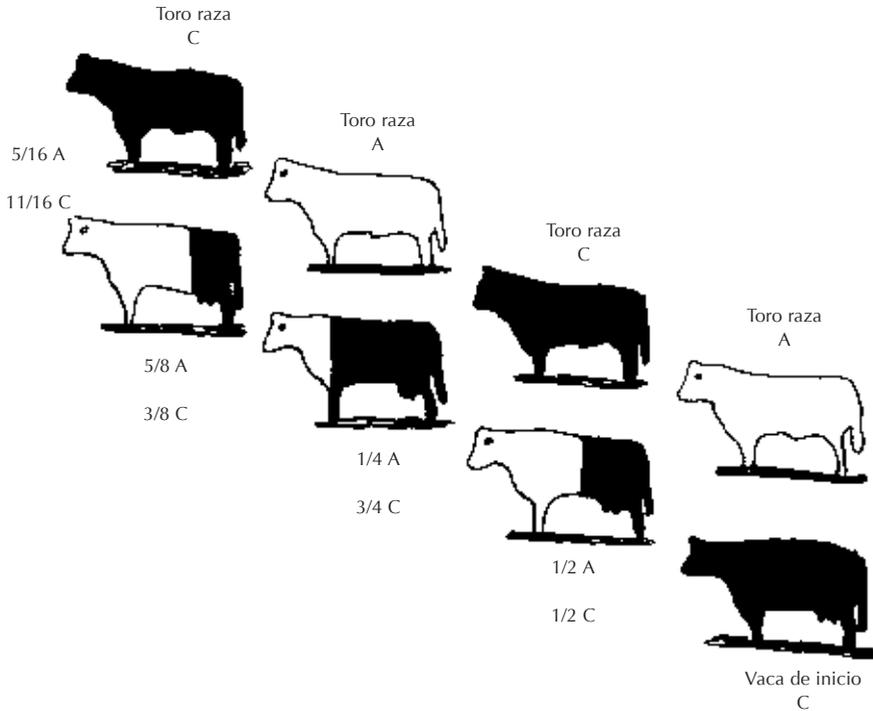


Figura 7. Esquema del cruce rotacional de dos razas.

Cruce absorbente

Es el más utilizado. El apareamiento de toros de raza con superioridad genética al tipo o raza de la vaca permite un mejoramiento rápido, siempre que la raza o el tipo que se utilice se adapte y produzca en el medio. En la Sierra ecuatoriana, este cruce ha sido utilizado con éxito. Sin embargo, a medida que se aumenta el grado de pureza de las vacas, se puede evidenciar una disminución de adaptabilidad condicionada a la producción, la cual declina, debido a que no se atienden las exigencias de la nutrición y la sanidad animal de los animales puros. En este tipo de cruce, se debe considerar que, a medida que los animales se mejoran gradualmente en el curso de las generaciones, la producción de leche aumenta por razón de cualidades hereditarias, lo que hace necesario tener mejor alimentación y mejores cuidados sanitarios (Figura 8).

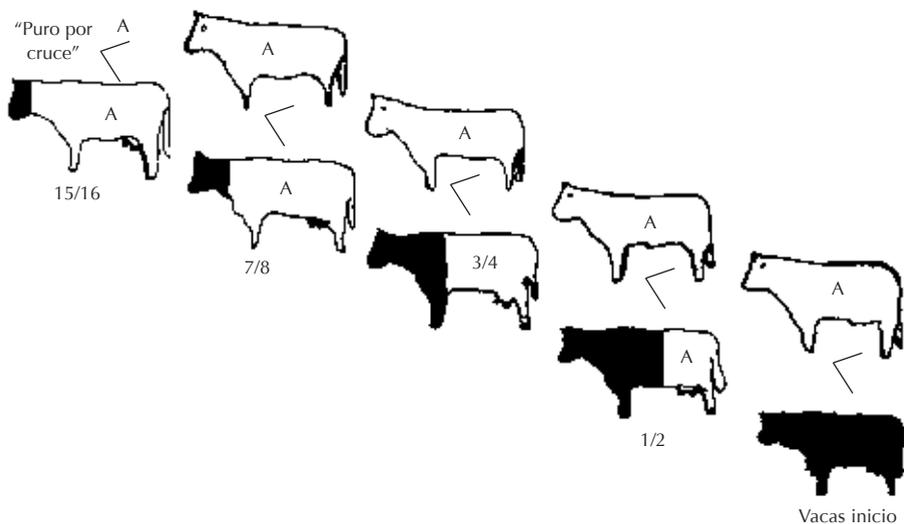


Figura 8. Esquema del cruce absorbente.

El ciclo productivo del ganado lechero

Toda vaca próxima al parto se debe encontrar en buenas condiciones, sin que esté excesivamente gorda. Una alimentación equilibrada durante el período de lactancia y un período de descanso antes del parto contribuyen a obtener una buena condición durante la vida productiva de la vaca.

Después del parto, la vaca tiende a perder peso durante los dos o tres meses iniciales del período de lactancia; posteriormente aumenta cuando se mantiene en buenas condiciones de alimentación y cuidados. Generalmente, la pérdida de peso al comienzo de la lactancia se debe a la utilización de grasas acumuladas en el período de gestación, mecanismo fisiológico que compensa los requerimientos energéticos que exige la producción de leche.

El efecto de alimentar y preparar adecuadamente a la vaca para el parto durante el período de seca redundará en la producción total de la lactancia. La alimentación adecuada durante el período de seca, que abarca entre las seis y las ocho semanas anteriores al parto, debe continuar después del parto, hasta llegar al punto máximo de producción, lo cual redundará en la producción total de la lactancia, ya que eleva la producción hasta el máximo y se tiende a mejorar la persistencia, según se muestra en los puntos A y B, respectivamente, de la Figura 9.

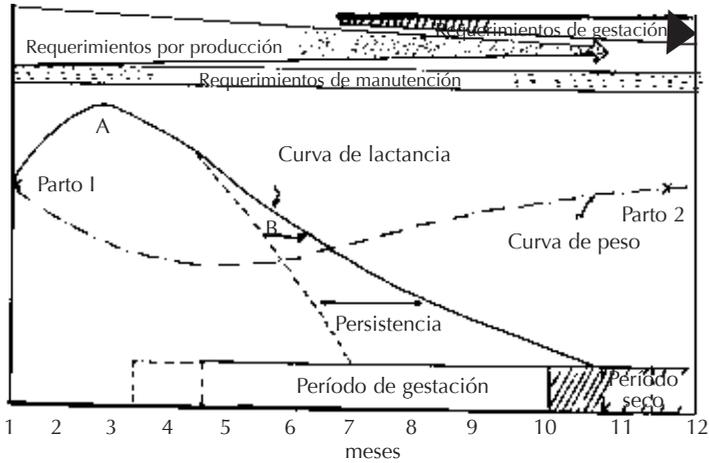


Figura 9. Representación esquemática y teórica del ciclo productivo del ganado lechero.

La adecuada alimentación, al considerar la fase de incremento de producción y el decremento de ella, coincidente con el inicio de la gestación, debe estar acorde con los requerimientos nutricionales, lo que se evidencia en una vaca con condición corporal buena. La Fotografía 22 describe una vaca en dichas condiciones.

Fotografía 22. Representación esquemática de una vaca en condición corporal adecuada.



Re que ri mien tos y cui da dos nu tri cio na les

En la Sierra ecuatoriana, debido al potencial genético de las vacas existentes, la producción de leche entre vacas es de gran variabilidad, a lo cual se suman las condiciones de alimentación y de sanidad, así como la interacción entre ellas. Sin embargo, en términos promedios y en dependencia de su estado de lactancia, el nivel de producción de vacas de media crucea fluctúa entre cinco y ocho kilos por vaca por día. Con base en el pasto disponible, es posible cubrir los niveles de producción, siempre que se tenga un adecuado valor nutricional de las pasturas y un manejo específico de la superficie que se cultiva.

Un forraje adecuado a una zona en particular, en buenas condiciones, cubre adecuadamente los requerimientos de manutención y parte de los de producción. El ajuste de los requerimientos nutricionales en relación con el aporte de nutrientes del pasto consumido se puede realizar con base en el promedio del nivel productivo del hato. Sin embargo, se deben considerar los casos individuales, especialmente con vacas de alta producción y fuera del rango normal del promedio del hato. En el Cuadro 18 se presentan los requerimientos nutricionales de proteína y energía para vacas en producción.

En el Cuadro 19 se presenta un cálculo del aporte de nutrientes que ofrecen cuatro pastos comunes en la Sierra ecuatoriana. Al relacionarlo con el Cuadro 18, se observa que, en cualquier caso, la energía es el factor limitante para producir lo que sería posible con sólo la proteína, según sea la madurez de la especie utilizada y el tipo de vaca. Los niveles de producción que se obtendrían varían entre cinco y ocho litros de leche por vaca por día, sin recurrir a suministros de suplementación alimenticia.

Al utilizar los Cuadros 18 y 19, se debe considerar que los forrajes varían en calidad y que la cantidad de nutrimentos que aportan está de acuerdo con la madurez del forraje, lo cual incide sobre un consumo óptimo. La diferencia entre nutrientes aportados por el pasto y los exigidos por el nivel de producción se pueden ajustar con base en concentrados o subproductos alimenticios. El uso de concentrados es costoso y, en la mayoría de los casos, no se conoce su nivel energético, por el cual se recurre indebidamente a la proteína para ajustar los requerimientos, aunque ésta no es un factor limitante, especialmente con los pastos de la Sierra ecuatoriana.

Cuadro 18
Requerimientos nutricionales de proteína y energía metabolizable por día para vacas,
considerando su mantenimiento y producción*

Peso vivo kg	Nutrimento	Nivel de producción en kg de leche con 3% de grasa									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
350	Proteína ¹	0,57	0,65	0,73	0,80	0,88	0,96	1,03	1,11	1,15	1,19
	Energía ²	13,91	15,04	16,11	17,18	18,25	19,32	20,39	21,46	21,53	21,68
400	Proteína	0,60	0,68	0,76	0,84	0,91	0,99	1,07	1,14	1,18	1,23
	Energía	15,11	16,18	17,25	18,32	19,39	20,46	21,53	22,60	22,67	22,75
450	Proteína	0,63	0,71	0,79	0,87	0,94	1,02	1,10	1,17	1,22	1,29
	Energía	16,20	17,27	18,34	19,41	20,48	21,55	22,66	23,69	23,78	23,89

Elaborado: INIAP, 2004.

* Calculado con base en las recomendaciones del National Academy of Sciences: Nutrient Requerimientos of Dairy Cattle, 2003.

¹ kilogramos/día ² Energía metabolizable, Mcal/día

Cuadro 19

Aporte de nutrientes proporcionados por el pasto de acuerdo con su consumo, estimado con base en el peso del animal*

Forraje o mezcla forrajera (materia seca)**	Nutrimento	Peso Kg		
		350	400	450
Alfalfa	Proteína, kg	1,67	1,85	2,02
	Energía Metabolizable, Mcal	21,16	23,39	25,55
Mezcla 1: Rye grass (perenne y anual); pasto azul; trébol (rojo y blanco)	Proteína, kg	1,40	1,55	1,69
	Energía Metabolizable, Mcal	19,27	21,30	23,27
Mezcla 2: Rye grass (perenne y anual); trébol blanco	Proteína, kg	1,37	1,51	1,65
	Energía Metabolizable, Mcal	19,16	21,18	23,13
Mezcla 3: Rye grass perenne y trébol blanco	Proteína, kg	1,47	1,63	1,78
	Energía Metabolizable, Mcal	19,64	21,71	23,71
Mezcla 4: Falaris y trébol blanco	Proteína, kg	1,02	1,13	1,23
	Energía Metabolizable, Mcal	15,33	16,94	18,51
Mezcla 5: Avena forrajera y vicia	Proteína, kg	1,40	1,55	1,70
	Energía Metabolizable, Mcal	20,46	22,61	24,70

Elaborado: INIAP, 2004.

* Los valores calculados consideran el consumo de materia seca ajustado solo por digestibilidad; no se considera gasto energético por pastoreo (adicionar 20-30% según disponibilidad de forraje).

** Forraje o mezcla forrajera descrita en el Cuadro 16.

Prácticas para la buena alimentación

Maximice el consumo de forraje

Esto es posible cuando se ofrece pasto de buena calidad nutritiva y en cantidades suficientes. Si la pastura es vieja, el consumo será mínimo. La división del potrero en apartos, al considerar la rotación diaria de los animales y el descanso adecuado al aparto, facilita obtener una mejor utilización y mejor consumo del forraje (Fotografía 23).



Fotografía 23. Forraje de excelente calidad.

Generalmente, el consumo depende de la digestibilidad y palatabilidad del forraje, la cual disminuye conforme el pasto envejece. Así, pastos tiernos con digestibilidades altas (65-72%) presentan consumos de materia seca entre 3,2 a 3,5 kg por cada 100 kg de peso vivo. Digestibilidades menores presentan consumos entre 2,4 a 3,2 kg de materia seca por cada 100 kg de peso vivo. Sin embargo, en forma general se puede usar la regla del consumo de forraje fresco del 10% del peso vivo.

Provea agua y sombra en los potreros

La construcción de bebederos centrales y accesibles desde cada apartado facilita y economiza el manejo de los animales. Una sombra adecuada se consigue al dejar o sembrar árboles altos y frondosos y al considerar la división de los potreros (Fotografía 24).

Provea sales minerales, especialmente calcio y fósforo

Los minerales constituyen parte fundamental de una serie de procesos fisiológi-



Fotografía 24. Se debe proveer abundante agua limpia y sombra.

cos de gran importancia en la producción y la reproducción; la utilización de sales mineralizadas, especialmente de calcio y fósforo, es recomendable (Fotografía 25). La utilización de llantas facilita el suministro de sales; sin embargo, debe considerarse la forma de techarlos, debido a que la lluvia se acumula en el fondo del saladero y malogra el producto.



Fotografía 25. La sal y los suplementos minerales son necesarios para una buena producción de leche.

Ajuste las diferencias nutricionales al usar subproductos agro-industriales

Normalmente el pasto no supe todos los nutrimentos necesarios para la producción. En el caso de encontrarse diferencias entre los nutrimentos aportados por el pasto y los exigidos para un alto nivel de producción, los subproductos agroindustriales, especialmente los energéticos, contribuyen a suplir la energía faltante en las gramíneas.

Suplementos agroindustriales: melaza y urea

La diferencia de nutrientes entre lo requerido y lo aportado por el pasto puede ser cubierta con concentrados, siempre que contengan los nutrientes en concentración deseadas y que sean de bajo costo. Para fines de describir el proceso de complemento de nutrientes, se presenta el uso del subproducto industrial de la caña de azúcar: la melaza. Ésta, adicionada con pequeñas cantidades de urea, proporciona un suplemento de bajo costo y alto valor nutritivo (Cuadro 20).

Cuadro 20

Energía y proteína, aportados por un kilogramo de mezcla de melaza y urea

Normalmente se mezcla la melaza con urea al 3%. Esta mezcla se suministra entre dos y tres kilos por día, lo que proporciona entre 260 gramos y 390 gramos de pro-

Nutrimento	Melaza con urea al 3%			
	0%	1%	2%	3%
Proteína g/kg	40	70	100	130
Energía Mcal/kg	2,70	2,67	2,64	2,62

Elaborado: INIAP, 2004.

teína y de 5,24 a 7,86 Mcal de energía metabolizable, lo que, sumado a lo que el pasto aporta, es suficiente para ayudar a producir un nivel de entre ocho y diez litros de leche por vaca por día, según el estado de lactancia y el potencial genético de la vaca.

Para calcular la cantidad de melaza que se debe suministrar diariamente, es necesario considerar la producción de leche y el consumo diario del pasto. Por ejemplo, si el promedio de producción es de 12 litros de leche por vaca por día y el pasto es la mezcla de opción 2 (Cuadro 16), el aporte de nutrientes en vacas de 400 kilogramos de peso es de 1,51 kilogramos de proteína y 21,18 Mcal de energía metabolizable. Para el nivel de producción, se requiere de 1,54 kilogramos de proteína y 23,73 Mcal de energía. La diferencia de 0,03 kilogramos y 2,55 Mcal se puede suplir ampliamente con un kilogramo de melaza con urea al uno o uno y medio por ciento (1–1.5 % de urea). En forma similar se puede calcular la suplementación sobre la base de concentrados.

Conservación de forrajes

El pasto es el recurso más abundante y, a la vez, el más barato para la alimentación del ganado. Sin embargo, existen factores que afectan su producción. En la Sierra ecuatoriana, las características ecológicas son variables. Una de ellas, y de importancia, es la precipitación pluvial, la que determina en gran parte el crecimiento del forraje. La disminución de la tasa de crecimiento reduce la disponibilidad de pasto, por lo que se hace necesario usar con más eficiencia los recursos que se tienen disponibles y buscar una alternativa de alimentación para la época de baja producción de pasto, al mismo tiempo que se mejora su utilización en la época de lluvias. Una de las alternativas en la época de baja producción del pasto es la utilización de las sobreproducciones del pasto en la época de invierno, que han sido conservadas como heno o ensilaje (Fotografía 26).

La henificación tiene la ventaja de que no disminuye su valor nutritivo conforme madura. Además, es posible considerar otras alternativas, como los pastos de corte y ensilaje para la época seca, y utilizar especialmente avena forrajera o maíz forrajero. La preparación de heno se dificulta en ciertas zonas, debido a que la mayor disponibilidad de forraje se tiene en la época de lluvias.

Significado y cuidados de uso de la alimentación balanceada en hatos



Fotografía 26. Conservación de forraje: ensilaje y henificación.

lecheros

En forma general, los hatos de producción de leche ubicados a lo largo de la Sierra ecuatoriana dependen del pasto, y es éste la base de la dieta alimenticia. Sin embargo, es oportuno comprender las limitaciones que tiene el pasto para aportar en la proporción adecuada y la cantidad con todos los nutrientes que le son indispensables a la vaca, para satisfacer sus requerimientos nutricionales, principalmente en épocas de escasez, cuando baja notablemente el rendimiento y la calidad del forraje, lo cual afecta al ganado de alta producción. En esta forma, se puede justificar la aplicación de un programa de suplementación bajo el criterio de utilizar una ración balanceada “*como una fuente complementaria al pasto y no como un sustituto del mismo*”.

La eficiencia en el uso de raciones balanceadas en vacas lecheras en pastoreo y la respuesta biológica de la vaca (en términos de producción lechera) depende de algunos factores que pueden afectar en mayor o menor grado el éxito de la suplementación en condiciones de pastoreo. Esos factores son: el estado fisiológico de la vaca, la digestibilidad de la pastura, la digestibilidad del concentrado y la digestibilidad conjunta de la pastura y el concentrado. La suplementación utiliza generalmente concentrados comer-

ciales, aunque también pueden ser preparados en ciertas fincas.

Los concentrados son alimentos de alta concentración de nutrientes por kilogramo de alimento; generalmente poseen un contenido de materia seca superior al 85% con menos del 16% de fibra cruda. Cuando se trata de elaborar una ración para ganado de leche, es necesario conocer:

- Requerimientos nutricionales de los animales de acuerdo a su estado fisiológico. Existen tablas que contienen los nutrientes que requiere diariamente el animal, para cubrir sus funciones de mantenimiento, incluidos el pastoreo, el crecimiento, la producción y la reproducción.
- Composición química y valor nutritivo de los diferentes alimentos de uso animal.
- Restricciones que ofrecen ciertos alimentos, ya sea por disponibilidad, acción tóxica, costo o transmisión de características desagradables al producto final.

Uso de concentrado antes del parto

El período pre-parto o de seca es importante. Varía entre cuatro y 12 semanas; en este período la vaca tiende a reacondicionar sus reservas orgánicas y prepara sus tejidos mamarios para la próxima lactancia. Se estima que si el período de seca, con una debida alimentación, no ha sido de al menos entre 30 días y 60 días, la producción de leche puede disminuir de entre 20% y 30%.

Resultados experimentales sugieren utilizar un nivel de suplementación que permita ganancias de peso entre 500 y 700 gramos/día, que se pueden obtener con el uso del pasto adecuado y una adecuada suplementación, al considerar un concentrado con 2,5 Mcal/kg de energía metabolizable. Éste puede ser ofrecido en relación con la demanda de nutrientes; generalmente los productores tienden a usar entre 1,2 a 3,0 kg/día/vaca, pero esto depende del tipo de pasto y los requerimientos nutricionales; en todo caso, se debe hacer los cálculos y ofrecer lo necesario. El nivel de concentrado que se utilice puede ser ofrecido desde dos meses antes del parto, a fin de conseguir una adecuada condición corporal de la vaca y mejorar el inicio de la producción de leche, en un rango de entre 8% y 12%.

Uso de concentrado durante la lactancia

El plano nutricional óptimo durante la lactancia es más complicado de delimitar. En general, se espera una respuesta de las vacas a una mejora en el nivel de alimentación durante la lactancia. Resultados obtenidos en experimentos, con vacas Holstein Friesian de alta producción bajo pastoreo de praderas de Rye grass con trébol blanco, sugieren que el mejor momento de usar un suplemento es durante las primeras ocho

semanas post-parto, debido probablemente a un estímulo que se prolonga por el resto de la lactancia. Sin embargo, al pasar de un plano de alimentación de sólo pasto a otro en que además se usa concentrado, se puede esperar un efecto sustitutivo del pasto por el concentrado, cuyo valor calculado, como promedio, es de 0,7 litros de leche adicional por cada kg de concentrado, con un rango de 0,3 libras a 1,3 litros de leche. Esto tiene serias implicaciones en términos económicos, pues si la respuesta es menor a un litro adicional de leche por cada unidad de concentrado, no sería rentable ofrecer concentrados cuando las vacas pastorean praderas de alto valor nutritivo. Por el contrario, es posible evidenciar que vacas que pastorean en praderas de mediana o baja calidad responden con un efecto aditivo del concentrado sobre la producción de leche. En todo caso, la formulación de concentrado se basa con relación a la disponibilidad de alimentos, su precio y la demanda de nutrimentos nutricionales después de ser completados por el forraje disponible. En el Cuadro 21 se presenta un concentrado posible de formular.

Cuadro 21

Ejemplo de un concentrado para vacas lecheras con promedio de 12 litros de leche, por ser ofrecido durante el primer tercio de la lactancia

Ingrediente	Porciento, %
Cebada molida	16
Torta de trigo	10
Afrechillo de trigo	15
Raicilla de cerveza	12
Maíz amarillo molido	35
Melaza de caña	10
Mezcla mineral	2

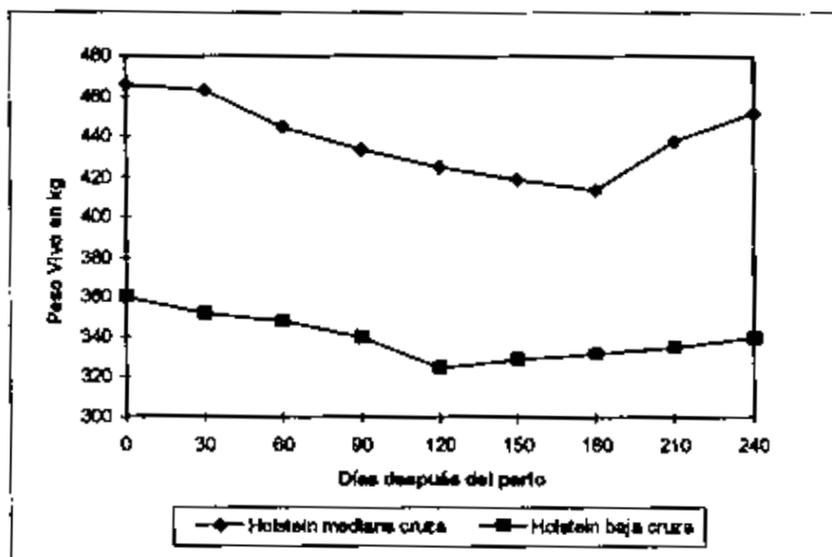
Elaborado: INIAP, 2004.

Materia seca: 86%. Proteína cruda: 14,3%. Energía Metabolizable: 2 490 kcal/kg de materia seca

Cambio en el peso vivo durante la lactancia

El peso vivo de las vacas es afectado por la etapa de lactancia y está relacionado con el potencial productivo y el nivel nutricional que se aplica. En la Figura 10 se observa que ambos tipos de vacas pierden inmediatamente después del parto alrededor del 10% de su peso vivo; esta pérdida de peso continúa hasta los 120 días o los 180 días, en dependencia del potencial productivo. Luego se observa una recuperación del peso, que ocurre generalmente un poco más tarde en las vacas con mayor potencial productivo, aspecto que indica que los requerimientos son mayores y, por lo tanto, se requiere de nutrientes para cubrir sus necesidades nutritivas. De manera que es necesario disponer siempre de una base forrajera adecuada a las condiciones del medio, que permita el máximo de nutrientes requeridos. Se considera que las pasturas mejoradas ofrecen mejores opciones que las praderas naturalizadas en términos de calidad nutritiva para cubrir mayores exigencias nutricionales de las vacas.

Figura 10. Cambio de peso vivo en vacas con distinto potencial de producción durante la lactancia en hatos lecheros en las comunidades de Chimborazo, que pastorean pasturas del



tipo Rye grass con trébol blanco, 1999.

Re p r o d u c i ó n

En el ganado lechero, la reproducción es una de las funciones más importantes en la producción de leche, ya que asegura la continuidad y la periodicidad del producto en relación con los gastos que demanda una explotación de este tipo.

Las vaconas que entren a servicio por primera vez deben tener el peso y la edad necesarios para llevar a cabo un buen desarrollo del feto sin que se comprometa su propio crecimiento. Generalmente, se inicia el servicio entre los 18 meses y los 20 meses de edad; sin embargo, es preferible que se determine la época del servicio con base en el peso corporal, al calcular el momento en que se alcance el 75% del peso adulto. Con una buena alimentación, este peso se puede alcanzar entre los 15 meses y los 20 meses de edad.

Los planes de apareamiento se deben estructurar para obtener una mayor producción de leche, y no se debe dejar que motivos de orden sanitario u otras causas interfieran en la reproducción. Para obtener una mejor eficiencia en los servicios, se recomienda:

- Asegurarse de la presentación del celo de la vaca.
- Asegurarse de que el celo es normal.
- Obtener un servicio oportuno en relación con el celo.
- No servir las vacas paridas antes de 40 días después de un parto natural.
- De ser posible, utilizar inseminación artificial con semen de toros probados, como un método de mejoramiento genético (Figura 11).

La monta directa es una práctica utilizada comúnmente, pero no es recomendable, ya que dificulta el examen de las vacas con problemas; al seguir la secuencia de los servicios, se cometen errores en los registros y se dificultan los tratamientos a las vacas con problemas de reproducción. La inseminación artificial elimina el mantenimiento de un toro en la finca, evita la difusión de enfermedades y facilita la utilización más eficiente y amplia de reproductores de alto valor, lo que contribuye a una forma del progreso genético del hato. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que, en fincas con hatos pequeños, la implementación de la inseminación artificial no es sencilla; además de su costo, se podría dificultar el proceso normal de la reproducción del hato, y presentar un mayor número de servicios por vaca, debido a la ineficiencia del procedimiento. En todo caso, se requiere de personal entrenado y de la evaluación de los costos de su implementación.

Control de la reproducción

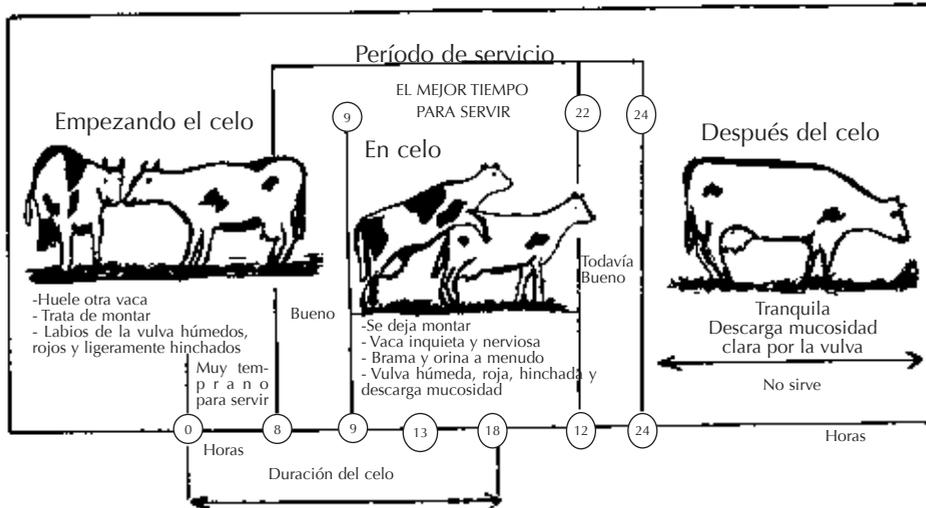


Figura 11. Diagrama con relación al momento óptimo para servir a las vacas.

El control del comportamiento reproductivo de las vacas en producción determina la continuidad y la eficiencia de la explotación lechera. Existen diferentes formas de llevar un control de la reproducción. Sin embargo, hay que tener presente que el método que se utilice proporcione tanto información del hato como de cada vaca. El control global debe ser diario y en éste se debe incluir el número de vacas vacías, vacas en producción, vacas paridas, vacas en celo, terneras, vaconas y vacas servidas.

Registros del comportamiento reproductivo

Como ayuda para hacer estos registros, se puede elaborar un cuadro o pizarra de control, al utilizar una cartulina pegada a una lámina de corcho, como se muestra en la Figura 12. Para esto, se hace una división por meses y, dentro de éstos, por semana. Se utiliza alfileres de colores que señalan vacas en producción, secas, partos ocurridos, mastitis, abortos presentados, servicios realizados con el toro o semen utilizado y fechas probables del parto. El cuadro o pizarra se puede completar día a día o cada semana, según los eventos que ocurran en el hato. Su uso facilita el análisis rápido y sencillo y permite una visión del hato en cualquier momento, sin requerir del análisis de tarjetas de registro, que en algunos casos traen dificultades en su uso.

Al considerar el mes de noviembre y seis vacas como base del ejemplo, con los datos anotados la interpretación sería la siguiente:

Vaca	E				F				M				A				M				J				J				A				S				O				N				D				E							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
1	0				0																																																			
2	0				0																																																			
3	0																																																							
4		0																																																						
5	0																																																							
B																																																								
n	Continúa el resto de la información hasta completar el total de vacas en el hato (incluyendo vacas secas)																																																							

0 Vaca en producción; 1 Fecha probable del parto; 2 Celó con servicio de toro; 3 Aborto; 4 Diagnóstico de preñez; 5 Mastitis

Figura 12. Cuadro para el control de la reproducción del hato.

- La vaca No. 1 parió y presentó mastitis a las dos semanas, fue servida después de 60 días, está preñada y debe parir de nuevo en enero.
- La vaca No. 2 abortó y fue servida al mes del aborto; luego siguió presentando celos y fue servida, y abortó después del cuarto y último servicio, a los tres meses y medio.
- La vaca No. 3 parió, presentó mastitis al principio de la lactancia, fue servida después de cinco meses, se repitió dos veces el servicio; posiblemente esté preñada. Es necesario hacer un diagnóstico de preñez.
- La vaca No.4 parió, presentó mastitis, fue servida a los 60 días, está preñada y debe parir en enero.
- La vaca No. 5 parió y presentó mastitis; fue servida a los siete meses después del parto.

En conjunto, y con base en los eventos que se repitan, se obtienen las conclusiones; posteriormente se registrarán las medidas tomadas. Al seguir el ejemplo anterior, se puede concluir que este hato presenta serias deficiencias:

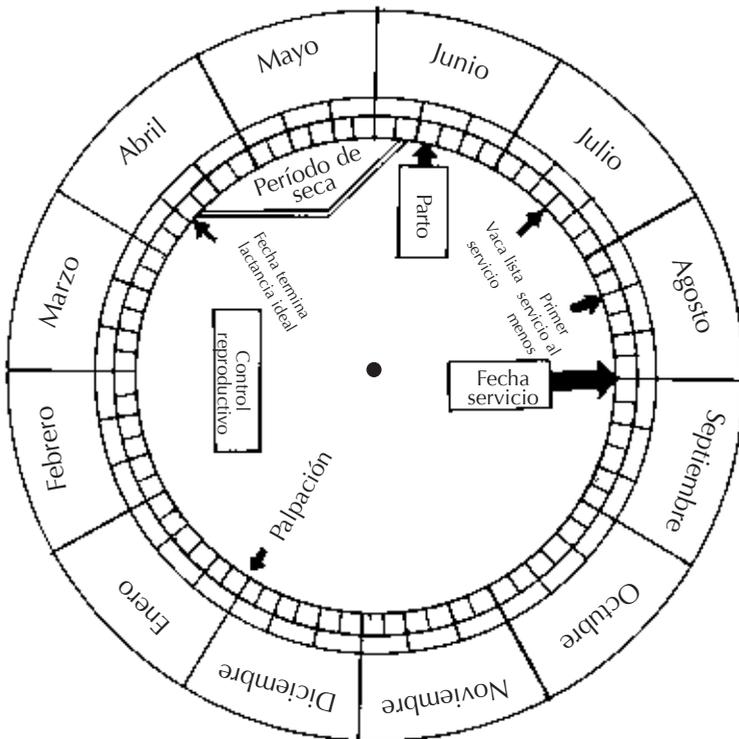
- Existe un 83 % de vacas en producción (cinco vacas), una en seca (17%).
- Existe un valor de 4,5 servicios por concepción (9/2); revisar semen de toro.
- Se presenta mastitis después de cada parto. Es necesario observar y corregir defectos en el ordeño.
- Hay vacas con presentación de celos tardíos y con repetición de servicio. Es necesario examinar las vacas con problemas.
- Es posible que exista mala observación del celo y poco control de las vacas al apareamiento.

El análisis individual de cada vaca puede ser realizado con un disco de control de reproducción. Este puede realizarse en la confección en cartón, como el que se muestra en la Figura 13. El centro del disco debe ser giratorio para poder colocar la flecha que indica el día de servicio en que éste ocurre y calcular así la fecha probable del parto. Al colocar la flecha de parto en el día que ocurra, se podrá analizar el comportamiento reproductivo de cada vaca del hato, y comparar lo que debió suceder con lo que realmente ocurrió. En caso de que los eventos no sean iguales o similares, se deberán examinar los animales para averiguar las causas.

Figura 13. Disco para el control de la reproducción, que puede ser confeccionado en cartón con la información de la forma del manejo reproductivo que se realiza en el hato.

Ma n e j o y c r a d e t e r n e r o s

La cría de terneros representa una actividad de importancia en un hato lechero.



Su objetivo principal es aumentar el hato y reemplazar a los animales adultos que se eliminan por baja producción. El nacimiento de hembras es lo más deseable en una ex-

plotación lechera; sin embargo, la proporción de nacimientos es similar para los machos y las hembras, y al ser dichas proporciones las deseadas, es frecuente que los machos sean eliminados en los primeros días de nacidos. Sin embargo, en hatos pequeños es común criar terneros machos; en todo caso, se debe considerar la posibilidad de su cría bajo un método económico, lo cual redundará en un ingreso extra.

Es de considerar que, en la mayoría de los hatos lecheros, no se presta la atención necesaria a las terneras y vaquillas en crecimiento. Sin embargo, se debe considerar que toda ternera, antes de ser vaca productora, tiene que desarrollarse adecuadamente, para lo cual requiere de alimentación y cuidados adecuados; por lo tanto, no sólo se deben tener bien cuidadas las vacas, sino también a las terneras, que son el crecimiento y el reemplazo del hato.

Recomendaciones antes del parto

Todo método de crianza de terneras se inicia antes del nacimiento. Así, la vaca debe secarse como mínimo entre uno y dos meses antes del parto. Su pastoreo debe ser en un pastizal adecuado, en lo posible compuesto de gramíneas y leguminosas. En esta etapa, se recomienda suministrar suplementos con relación a la demanda de nutrientes y lo aportado por el pasto, el cual debe ser de calidad de buena a excelente. Generalmente, se suple la diferencia de la demanda de nutrientes con 1 a 2 kg de concentrado/animal/día del mismo tipo que se destina a las vacas en producción de leche. Entre 10 días y 15 días antes del parto, la vaca debe ser trasladada a una área denominada “potrero de maternidad”; esta zona es ubicada, en lo posible, cerca de la casa, para observarla continuamente y tomar las medidas preventivas en caso de requerir ayuda durante el parto.

Cuidados del recién nacido

La vaca debe parir en forma natural y sin ayuda. Cuando se evidencia que existen anomalías en la salida del ternero debido a que se puede tratar de un parto distócico (parto difícil), es necesario que un profesional o una persona con experiencia asista el parto. Una vez ocurrido el parto, por lo general, la vaca se preocupa por su cría; comienza a secarle al lamer vigorosamente todo el cuerpo. En caso de que eso no ocurra, se debe proporcionar algunos cuidados: retirar cualquier membrana o mucosidad adherida a la boca o la nariz; estimular la respiración, al comprimirle y dilatarle el pecho en forma alterna con las manos, o al frotarle el cuerpo con un costal de yute, cáñamo, hierba seca o tamo. El ternero recién nacido es susceptible a contraer enfermedades vía cordón umbilical o por la boca. Como prevención, es necesaria la aplicación de tintura de yodo (alcohol industrial 1 l, yoduro de potasio 40 g y yodo metálico al 7%, 20 g) o

cualquier desinfectante-cicatrizante en el cordón umbilical; en caso de sangrado por el cordón, se puede hacer un nudo con el cordón o amarrar con una piola para prevenir una hemorragia. El ternero que se encuentra en buenas condiciones de salud, generalmente se pone en pie a la media hora de haber nacido y de manera paulatina va a lactar de la ubre de la vaca (Fotografía 27). Sin embargo, antes que el ternero mame es conveniente lavar la ubre con agua tibia y jabón, con el fin de prevenir infecciones. En caso de que el ternero no mame directamente de la ubre de la vaca, se utiliza un balde o botella debidamente limpios, y se debe cuidar que el calostro se tome lo más pronto posible, después del parto.

Fotografía 27. Amamantamiento directo después del parto.

Nutrición y alimentación de los terneros

El método de alimentación de terneros más común, en explotaciones que realizan un ordeño diario, es el de ordeñar la vaca con el ternero al lado, y dejar parte de la leche en la ubre o dejar un cuarto sin ordeñar, para que el ternero mame durante tres o seis horas al día. La práctica del ordeño con ternero es muy generalizada, y hay que tener en cuenta que la vaca “no suelta la leche” si no lo tiene al lado.



Cada finca en particular tiende a tener su propio método de alimentación de terneros. En la mayoría de los casos, estos métodos son modificaciones de las prácticas

modernas recomendadas, dado que algunos productores consideran que éstas implican un mayor costo o la utilización de cantidades de leche en la alimentación del ternero, que de otra forma se podrían vender. No obstante, se debe tener en cuenta que toda modificación de un método recomendado trae dificultades.

En su primera etapa de vida, desde el nacimiento hasta aproximadamente tres meses, la ternera se comporta como un monogástrico, es decir, no rumiante. No obstante tener definidos los cuatro compartimientos del estómago, el abomaso o “estómago verdadero” tiene el doble de capacidad de los otros tres compartimientos, y es el único funcional y en forma paulatina tiende a aumentar el rumen. (Figura 14). El crecimiento del rumen se ve influenciado con el consumo de alimentos fibrosos; por tal razón se debe incluir en su alimentación inicial cantidades de heno fresco y de buena calidad.

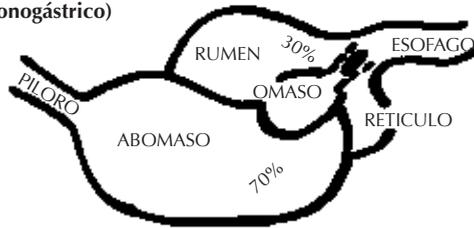
En la primera etapa de vida, el calostro y la leche aportan la mayor parte de los nutrientes necesarios para llenar sus requerimientos. Las enzimas digestivas del ternero son especializadas para actuar sobre la leche; aunque, en dependencia del tipo de alimentación, desde las dos semanas de edad se producen otras enzimas que desdoblan otros alimentos para ser absorbidos y aprovechados por el animal.

En el animal adulto, el abomaso representa solamente el 8% del sistema digestivo total; en cambio, el rumen representa el 80%. Por lo tanto, la evolución del rumen de la ternera, desde que se comporta como un monogástrico hasta la condición de poligástrico o rumiante, es de importancia para el ganadero, debido a que la crianza exclusivamente con base en la leche y el concentrado resulta muy costosa, por lo que conviene sustituirlos mediante el uso de pasturas y otros alimentos de menor costo en el menor tiempo posible.

A medida que la ternera crece, sus órganos digestivos sufren ciertas transformaciones, en especial el rumen, que se desarrolla y supera en volumen al abomaso y, al mismo tiempo, aumenta su función de absorción de nutrientes. Los factores que inciden sobre el desarrollo anatómico y funcional del rumen de la ternera son: edad, nivel de leche y tipo de alimentación.

Las primeras manifestaciones de la rumia comienzan temprano en la vida de las terneras, especialmente cuando hay consumo temprano de alimentos sólidos y fibrosos. Se considera que, a las cuatro o seis semanas de vida, la función ruminal es comparablemente similar a la del adulto, lo que significa que la actividad de la micro-flora ruminal, para desdoblar los principios nutritivos del pasto o el concentrado, se aproxima a la de los adultos. Entonces, en dependencia del tipo de alimentación, a esa edad, se puede prescindir de la dieta líquida sobre la base de leche. Dicho de otro modo, la alimen-

A. pre rumiante (monogástrico)



B. Rumiante

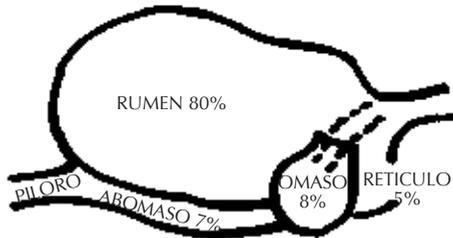


Figura 14. Diagrama simplificado del aparato digestivo de los terneros y de la vaca: (A) pre rumiante (monogástrico) y (B) rumiante.

tación con leche durante períodos largos, únicamente tiende a mantener los pre-estómagos (retículo-rumen) poco desarrollados y no funcionales. En cambio, una temprana ingestión de alimento sólido acelerará el desarrollo muscular y funcional del retículo-rumen. Así, con un rápido desarrollo del rumen, se obtiene la ventaja de tener menos leche para el consumo de las terneras, lo cual representa mayor volumen de leche para la venta. Aunque inicialmente haya un menor crecimiento de la ternera, al reducir la cantidad total de leche, en etapas posteriores habrá una compensación debido a la adaptación a la alimentación con forraje verde y concentrado. Desde el punto de vista económico, es más eficaz un ternero rumiante que uno no rumiante. Esto, debido al bajo costo relativo de los nutrientes provenientes del forraje verde.

Utilización del calostro

La vaca no transmite por vía placentaria una completa inmunidad a la ternera; por lo tanto, la ternera nace sin anticuerpos y se halla indefensa contra posibles infecciones. El medio por el cual la vaca imparte defensas a la ternera es a través del calostro, que contiene gama-globulinas y anticuerpos, asociados a proteínas. Por lo tanto, la

ternera debe recibir calostro a las pocas horas del nacimiento para obtener protección contra las enfermedades.

La necesidad de que se le administre calostro lo más pronto posible se debe a que la permeabilidad del intestino de las terneras, que permite la absorción de proteínas, disminuye aceleradamente después del nacimiento.

En la práctica, se recomienda que la ternera consuma calostro en una cantidad de cuatro a seis litros diarios durante cinco días, repartidos en dos tomas. Sin embargo, se debe enfatizar que, con un día de ingestión de calostro, es suficiente para proporcionar a la ternera defensas adecuadas. En algunas ocasiones, la ternera no mama a la primera hora del nacimiento, por lo que se debe proceder al ordeño de la vaca y proporcionar el calostro, ya sea en balde o en botella, en una cantidad de entre uno y 1,5 litros cada seis horas durante el primer día de vida.

Cuando el recién nacido no dispone de calostro, se puede preparar un sustituto del mismo, al mezclar un huevo batido con leche, agua y aceite de hígado de bacalao o aceite de ricino, en las siguientes proporciones: 0,3 litros de agua (1-2 tazas), un huevo batido, 1/2 cucharadita de aceite de hígado de bacalao o de ricino y 1/2 litros de leche entera. Esta mezcla debe proporcionarse durante los cuatro primeros días de vida de la ternera, en las raciones recomendadas para el calostraje. Otra forma de sustituir el calostro es al extraer sangre de la madre u otra vaca, se deja coagular y se le proporciona entre 15 cc. y 20 cc. de suero por vía endovenosa u oralmente, y se mezcla éste con un poco de leche. Sin embargo, ninguna de estas medidas reemplaza con gran efectividad al calostro natural, ingerido en las primeras horas de vida de la ternera.

Leche entera

Cualquiera que sea el método de alimentación, después de calostrada la ternera, el principal alimento será la leche entera en cantidades y períodos que deben ser planificados en función del sistema de crianza utilizado; en todo caso, se debe evitar el uso excesivo de leche, lo que de una u otra forma conducirá a elevar los costos de crianza.

Los terneros deben alimentarse con moderación durante los primeros días, pues en este período es mucho más peligroso una alimentación excesiva que una subalimentación, por lo que un suministro adecuado, incluso a las terneras de mayor edad o desarrollo, no se les debe ofrecer más de cuatro litros de leche diarios.

Datos experimentales demuestran que la cantidad mínima de leche para obtener buenos resultados en la crianza de terneras oscila alrededor de los 200 litros de leche entera. En algunos sistemas de producción, se utilizan entre 240 litros y 360 litros de

leche. Cantidades mayores retrasan el desarrollo ruminal y, sobre todo, tienden a resultar antieconómicos, puesto que son volúmenes que se pueden comercializar.

La ración diaria de leche se recomienda suministrar en dos tomas, con preferencia en las horas de ordeño. Conviene que la leche sea fresca, con una temperatura de 32 a 36 °C, y con la mayor higiene posible; en caso contrario, se puede causar diarreas por infección o indigestiones, especialmente cuando se ofrece leche fría.

Leche descremada

La leche descremada es un sustituto muy valioso en la crianza de terneras. La diferencia respecto a la leche entera radica en el valor energético o contenido de calorías. A continuación se presenta un Cuadro en el que se compara, como promedio, la composición química de la leche entera y la leche descremada.

Cuadro 22
Composición química de la leche entera y la leche descremada.

Tipo de leche	Materia seca	Proteína total	Proteína digerible	Energía digerible	N.D.T. bovinos	Grasa bruta	Calcio %	Fósforo %
	%	%	%	%	%	%		
Entera	12,9	3,9	3,3	0,71	16,2	3,7	0,12	0,09
Descremada	9,0	3,6	3,2	0,38	8,5	0,2	0,13	0,10

Elaborado: INIAP, 2004.

Los períodos de suministro de leche descremada se pueden prolongar hasta los seis meses. Se recomienda ofrecerla fresca y a temperaturas semejantes a la de la leche entera. Sin embargo, cuando se da leche descremada, es necesario proporcionar energía a partir de otros alimentos (heno o concentrado), para cubrir el déficit de energía de la leche descremada. Por otra parte, la leche descremada es más económica que la leche entera; sin embargo, su uso se ve limitado a aquellas explotaciones que tienen posibilidad de descremar la leche. Pero en todo caso, se debe estimular el crecimiento del rumen a edades tempranas. Las terneras alimentadas con leche descremada pueden no conseguir, en los primeros meses de vida, aumentos de peso semejantes a aquéllos alimentados con leche entera; sin embargo, pueden alcanzar pesos similares a los 18 meses de edad (alrededor de 320 kg), con una ventaja económica en su costo de producción.

Sustitutos de leche

Experimental y prácticamente se ha demostrado que la ternera puede recibir tempranamente una alimentación en la que la leche es sustituida por otros alimentos de valor nutritivo equivalente, sin que se altere el desarrollo normal de la ternera.

De acuerdo al precio de la leche, puede ser más conveniente utilizar los denominados sustitutos de leche. En el mercado, la calidad y la formulación de éstos varían considerablemente y pueden clasificarse en tres categorías, según los ingredientes que la contengan. Así, se conocen: a) productos lácteos, como leche en polvo, suero seco, caseína, etc.; b) productos procesados, como la soya preparada, y c) un amplio rango de productos, tales como harina de carne, proteína de pescado y harina común de soya. De manera general, un buen reemplazante de leche contiene al menos 20% de proteína de origen lácteo. El nivel de grasa puede variar entre el 15% y el 20%, y es útil para proveer a la ternera de energía y estimular la secreción de enzimas para una normal digestión.

Las grasas son sustancialmente de origen animal, aunque la lecitina de soya homogenizada es una fuente aceptable de grasa. Las fuentes de carbohidratos que se utilizan comúnmente incluyen la lactosa y la dextrosa, con lo que se evita el almidón y la sacarosa que, en las primeras etapas de crecimiento, la ternera no puede digerir eficientemente.

Por otra parte, los sustitutos lácteos presentan una restricción que consiste en que solamente se lograrán buenos resultados si se siguen estrictamente las instrucciones de los fabricantes, tanto en la preparación y la higiene, como en las proporciones de soluto (producto) y solvente (agua). Económicamente, el productor deberá observar los gastos, tanto del producto comercial, como de la preparación del sustituto, y comparar con el precio que recibe por la leche vendida, a fin de evaluar su eficiencia económica y obtener éxitos en el uso de sustitutos.

Formulación e inicio de la alimentación con dietas sólidas

Está claramente demostrada la importancia que tienen los alimentos sólidos (heno y concentrado) en el desarrollo del rumen del animal. El rumen puede desarrollarse completamente a los tres meses de edad si se proporcionan dietas que contengan un mínimo de 17% de fibra cruda, incluida en el heno o en el forraje muy tierno, más la inclusión de alimentos concentrados. De esta forma, se puede sustituir la alimentación líquida por alimentación sólida.

Alimentación concentrada

Desde el punto de vista económico, conviene destetar a las terneras lo más rápido posible. Cuando la ternera tiene una o dos semanas de edad, se debe iniciar la adaptación al consumo de alimentos concentrados, a fin de complementar el aporte nutritivo de la leche y el heno o hierba fresca, para lograr buenos incrementos de peso, entre 350 y 480 gramos/día, de acuerdo a datos registrados en la Estación Experimental “Santa Catalina” del INIAP.

En los esquemas de alimentación que se describen más adelante, el concentrado se recomienda proporcionarlo en un balde o comedero. Al principio, el consumo es escaso, hasta que se acostumbren, razón por la cual, a las terneras más jóvenes, se sugiere renovarles su ración dos veces al día, y dar el sobrante a los de mayor edad. Para terneras, se distinguen dos tipos de concentrado, que son utilizados en muchas ganaderías de la Sierra ecuatoriana:

Concentrado de iniciación.- Se recomienda utilizarlo desde la segunda semana hasta entre 50 días y 70 días de edad. Éste debe tener entre el 18% y el 20% de proteí-

na bruta, no más del 5% de fibra cruda y entre 2,5 y 3,0 Mcal de energía metabolizable. El siguiente concentrado es un ejemplo posible para ser utilizado:

La cantidad y la proporción de estos ingredientes dependerán del precio y de la disponibilidad en el mercado. No obstante, deben cumplir con los requisitos descritos anteriormente.

Concentrado de crecimiento.- Luego de los entre 50 días y 70 días de edad, se les puede suministrar un concentrado, cuyos requerimientos pueden fluctuar entre el 14%

Ingrediente	Porcentaje, %
Morochillo	45
Afrecho de trigo	20
Harina de pescado	10
Torta de soya	7
Torta de algodón	6
Melaza	10
Minerales	2

Elaborado: INIAP, 2004.

y el 16% de proteína bruta, entre el 10% y el 15% de fibra cruda y con 2,5 Mcal de energía metabolizable. Tal como en el caso anterior, el siguiente ejemplo puede cubrir esas necesidades:

Sal mineralizada

Los minerales desempeñan un papel importante en el metabolismo de los nutrientes. Por lo tanto, para un animal en crecimiento, la deficiencia de minerales puede ser tan grave como la escasez de proteínas o un suministro insuficiente de energía. En

Ingrediente	Porcentaje, %
Morochillo	40
Afrecho de trigo	50
Harina de pescado	2
Torta de soya	6
Minerales	2

Elaborado: INIAP, 2004.

la Sierra ecuatoriana, se han reportado deficiencias de fósforo, calcio, yodo, cobre, azufre, zinc y sodio en los suelos y pastos, por lo que estos elementos deben incluirse en la dieta de terneras. En una mezcla mineral para terneras, se recomienda un contenido de fósforo mínimo del 5%, con una relación cuantitativa de Calcio-Fósforo de 2:1.

Una forma de asegurar el consumo adecuado de minerales es la de adicionarlo como sal mineralizada en un porcentaje del 2% en el concentrado para terneras; además, una vez que las terneras salen a potreros pequeños, se les puede colocar saladeros protegidos de la lluvia, los cuales pueden ser portátiles o de fácil transporte de un potrero a otro. Aunque la cantidad y la proporción de los ingredientes depende de los precios, la disponibilidad y los requerimientos específicos, el Programa de Ganadería de Leche de la Estación Experimental “Santa Catalina” del INIAP recomienda mezclas minerales para terneras, semejantes a las que se describen a continuación:

Forraje verde

A partir de las dos semanas de edad, las terneras deben tener a su disposición forraje presecado o heno, hierba tierna o de mediana madurez, abundante en hojas, en lo posible producto de una adecuada composición de gramíneas y leguminosas. De esta manera, es posible lograr un máximo consumo de materia seca para estimular la función ruminal y expandirlo hacia una mayor capacidad del rumen, que más tarde se re-

Ingrediente	Para 45,4 kg	Para 100 lbs
Harina de huesos (10% P)	22,7	50
Sal mineralizada (tipo ecuasal)	22,7	50
Fosfato bicálcico (17,5% P)	13,6	30
Sal mineralizada (tipo ecuasal)	31,8	70
Hostaphos (17,5% P)	13,6	30
Caliza o conchilla	3,2	7
Sal mineralizada (tipo ecuasal)	28,6	63

Elaborado: INIAP, 2004.

lacionará con un posible mayor consumo de materia seca y producción.

Cuando se suministra heno a las terneras, es necesario que el pasto sea de lotes específicos para terneras. Todo el heno que no consume la cría debe retirarse diariamente y emplearse en la alimentación de otros animales; generalmente las terneras no suelen gustar del heno que ha sido previamente mordisqueado.

Agua

De modo general, un ternero consume agua diariamente en una cantidad igual al 10% de su peso vivo. Esto significa que una ternera de 50 kg de peso debe tomar alrededor de 5 litros de agua. Sin embargo, en los primeros días de nacida, la leche de la ternera tiende a cubrir los requerimientos de agua. A medida que crece la ternera, aumenta el consumo de alimentos sólidos (heno y concentrado), por lo que se recomienda

ofrecer agua a voluntad. Esta práctica debe iniciarse entre los ocho y los 20 días de edad. Todos los días se debe suministrar agua limpia, con preferencia potabilizada, después de ofrecer la leche, especialmente entre las 10 horas y las 12 horas de la mañana. El uso de un bebedero fijo contribuye a la libre disposición del agua.

Inicio de pastoreo

Los terneros deben salir lo antes posible al pastoreo. Generalmente, por razones ambientales, salen al pastoreo entre las dos y las cuatro semanas. Al salir el animal al pastoreo por primera vez, está expuesto a un estrés ambiental debido a la variación en la calidad del pastizal y el clima. La ternera que inicia el pastoreo tempranamente, muestra mayor habilidad de consumo, con más horas de consumo por día, que el ternero que inicia el pastoreo a una edad tardía. Además, aparentemente la ternera, mientras más joven es, tiene más habilidad para desarrollar sus defensas inmunológicas. Para iniciar el pastoreo de terneras se deben tomar en cuenta los siguientes criterios:

- La iniciación del pastoreo no debe coincidir con el destete, pues el estrés que éste ocasiona debilita al animal y lo hace susceptible a enfermedades.
- Es conveniente que el pastoreo se realice en la mañana y la tarde, y deben regresar la ternera al establo en horas de la tarde, donde recibirá sus raciones de leche, concentrado y heno.
- El pastoreo debe ser en potreros para uso exclusivo de terneras. Por la alta selectividad de la ternera, la rotación no debe ser mayor a los cinco días y el período de descanso dependerá de la carga dada, el tipo de pasto y la época del año.
- En el período de iniciación de pastoreo, los potreros deben preferiblemente estar libres de cargas parasitarias o lo más bajas posibles. Para lograrlo, existen prácticas para controlar los parásitos de los potreros, tales como rotar las terneras en ellos cada cinco días, renovar los potreros de las terneras cada año y hacer una extracción de heces antes de un corte de igualación por pastoreo.

Destete de la ternera

Un buen criterio para destetar la ternera consiste en observar el consumo; así, se puede destetar cuando se consiga, ya sea un consumo de al menos 0,8 kg de concentrado de crecimiento o 1,2 kg de materia seca, entre concentrado y forraje.

El consumo de materia seca puede estar representado en forma práctica de la siguiente manera: si consume 0,75 kg de un concentrado que contiene el 90% de materia seca, consumirá 0,675 kg de materia seca; además, si se observa un consumo de 0,650 kg de heno de gramíneas más leguminosas, que contiene el 80% de materia seca, el ternero consumirá 0,525 kg de materia seca. Al sumar las dos partes de materia seca,

se obtendrá un consumo de $0,675 + 0,525 = 1,2$ kg de materia seca.

Esquemas de alimentación

Existen muchos métodos de alimentación que utilizan mayores o menores cantidades de leche, el uso o no de pasto, concentrado, agua y sales minerales. El que se utilice debe ser el más económico posible y aquél que proporcione la mejor respuesta biológica; es decir, el que requiera menor inversión y permita, al mismo tiempo, un buen desarrollo de los animales. En el Cuadro 23 se presentan dos métodos de alimentación de terneras para reemplazo. Se observa que la diferencia fundamental entre los dos métodos es la cantidad de leche que se proporciona; el primer método determina un destete a las ocho semanas, y el segundo, a las cinco semanas.

En algunos hatos, para facilitar el trabajo y el control de la alimentación, se suministra una sola cantidad de cuatro litros diarios, en dos tomas, desde el nacimiento hasta los dos meses. Así, se evita pesar cantidades diferentes, lo que facilita el manejo de la ternera. En otros hatos, especialmente los de doble propósito, dejan al ternero un cuarto en forma rotativa cada día y paulatinamente se va ordeñando el cuarto, y se deja solo al ternero como apoyo y lo que pueda tomar cuando está con la vaca en pastoreo. Estos hatos se ordeñan una sola vez al día, y se recogen y se separan los terneros en horas tempranas de la tarde.

Cuadro 23

Métodos de alimentación de terneras para reemplazo, entre 0 y 180 días

Después de los cuatro meses de edad, es posible suplementar la alimentación al utilizar melaza. A partir del séptimo mes, la melaza se mezcla con urea al 3%. Esta suplementación no debe exceder de uno y medio kilogramo por día para cada ternera. La calidad del forraje que se ofrezca a los terneros deberá ser similar a la que estén consumiendo las vacas en producción.

Varios otros esquemas de alimentación, como los que se detallan a continuación, han sido probados en el Programa de Ganadería de Leche de la Estación Experimental “Santa Catalina” del INIAP, e inclusive han sido validados por los ganaderos y actualmente los utilizan rutinariamente en sus ganaderías, con las modificaciones propias a sus circunstancias (Cuadro 24 y 25).

Cuadro 24

Esquema de alimentación con leche entera. Alternativa I

Cuadro 25

Esquema de alimentación con leche entera. Alternativa II

Alimento	Edad (días)	Métodos de alimentación	
		I	II
Calostro (kg/día)	0-3	10% peso vivo	10% peso vivo
Leche entera o reconstituida (kg/día)	4-60	4+4+5+5+4+3+2+1	3+4+3+2+1
Iniciador o concentrado (kg)	7-90	Máximo 1 kg	Máximo 1 kg
Heno	7-180	Voluntario	Voluntario
Pastoreo	7-180	Voluntario	Voluntario
Ensilaje*	90-180	Voluntario	Voluntario
Agua	14-180	Voluntario	Voluntario
Sales minerales	7-180	Voluntario	Voluntario

Elaborado: INIAP, 2004.

* Complementa el pastoreo; calcular cantidades a ofrecer.

Alojamiento de terneros

Son varios los sistemas de alojamiento que se utilizan en las ganaderías de la Sierra ecuatoriana, los cuales se ilustran a continuación.

Crianza en establo

Requerimiento de espacio.- El requerimiento de espacio tiene relación con el número de vacas y la fertilidad del hato. Así, si se dispone de 15 vacas con un 80% de fertilidad, se obtendrán 12 terneros por año, equivalentes a cuatro terneros por trimestre. Una sala de terneros debe tener de cuatro a seis jaulas (cinco jaulas como promedio). En cada sala de crianza se deben considerar las siguientes necesidades de espacio (Figura 15). Cada animal necesita 10 m³ de volumen de aire.

Semanas	Leche entera litros/día	Concentrado kg/día	Heno o hierba presecada	Agua
1	2-3 (calostro)	Menos de 1/2	A voluntad	—
2	4	Menos de 1/2	"	—
3	4	1/2	"	A voluntad
4	4	1/2	"	"
5	4	1/2	"	"
6	4	1/2	"	"
7	4	1	"	"
8	4	1	"	"
9	4	1	"	"
10	4	1 1/2	"	"
11	4	1 1/2	"	"
12-26	0	1 1/2	"	"

Elaborado: INIAP, 2004.

Figura 15. Esquema de jaulas para la crianza de terneros en establo.

Semanas	Leche entera litros/día	Concentrado kg/día	Heno o hierba presecada	Agua
1	2-3 (calostro)	Menos de 1/2	A voluntad	—
2	4	Menos de 1/2	“	—
3	4	1/2	“	A voluntad
4	4	1/2	“	“
5	4	1	“	“
6	4	1	“	“
7-26	0	1 1/2	“	“

Elaborado: INIAP, 2004.

Seis animales por sala requieren 60 m³ de aire; con estos datos se puede calcular la altura de la sala de crianza de la siguiente manera:

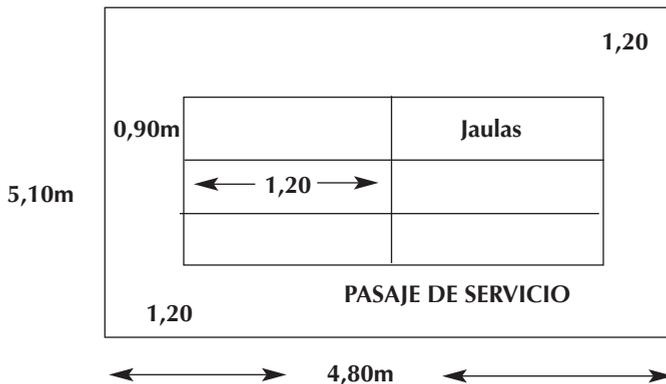
$$V = S \times h$$

Donde:

- V = Volumen de aire
- S = Superficie de la sala de crianza
- h = Altura de la sala

$$h = \frac{v}{s}, \quad h = \frac{60\text{m}^3}{24,48\text{m}^2}, \quad h=2,45\text{m}$$

Requerimiento de ventilación.- Un animal requiere 300 cm² de superficie para



entrada de aire. Según el ejemplo, seis animales necesitan 1.800 cm² (30 cm. de ancho

x 60 cm. de largo), que debe ubicarse a 1,50-2,0 m de altura de la sala de crianza. De igual forma, un ternero necesita 400 cm^2 de superficie para salida de aire, los seis animales necesitarán 2.400 cm^2 (40 cm. de ancho x 60 cm. de largo), ubicado sobre los 2 m de altura.

Otros requerimientos.- Las ventanas de la sala de crianza deben tener una dimensión equivalente al $1/15$ ó $1/18$ de la superficie del piso. Es conveniente disponer de techos translúcidos, cuya área sea $1/10$ de la superficie del piso. Humedad relativa, 60%-80%; temperatura ideal, 12-15 °C; inclinación del piso, 2-2,5%, e Iluminación, dos focos de 100 w por sala.

Cada ternero debe disponer de una jaula individual (Fotografía 28) cuyas dimensiones se indica en el Figura 15. Además, debe estar provista de comederos para concentrado y pasto (heno); los pisos de las jaulas serán de rejillas para facilitar la salida de heces y orinas. La limpieza en el establo y en las jaulas individuales es muy importante, ya que de eso depende el éxito de este sistema de crianza.

Una vez que ha salido la ternera de la jaula, ésta debe ser limpiada y desinfectada, y es necesario que permanezca desocupada por lo menos durante dos semanas antes de que la ocupe otra ternera. Sólo así será posible mantener una adecuada higiene como medida para prevenir enfermedades en las terneras.



Fotografía 28. Jaula individual para la cría de terneras.

Las terneras permanecerán alimentándose en las jaulas hasta cumplir los tres meses de edad; luego pueden pasar a colectivos, que son compartimientos de iguales características que las salas de crianza, con capacidad para entre cinco y 10 terneras. El área total para cada animal en el colectivo será de 3 m².

Las condiciones de higiene y ventilación deben ser las mismas a las de los compartimientos para jaulas, y cada colectivo tendrá comederos y bebederos propios, y preferentemente individuales para cada animal.

Crianza bajo cobertizo

Consiste en corrales de crianza bajo techo, que proporcionan una cama cómoda y limpia, donde el animal puede descansar. Estas camas son individuales y están construidas en tal forma que la ternera pueda entrar, pero no darse la vuelta, y de esta manera evitar que las ensucien con majada y orina.

La alimentación láctea la reciben en baldes; el forraje, el concentrado y el agua, en comederos y bebederos que dispone este tipo de construcción. Generalmente estos corrales tienen acceso a potreros para pastoreo (Fotografía 29). Este tipo de alojamiento se recomienda, sobre todo, para animales de más de dos meses de edad.

Crianza en jaulas portátiles



Fotografía 29. Crianza de terneras en forma colectiva bajo cobertizo.

El sistema consiste en construir jaulas cuyo espacio interior sea de más o menos 3 m² de superficie, con un pequeño techo en uno de sus extremos para protección del ternero. Bajo este techo se dispone de un comedero horizontal donde se coloca el concentrado para consumo del animal.

La leche y el agua se las suministra en baldes. A estas jaulas se las cambia de sitio, en el potrero, cada vez que el animal vaya consumiendo la hierba que existe dentro de sus límites. El material de construcción debe ser liviano para fácil transporte. Este sistema parece adecuado, particularmente, para productores que tienen un número pequeño de animales en crianza. No obstante, puede ser igualmente eficaz con un mayor número de terneros.

Crianza al sogueo

Este es el sistema más económico de todos los mencionados. Además, desde el punto de vista sanitario parece ideal, junto a la ventaja de que el ternero se cría al aire libre, lo que le proporciona una mayor capacidad de adaptación al medio.

Se la puede utilizar para criar un pequeño número de animales. Consiste en amarrar la ternera con una cuerda de 3 m de largo, provista de un destorcedor (saca vuelta), para evitar que la ternera se enrede en el cabo. La ternera debe ser sujeta de la cabeza mediante una jáquima. La estaca de sujeción del cabo puede ser de hierro y, en el extremo superior, disponer de dos anillos donde se pueda colocar dos baldes: uno para la alimentación láctea y otro para el concentrado. Cuando el ternero haya consumido el forraje del área cubierta con la longitud de la cuerda, se debe cambiar al ternero a un nuevo lugar dentro del potrerillo.

En experiencias desarrolladas en el Programa de Ganadería de Leche de la Estación Experimental “Santa Catalina” del INIAP, al comparar tres sistemas de crianza de terneros (Cuadro 26), no se encontraron diferencias importantes en el incremento de peso, lo que pone en evidencia que cualquier sistema de crianza puede ser igualmente eficiente desde un punto de vista biológico, ya que su uso depende más bien de los recursos disponibles y otros factores propios del productor de leche, así como de la higiene y los cuidados sanitarios.

Cuadro 26
Comparación de tres métodos de crianza de terneros de 0-6 meses de edad

Denominación	Sistema de crianza		
	Establo	Jaulas portátiles	Sogueo
Calostro/día, litro	4	4	4
Total calostro, días	5	5	5
Total leche/día, litros	4	4	4
Período de leche, días	90	90	90
Total de leche/terneros, litros	360	360	360
Concentrado/ternero, kg	50	50	50
Pasto fresco	A voluntad	A voluntad	A voluntad
Agua	A voluntas	A voluntad	A voluntad
Peso inicial, kg	42	43	40
Peso final, kg	93	95	87
Incremento de peso, kg/día	0,576	0,577	0,522

Elaborado: INIAP, 2004.

Registros de terneras

Cuando la ternera ha nacido, se recomienda que al menos sea identificada y luego marcada con un arete. Un registro óptimo debe contener la siguiente información:

- Lugar y fecha de nacimiento.
- Número de arete y sexo.
- Peso al nacimiento.
- Número o nombre de la madre y del padre.

Diagrama de identificación para razas de doble coloración, que consiste en dibujar las manchas blancas y negras tal como presenta la ternera en sus lados izquierdo y derecho.

Así mismo, debe contener la siguiente información complementaria:

- Fecha y peso de destete.
- Fecha de iniciación de pastoreo.
- Fecha y peso de barajo a medias.
- Fecha y peso de barajo a fierros.
- Vacunación: fecha de vacunación y tipo de vacuna.
- Registro de salud: fecha, diagnóstico veterinario, tratamiento.

Sin embargo, en hatos pequeños no se sigue la práctica de registro por medio de tarjetas. Por lo tanto, lo recomendable es tatuar o marcar los animales mediante un método simple de numeración correlativa con combinación de mes y año. El diagrama adjunto describe varias formas de identificar a los terneros.

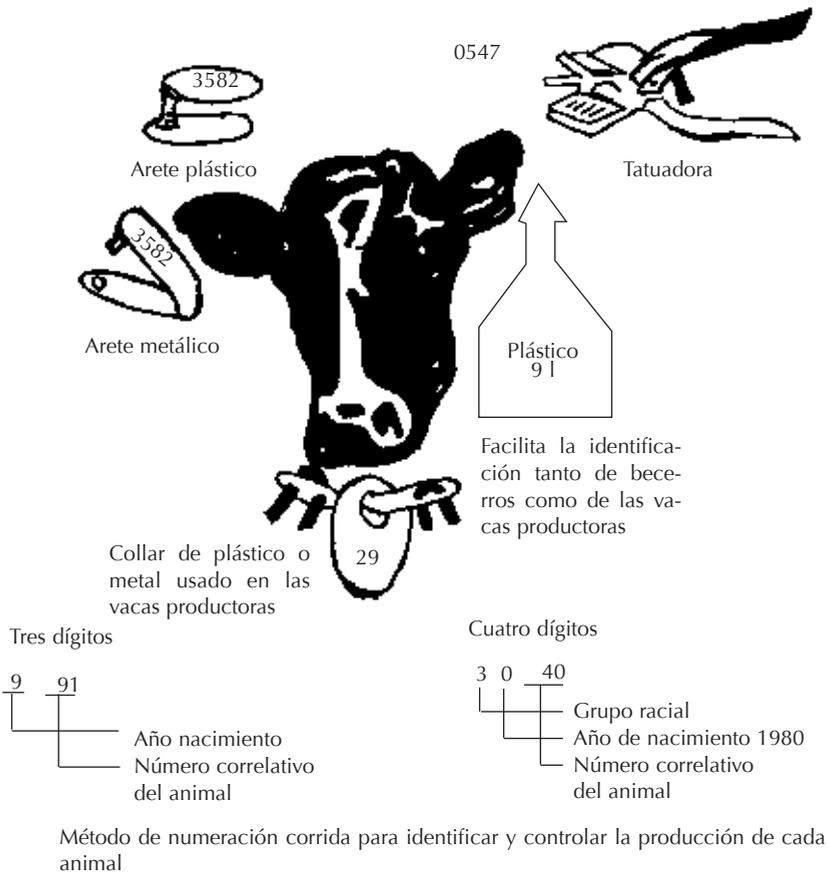


Figura 16. Diferentes formas de identificar a los animales para que el manejo de los mismos sea rápido y seguro.

Descorne de terneros

El descorne se realiza para facilitar el manejo de los animales y evitar posibles traumatismos al personal que hace el manejo, así como también entre animales.

La edad para descornar los terneros depende de los métodos de descorne. Generalmente, debe ser realizado entre siete y 15 días de nacida la ternera. A esta edad, los botones del cuerno son fáciles de localizar y el tejido es lo suficientemente blando para asegurar un fácil descorne con cualquiera de los métodos que se indican a continuación:

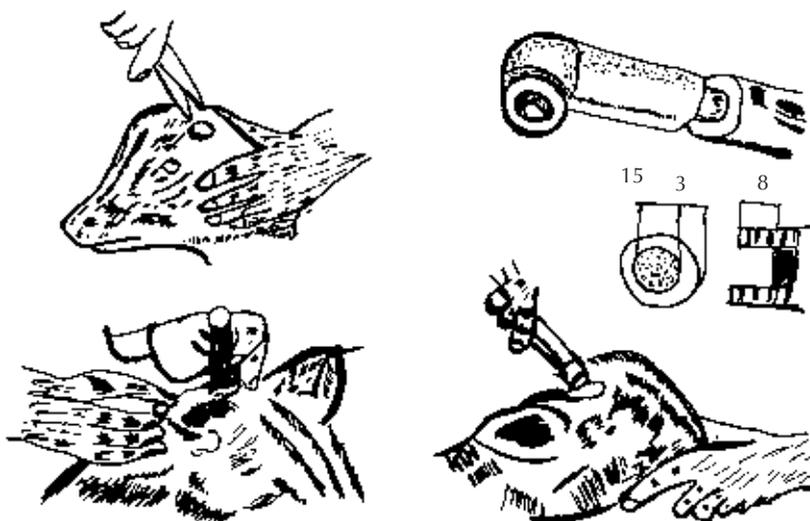
- Pasta descornadora o barra de potasa cáustica, la más práctica y sencilla de realizar.
- Descornadores eléctricos o calentados a fuego; son traumáticos y sólo son recomendables de usar cuando los botones del cuerno son muy grandes y no se puede usar potasa cáustica. Esto ocurre generalmente con animales mayores de dos semanas y menos de seis meses, y se debe utilizar previamente un corte con cuchilla o bisturí. Para animales mayores de seis meses, se puede usar una tijera descornadora. Para animales mayores de un año, es preferible despuntarlos.

En el Programa de Ganadería de Leche de la Estación Experimental “Santa Catalina” del INIAP, se utiliza la pasta descornadora (Figura 17), para lo cual se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Sujeción del animal (hembras de 7-15 días de edad).
- Ubicación del botón o cuerno.
- Depilación de la zona, con una tijera.
- Aplicación de vaselina sólida o grasa alrededor del botón.
- Colocación de la pasta descornadora en el botón.
- Separación del animal, para evitar contacto con otros animales.

Figura 17. Diagrama de descorne con potasa cáustica y descornador al fuego.

Eliminación de pezones supernumerarios



Las terneras pueden nacer con más de cuatro pezones. Generalmente, los pezones supernumerarios están ubicados detrás de los pezones posteriores, pero pueden estar entre los pezones anteriores y los posteriores o a los lados de la ubre. Puesto que los pezones supernumerarios dan mal aspecto a la ubre y pueden ser un obstáculo para el ordeño, éstos se deben extirpar a la edad de dos a cuatro meses.

Con la ternera sujeta y recostada, se procede a lavar la ubre, hasta dejarla limpia, y se utiliza una solución antiséptica. Es necesario identificar muy bien al pezón supernumerario, sujetarlo con una pinza hemostática o con los dedos de la mano, y mediante una tijera curva extirpar el pezón fácilmente (Figura 18). La pinza debe quedar sujeta durante unos minutos y después retirarla. Finalmente, en la herida ocasionada se aplica alcohol yodado.

Pezones suplementarios (X)

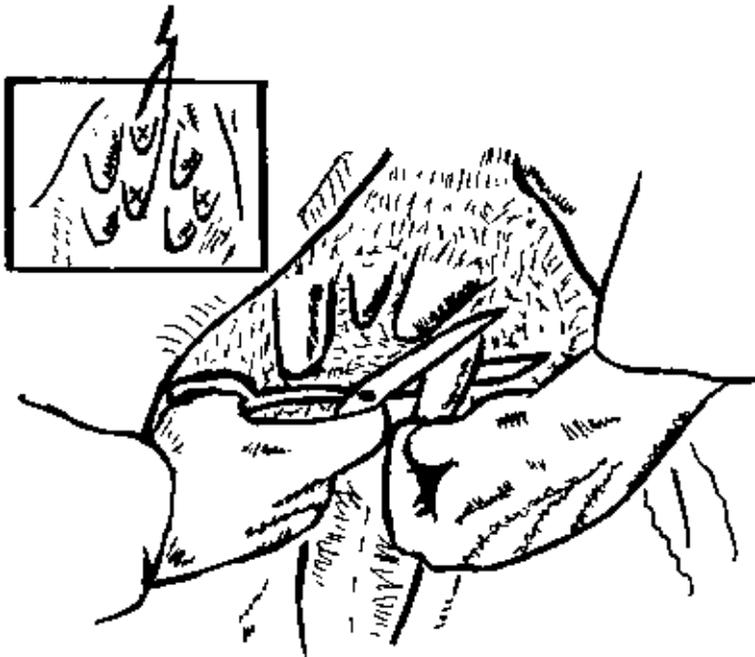


Figura 18. Diagrama de corte de pezones suplementarios. Cuidados y controles sanitarios de animales.

Cuidados y controles sanitarios de animales

La sanidad constituye uno de los pilares en que se apoya la producción de leche. Los animales enfermos en forma clínica o sub-clínica afectan los ingresos de la finca, por lo que es necesario llevar un control sanitario del hato para prevenir las enfermedades.

Un programa sanitario preventivo puede variar de zona a zona en dependencia del clima y de la incidencia de una determinada enfermedad. Los programas de sanidad se basan, en su mayoría, en la aplicación de tecnología desarrollada en otras zonas, modificadas y adaptadas a las condiciones de la Sierra ecuatoriana. Se enfocan hacia la prevención de enfermedades, como la neumoenteritis, la septicemia hemorrágica, el edema maligno, el ántrax, la brucelosis y el tratamiento y control de mastitis y de parásitos externos e internos. El programa sanitario que se presenta a continuación es un ejemplo y debe ser modificado y adaptado a cada zona en particular, de acuerdo a las enfermedades de mayor incidencia.

Vacunaciones

Para una adecuada práctica de vacunación, observar las siguientes recomendaciones:

- Fecha del vencimiento del producto.
- Asegurarse de que la vacuna ha sido conservada en refrigeración desde su elaboración hasta la aplicación.

Además, se deben tener en cuenta las siguientes precauciones:

- Leer y seguir las recomendaciones dadas por los laboratorios que producen las vacunas.
- Desinfectar el equipo de vacunación, incluidas las jeringuillas, antes de utilizarlas.
- Vacunar sólo a los animales que se encuentren completamente sanos.
- Quemar los residuos de vacuna que queden al término de la vacunación es lo más recomendable; en caso contrario, enterrar profundamente los envases y residuos.

Un adecuado calendario de vacunaciones es el que se muestra en el Cuadro 27.

Cuadro 27
Plan para el control sanitario; calendario de vacunaciones

Edad	Enfermedad	Medida sanitaria	Observaciones
Al nacer	Neumoenteritis	Corte y desinfección del ombligo. Vacuna contra neumoenteritis a las madres, 28 y 43 días antes del parto	Use alcohol yodado en frasco de boca ancha.
Desde 6 semanas	Tuberculosis	Tuberculinización cada 6 meses o cada año.	Eliminación de positivos.
Desde 2 meses	Leptospirosis	Vacunación. Desratización.	Revacunar a los 28 días y luego cada año.
Desde 2 meses	Víricas: IBR, PI ₃	Vacuna virus muerto.	Revacunar a los 28 días y luego cada año.
Cada 22 días hasta los cuatro meses	Parásitismo de diferentes tipos	Desparasitantes comerciales.	Según grado de infestación.
2 meses	Carbunco sintomático, Septicemia hemorrágica y Edema maligno	Vacuna Triple, 5 cc subcutáneo. Mejor octavalente.	Revacunación a los 8 a 14 meses una dosis igual, y luego cada año.
4-8 meses	Aborto contagioso de Bang (Brucelosis)	Vacuna Anti-Bang Cepa 19 Liofilizada, solamente a las hembras, 6 cc subcutáneo.	No se efectúa revacunación.
3-6 meses	Fiebre Aftosa	Vacuna Oleosa (IM), 3 cc. Intramuscular o subcutáneo.	Cada 6 meses hasta 4 dosis y, después, una vez por año.
8 y 14 meses	Septicemia hemorrágica	Vacuna Septicemia hemorrágica.	Revacunación 2 veces al año; cambios de estación seca-lluviosa.
Adultos	Parasitismo	Baños parasiticidas o uso de desparasitantes internos.	Según grado de infestación; consulte productos comerciales.
Vacas en producción	Mastitis	Prueba de mastitis; uso de antibióticos.	Prueba diaria de jarro de fondo negro previo al ordeño. CMT, una vez por mes.
Vacas	Brucelosis	Diagnóstico de laboratorio en suero sanguíneo una vez por año.	Eliminación de positivos.

Elaborado: INIAP, 2004.

Control de enfermedades

Las enfermedades de las terneras suelen presentarse y complicarse cuando no se toman en cuenta los siguientes factores: errores de alojamiento y alimentación, establos sucios y fríos, corrientes de aire, uso permanente de establos sin desinfección, mala ventilación, utensilios sucios, leche fría y alimentos viejos o mal conservados. Las principales enfermedades que afectan a las terneras son:

Diarrea

Es una de las enfermedades más importantes de las terneras recién nacidas. Se caracteriza por una diarrea profusa, que causa debilidad aguda y muerte.

Causas. La diarrea de tipo infecciosa es causada principalmente por bacterias *Escherichia coli*, aunque hay otras bacterias y virus que también pueden ser causantes de esta alteración. Al parecer, hay factores que predisponen a esta enfermedad, ya que disminuyen la resistencia de la ternera a la infección: a) terneras que han carecido de suficiente calostro son altamente susceptibles a la diarrea infecciosa; b) administración de leche fría o en exceso, lo que ocasiona indigestiones debido a alteraciones en la función de las enzimas digestivas, y c) cambios repentinos en el clima y exposición brusca de las terneras al frío, a la humedad o a corrientes de aire.

Síntomas. Este tipo de diarrea ocurre con frecuencia en terneras menores de 2-3 semanas de edad. Las terneras pueden mostrar los primeros síntomas dentro de las 24 horas posteriores a su nacimiento. Caen en letargo, no toman alimento y pueden denotar síntomas de dolor abdominal cuando se los palpa. Pueden morir dentro de un lapso de 24 horas sin mostrar diarrea. Las heces son de color claro y acuosas y pueden presentar burbujas de gas y partículas de sangre. La ternera se muestra afiebrada, pierde peso rápidamente, los ojos se le hundecen y muere al cabo de dos a cinco días. La diarrea infecciosa puede propagarse rápidamente a todo el rebaño de terneras, y causar muchas muertes si no se toman las medidas adecuadas de tratamiento.

Tratamiento. Las drogas a base de sulfas y diferentes antibióticos han demostrado efectividad. La dosis depende de la droga usada, la edad y el peso relativos de la ternera. En el Cuadro 28 se describe uno de los posibles tratamientos por seguir en caso de diarrea.

Cuadro 28

Tratamiento simple para caso de diarrea infecciosa en terneros

Neumonía

La neumonía o “mal bobo” es una enfermedad aguda y enzoótica (contagiosa) que se caracteriza por una secreción nasal y dificultades en la respiración de la ternera.

Días	Agua hervida*	Leche (l)	Antibiótico**
1	2	0,0	Clorotetraciclina
2	1,5	0,5	Clorotetraciclina
3	0,5	1,0	Clorotetraciclina
4	?	1,5	Clorotetraciclina
5	0	2,0	
6	—	2,0 + hierba	
7	—	2,0 + hierba + concentrado	

Elaborado: INIAP, 2004.

* El agua hervida y la leche se proporcionan mezcladas y tibias (36 °C.).

** El antibiótico puede variar según la resistencia de bacterias existentes.

Causas. Es una enfermedad de tipo viral, probablemente complicada con invasión bacteriana secundaria. Así, el principal responsable es el virus Parainfluenza Tipo 3 (PI3). Los virus y bacterias pueden ser invasores simultáneos, pero ello se debe a algunos factores predisponentes directos: a) mal calostro, lo que resulta en terneros débiles; b) exposiciones bruscas a bajas temperaturas, como corrientes de aire, noches frías, alojamientos húmedos, y c) hacinamiento o demasiados terneros en un establo con mala ventilación; existe mayor incidencia de esta enfermedad cuando hay terneros de varias edades concentrados en el lugar de alojamiento.

Síntomas. Esta enfermedad puede afectar a las terneras desde que tienen dos semanas de edad, aunque es más frecuente en los animales de entre dos y seis meses de edad. Entre los síntomas de la neumonía, la ternera presenta tos, secreción nasal mucopurulenta, dificultad en la respiración, respiración crepitosa (ronquidos), respiración acelerada, aumento de la frecuencia cardíaca, aumento de la temperatura corporal, debilidad, falta de apetito, pérdida de peso y, en algunas ocasiones, la muerte. El cuadro clínico se complica con diarreas blancas y profusas. La enfermedad es contagiosa y puede ocasionar muchas muertes, si no se controla oportunamente.

Prevención. La prevención con bacterinas contra la neumonía y la enteritis no proporciona mayor beneficio. La mejor prevención es el calostro. En sistemas de producción donde hay alta incidencia de neumonías y diarreas, se puede intensificar la provisión de calostro, al proporcionar hasta 1/2 litro en un balde limpio, cada dos horas de vida del animal. Junto al calostro, la mejor manera de prevenir esta enfermedad radica en una buena organización y buen manejo de los establos de crianza.

Tratamiento. Por experiencia desarrollada en el Programa de Ganadería de Le-

che de la Estación Experimental “Santa Catalina” del INIAP, cuando las terneras padecen de neumonía se realiza el siguiente tratamiento: a) se les abriga con un costal sobre el lomo, y b) se les administra antibióticos, principalmente la combinación penicilina-estreptomicina.

Difteria

La Difteria de las terneras es una enfermedad aguda e infecciosa, que se caracteriza por la formación de llagas y tejidos muertos en la boca, la garganta y la laringe. La difteria puede atacar a otras terneras y a vaconas de mayor edad, pero principalmente se observa en ganado de entre dos y 12 meses de edad.

Causas. Es causada por *Spheroforus necroforus*, uno de los principales organismos implicados en el panadizo, que ataca los cascos de los animales adultos. Este microorganismo infecta las pequeñas heridas de la boca, causadas por alimentos ásperos o por los propios dientes. La toxina de este microorganismo puede causar la muerte, incluso, antes que el daño se haya extendido. La saliva de las terneras afectadas infecta el pasto, el lecho o la cama, etc.

Síntomas. La presentación de la enfermedad es sorpresiva; el primer síntoma observable es una elevada temperatura corporal. Así mismo, la ternera puede permanecer con la lengua afuera y puede observarse salivación por la boca. Además, el animal rehúsa todo el alimento, tose permanentemente y se descubren llagas amarillo-grisáceas en la boca, la garganta, las mejillas y las encías. Las deposiciones presentan apariencia de queso y emiten un característico olor desagradable. A menos que la ternera sea tratada rápidamente, se producen depresiones, debilidad y pérdida de peso.

Prevención. Dado que una de las causas de esta enfermedad es el suministro de hierba demasiado madura, que le produce lesiones en las mejillas y la boca del animal, es aconsejable alimentar a la ternera con heno de buena calidad o hierba tierna. Una vez que se ha presentado la enfermedad, es necesario aislar las terneras enfermas, limpiar el recinto y observar cuidadosamente los animales infectados.

Tratamiento. Para el tratamiento contra la difteria, se puede inyectar tanto sulfas como penicilina. Si se puede llegar hasta las llagas de la boca, se recomienda realizar limpieza en los tejidos necróticos y luego tratar con producto especial para mucosas; en caso contrario, se puede utilizar tintura de yodo. Si se administra sulfas o penicilina con prontitud, y en las dosis adecuadas, la incidencia de esta infección disminuye considerablemente.

C mo prac ti car un buen or de o

El ordeño constituye una de las actividades más importantes que se realiza en una explotación lechera. Del cuidado que se preste a este proceso dependerá la obtención de un mejor resultado en la producción. Debe tenerse en cuenta que la secreción de leche es un proceso continuo y la leche que se acumula en la ubre debe ser extraída o la secreción se detendrá gradualmente.

En el ordeño, sea manual o mecánico, se realiza un estímulo en la ubre que llega por vía nerviosa al cerebro, que ordena a la glándula pituitaria segregar oxitocina, conocida como la hormona de la leche (Figura 19). Esta hormona llega por vía sanguínea a los músculos internos de la ubre en el transcurso de uno o dos minutos; en ese momento se empieza a producir la bajada de la leche. Si durante este tiempo se produce algún trastorno, el proceso se altera y no hay colaboración de la vaca. Todo ordeño se debe realizar dentro de los cinco minutos después de la “bajada de leche”, y así se obtiene la máxima cooperación por parte de la vaca.

Cuando se inicia el ordeño, se está determinando la ayuda que se le da a la vaca para obtener toda su leche. La presión interna que existe en la ubre es de 30 milímetros de mercurio; cuando se estimula la presión, sube a 60 milímetros y se mantiene así durante cerca de cinco minutos; luego se inicia un período de descenso, que en la vaca normal dura varios minutos. Una demora de cinco minutos para iniciar el ordeño significará menor cooperación por parte de la vaca, debido a que la presión de la ubre vuelve a su nivel original, Figura 20.

A. Los nervios llevan el estímulo del masaje al cerebro y a la glándula pituitaria

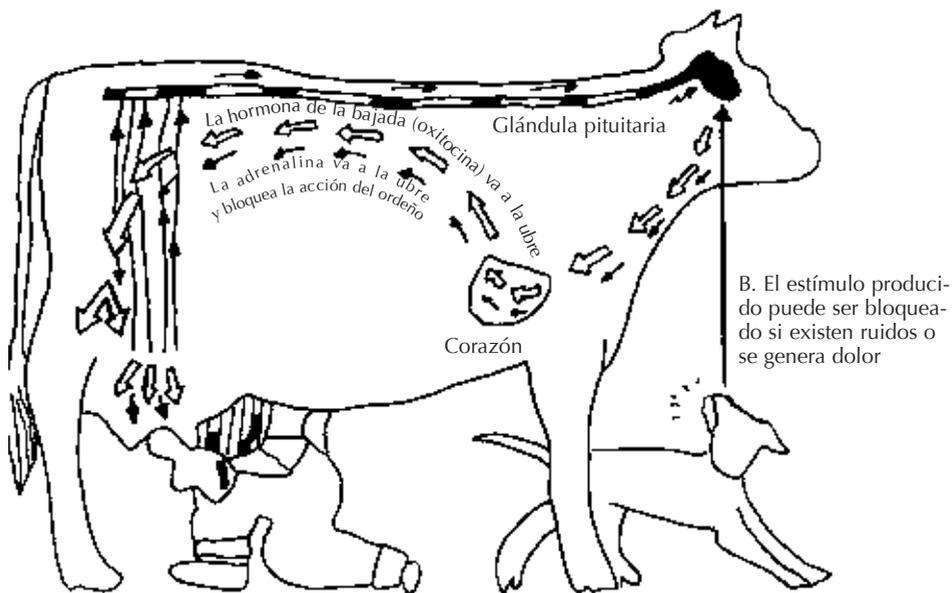


Figura 19. Esquema de los estímulos durante el ordeño y la forma cómo se afecta la "bajada de la leche"

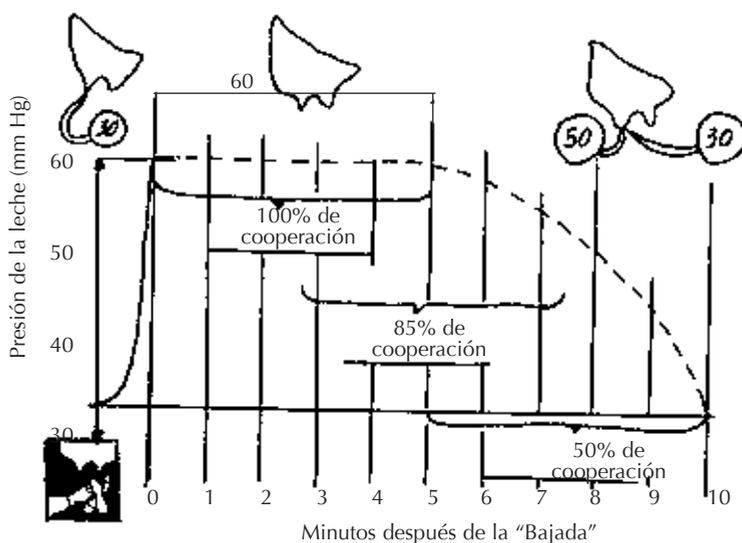


Figura 20. Relación entre los estímulos a la ubre y la cooperación de la vaca para la "bajada de la leche".

Normalmente, las vacas se deben ordeñar dos veces al día, en forma manual o mecánica, con un intervalo de entre 10 y 12 horas entre ordeños. Al llegar las vacas al corral de espera de la sala de ordeño, deben permanecer bajo sombra, tranquilas y sin ser molestadas.

El ordeño se debe realizar sin ternero. Las vacas se acostumbran a ello, aunque en algunas explotaciones, especialmente en las de doble propósito, utilizan los terneros para estimular la bajada de la leche; sin embargo, un adecuado estímulo manual es suficiente para iniciar el proceso del ordeño. Es conveniente ordeñar primero las vacas de ordeño fácil y rápido, y luego las de ordeño lento, y dejar las vacas con mastitis para el final y evitar mezclar la leche proveniente de vacas con mastitis con la leche de vacas sanas. Al terminar, las vacas se sueltan al área de descanso o al aparto correspondiente, sin apurarlas ni golpearlas.

Para obtener una buena producción de leche higiénica, se deben seguir y mantener las siguientes recomendaciones durante el ordeño:

Estimular la bajada de la leche

El estímulo comienza cuando la ubre de la vaca se lava con agua. Para limpiar la ubre, en lo posible se debe usar un desinfectante preparado con base en una solución clorada o yodada y utilizar un paño o cepillo suave (existen productos comerciales muy convenientes para esta operación). Posteriormente se seca la ubre con un paño limpio. Esta operación induce a la vaca a cooperar en el ordeño, y favorece una correcta bajada de la leche. Cualquier acción fuera de la rutina del ordeño ocasionará interrupciones en el flujo de leche (Fotografía 30).



Fotografía 30. Secuencia por seguir para la limpieza de pezones y el estímulo para la bajada de la leche.

Detectar la mastitis

Al iniciar el ordeño, se deben extraer dos chorros de leche de cada pezón (Fotografía 31). Esta acción facilitará detectar las vacas que presentan mastitis. El uso de una taza con fondo negro facilita la observación de la presencia de grumos de color amarillo, los que evidencian mastitis. Se deben realizar mensualmente pruebas químicas de calidad de la leche, como la prueba de California. Esto facilitará detectar las vacas con mastitis subclínica, las que serán tratadas a fin de evitar mastitis clínica.



Fotografía 31. Secuencia por seguir en el proceso de la prueba de mastitis.

Ordeñe rápida y totalmente

El proceso de ordeño, sea a máquina o a mano, debe ser rápido, durante cinco o siete minutos, debido a que, según pasa el tiempo, se disminuye la normal cooperación de la vaca. El ordeño a mano debe ser sin halar ni pellizcar los pezones. Si el ordeño se realiza a máquina, al usar equipo de vacío o mecánico, se debe controlar continuamente su correcta regulación y operación, ya que un mal uso del equipo implicará mayor porcentaje de mastitis y disminución de la producción.

Limpiar y desinfectar los pezones

Al terminar el ordeño se debe limpiar y desinfectar los pezones con una solución yodada o clorada; esta acción contribuye a prevenir la incidencia de mastitis. Para mayor facilidad, hay que utilizar un jarro de boca ancha con el desinfectante y se requiere introducir en él cada pezón después del ordeño.

Pesar y anotar la leche producida

El control de la leche producida por cada vaca facilita y hace posible el proceso de selección de las vacas más productivas. El peso total de la producción debe ser diario, y es recomendable pesar la leche de cada vaca cada quince días o una vez al mes, y hacer los ajustes posteriormente en cada registro individual.

Limpiar y desinfectar el equipo de ordeño

Después de finalizar cada ordeño, es necesario limpiar y desinfectar los utensilios del ordeño con detergente; esto evita problemas de contaminación de la leche y mejora la higiene del ordeño.

Re g i s t r o s

En una explotación lechera existen datos importantes relacionados con la producción, la reproducción y los costos, que deben ser anotados en libros o cuadernos, organizados de tal manera que su análisis permita detectar los problemas del hato.

El mejoramiento del hato lechero no se puede hacer solamente de acuerdo con el tipo o la raza. Aunque es bien conocido que todo productor llega a saber cuáles vacas producen más y cuáles menos, no todo se debe confiar a la memoria. Es necesario llevar registros de producción, con datos ordenados y claros, que ayudan a seleccionar las mejores vacas.

En la mayoría de los libros y folletos de lechería se encuentran explicados en detalle las diversas formas y los métodos para llevar los registros. Sin embargo, es importante señalar que todo registro debe ser claro y sencillo, y tener como objetivo que, al ser analizado, permita detectar los problemas. Los más importantes datos de control son: producción diaria, quincenal o mensual de leche de cada vaca. En condiciones prácticas, es preferible pesar el total de leche diaria, y la producción individual en forma quincenal o mensual, lo que evita tener un volumen considerable de datos que son de difícil análisis. A continuación se presentan dos esquemas para controlar la producción mensual, los que también, si se desea, pueden ser utilizados para un registro quincenal. El esquema I se utiliza cuando la suplementación no es controlada o ésta se suministra a partir de suplementos, en cantidades iguales para todas las vacas (Cuadro 29).

Cuadro 29

Cuadro para el control de la producción mensual. Esquema I

El esquema II supone el uso controlado de suplementos, forma de suplementa-

136 Manejo del sistema de producción “Papa-Leche” en la Sierra ecuatoriana: Alternativas Tecnológicas

ción que requiere un gran control por el costo que representa en una lechería (Cuadro 30).

Vacas No.	Ordeño		Fecha entrada al ordeño	kg		Peso		Observaciones
	Días	Leche kg		Mañana	Tarde	Fecha	kg	
Total								

Elaborado: INIAP, 2004.

El cuadro de control de la producción mensual se prepara al acumular los días de lactancia de cada vaca del hato para relacionar el total mensual con la producción de leche de un solo día del mes. El cuadro consiste en una hoja con los encabezamientos señalados en el esquema II. Al momento del ordeño, se debe tener completa la parte “A”; ésta estará en blanco si se empieza por primera vez y no se tiene información anterior; lo contrario será el resultado de la sección “D” del control mensual anterior. La parte “B” será completada con los datos del día de pesada o entrada al ordeño por primera vez; la diferencia con respecto a la fecha de peso dará los días de ordeño. La parte “C” del cuadro es el resultado del control del ordeño del día de la pesada. La parte “D” será completada con los cálculos resultantes al sumar lo obtenido en “C” más lo de “A”, y servirá para tener la información lista para los análisis: promedios por vaca, días de lactancia, concentrado consumido, total de leche producida, promedio de producción del hato, etc.

Con estos cuadros de producción mensual es posible establecer un programa regional sencillo de evaluación productiva-genética, y utilizar un sistema computarizado, que permita tanto controles individuales como de conjunto basados en los registros de cada hato-productor.

El registro de la leche producida, por lo menos una vez al mes, al utilizar el cuadro de control de producción mensual, facilita el control de la producción de cada vaca y del hato en general. Esto permite seleccionar las vacas que estén por debajo del promedio del hato para desecharlas y cambiarlas por otras mejores.

Control de producción individual

La producción mensual de cada vaca puede ser trasladada a un registro individual, tal como se muestra a continuación. La parte posterior de este registro está destinada al control de reproducción (Cuadro 31).

Cuadro 31
Cuadro para el registro de la producción de leche individual

Vaca No. Padre No. Madre No.	Fecha del nacimiento, días al primer parto:											Fecha del primer parto:							
	No. de lactancia	Fecha e inicio de lactancia	Intervalo de lactancia		Mes de lactancia (días y kg acumulados)										Fecha de término de lactancia	Total lactancia	Observación		
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1ra.				kg días															
2da.				kg días															
3ra.				kg días															

Elaborado: INIAP, 2004.

Control de reproducción

La reproducción individual de cada vaca se debe controlar con base en el número de servicios por concepción y en el de terneros nacidos durante su vida productiva. A continuación se presenta un esquema útil para llevar este control. La producción y la reproducción de cada vaca se puede y se debe reunir en una sola tarjeta individual (Cuadro 32).

Cuadro 32
Tarjetas para el control individual de la reproducción

Vaca N° Padre N° Madre N°	Fecha de nacimiento:			Días al primer parto:					
	No. Servicio	Fecha servicio	Toro usado	Preñez	Fecha parto	Sexo	Peso	No. Ternero	Intervalo de parto

Elaborado: INIAP, 2004.

Control de ingresos y egresos

Los registros de control de compras y ventas se deben llevar en un sistema contable, y establecer las entradas y salidas ocurridas en la finca. Se aconseja llevar este libro, ya que permitirá analizar los ingresos y egresos y observar las utilidades de la finca después de cumplir con las obligaciones de la explotación lechera. Por medio de hojas mensuales se puede llevar el control de los ingresos y egresos en una forma sencilla. La diferencia entre ingresos y egresos efectivos da el beneficio bruto por mes; la suma de las diferencias mensuales positivas y negativas dará el ingreso bruto anual. Este se puede desglosar en otros rubros que interesen para hacer análisis económicos, de situación bancaria o para investigación pecuaria. Sin embargo, para el productor, el dato más importante será el de la ganancia anual, y éste es el análisis primario que él realiza y considera.

Con si de ra cio nes eco n mi cas

El ingreso de una explotación lechera está determinado por el uso que se le da a la tierra y a los animales, así como por el nivel de producción y el precio de venta del producto. Estos factores se esquematizan en la siguiente ecuación:

La tierra y el precio de venta están sujetos a la superficie disponible y a los pre-

$$\begin{array}{ccccccc}
 & & & \text{PRODUCCIÓN POR UNIDAD} & & & \\
 & & & \text{DE SUPERFICIE} & & & \\
 \text{INGRESO} = & \text{TIERRA} \times & \underbrace{\text{CARGA ANIMAL} \times \text{PRODUCCIÓN}} & \times & \text{PRECIO VENTA} & & \\
 \$ & \text{ha} & \begin{array}{cc} \text{vaca/ha} & \text{kg leche/vaca} \end{array} & & \text{\$/kg leche} & & \\
 & & \underbrace{\hspace{10em}} & & & & \\
 & & \text{(kg leche/ha)} & & & &
 \end{array}$$

cios del producto vigente en cada lugar. Por lo tanto, la posibilidad de aumentar el ingreso de una explotación lechera radica fundamentalmente en los factores de carga animal (vacas/ha) y en la producción individual, expresada en kilogramos de leche. Ambos conforman la producción por unidad de superficie, expresada en kilogramos por hectárea.

La inversión y los costos de producción en una lechería deben estar de acuerdo con la disponibilidad de recursos. Para el cálculo de los índices de eficiencia económica, se considera lo siguiente:

A. Inversión

- Tierra.
- Establecimiento de potreros.
- Cercas.
- Bebederos, saladeros y comedores.
- Semovientes.
- Sala de ordeño.
- Equipo de ordeño y campo.
- Equipo de inseminación.

B. Costos fijos anuales

- Administración.
- Costo de oportunidad de la tierra (alquiler).
- Depreciación de todos los equipos, sin considerar los animales, más el interés anual sobre toda la inversión. Esta figura se usa cuando el productor invierte su propio dinero; en caso de préstamo bancario para inversión, se considera el pago de amortización anual más el interés correspondiente*.

C. Costos variables anuales

- Mano de obra.
- Fertilizantes.
- Alimentación (subproductos, sales, concentrados).
- Electricidad.
- Inseminación artificial (nitrógeno, pajillas, semen).
- Materiales de campo (sogas, baldes, palas, carretillas, etc.).

D. Ingreso total anual

- Ventas de leche; queso.
- Ventas de vacas de desecho y terneros.

E. Precio unitario de venta en el mercado

Indices de eficiencia económica

El cálculo de estos índices permite conocer y plantear alternativas para el mejor uso de los recursos disponibles en la finca:

$$\text{Costo total anual} = \text{Costos fijos} + \text{Costos variables}$$

$$\text{Ingreso neto total} = \text{Ingreso total} - \text{Costo total} + \text{Administración}$$

$$\text{Retorno a la inversión} = \frac{\text{Ingreso total} - \text{Costo total} + \text{Intereses de inversión}}{\text{Inversión total}} \times 100$$

$$\text{Costos de producción por unidad de leche producida} = \frac{\text{Costo total} - \text{Venta de vacas y terneros}}{\text{Producción total de leche al año}}$$

$$\text{Ganancia o pérdida por unidad de leche producida} = \left[\text{Precio unitario de venta en el mercado} \right] - \left[\text{Costo de producción por unidad de leche producida} \right]$$

En el Anexo se presenta un detalle de análisis económico del componente animal en el sistema agropecuario “Papa-Leche”.

EXPERIENCIA DEL MANEJO DEL SISTEMA PAPA-LECHE EN LA ECORREGIÓN ANDINA

Antecedentes

La colaboración estratégica internacional de investigación entre el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), el Centro Internacional de la Papa (CIP), el International Livestock Research Institute (ILRI), el International Fertilizer Development Center (IFDC) y el Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios (PROMSA), permitió conformar una alianza para el desarrollo del proyecto “Mejoramiento de la productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción mixtos: cultivos-ganadería, en la ecorregión andina del Ecuador” (AQ-CV-002). La información que se presenta es el resultado de los diferentes esfuerzos desarrollados y los productos obtenidos por el INAP, durante aproximadamente 12 años de investigación en el sistema de producción de leche de las provincias del Carchi y Chimborazo.

Los estudios realizados por esta alianza para caracterizar los sistemas de producción mixtos: cultivos-ganadería confirmaron que los productores de la ecorregión andina poseen limitados recursos en términos de tierra, capital y tecnología para producir eficientemente. En forma general, se caracterizan por manejar complejos sistemas de producción, donde la rotación de varios cultivos con el pasto para la ganadería es lo más común. Estos sistemas son afectados por factores externos (políticas, clima) e internos (tecnología, capital), cuyas consecuencias a menudo se reflejan en una baja productividad y sostenibilidad, aspectos que motivan a la expansión agrícola hacia sitios cada vez más frágiles y menos aptos, como el ecosistema páramo y, por lo tanto, a una ineficiencia de las explotaciones, caracterizada por condiciones de bajos ingresos, inseguridad alimentaria, inestabilidad y desempleo de las familias campesinas. Esos sistemas mixtos ocupan nichos agro-ecológicos distintos; así, por ejemplo, existen nichos específicos de papa-leche en los sitios altos y húmedos de las provincias del Carchi, Chimborazo, Bolívar y Cañar, los cuales difieren ostensiblemente de áreas menos húmedas en Cotopaxi, Tungurahua y parte de Chimborazo, donde son relevantes las interacciones de otros cultivos-pastos. La diferencia entre esos nichos imponen limitaciones distintas en los aspectos económicos (restricciones de capital, acceso al crédito), ecológicos (baja fertilidad del suelo, sucesivos procesos erosivos, pérdida de la biodiversidad) y sociales (migración, educación) de las unidades productivas. En ese ámbito ecológico de sitios hú-

medos, se encuentran complejos y diversos sistemas mixtos; entre ellos, es importante el sistema papa-leche, ya que, respecto a la superficie agrícola de la Sierra ecuatoriana, ocupa aproximadamente 2'006.900 ha (96% para pastos y 4% dedicadas a papas), donde la producción de leche constituye el ingreso diario con producciones promedio de 5,5 kg/vaca/día, y la producción de papa con rendimientos promedios de 7,5 t/ha, cuya producción es utilizada principalmente para autoconsumo y pequeños excedentes generan ingresos exiguos.

La Alianza Estratégica INIAP-CIP-ILRI-IFDC-PROMSA utilizó el enfoque de investigación en sistemas, a fin de dar soluciones integrales a los diferentes problemas tecnológicos de los sistemas de producción mixtos: cultivos-ganadería de la ecorregión andina y contribuir a su mejoramiento en términos biológicos y económicos, desde una perspectiva de manejo adecuado de recursos naturales.

Para cumplir con el objetivo de contribuir al mejoramiento de la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción mixtos: cultivos-ganadería, en la ecorregión andina del Ecuador, la Alianza planteó identificar e implementar opciones tecnológicas para mejorar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción mixtos: cultivos-ganadería. Las alternativas propuestas e implementadas en campo de productores se diseñaron al tomar en cuenta las características propias de cada región y las prácticas utilizadas habitualmente, para lo cual se realizó un análisis *ex-ante* con base en modelos de optimización económica y de simulación de cultivos y ganadería. En términos generales, en papa se incluyó el uso de variedades resistentes a lancha *Phytophthora infestans*, uso de semilla de buena calidad y manejo integrado del cultivo, entre las que se incluye el de plagas (MIP gusano blanco *Premnotrypes vorax*, MIP mosca minadora *Liriomyza sp.* y MIP polilla *Tecia solanivora*). En pastos, se incluyó el uso de mezclas de gramíneas y leguminosas con mejor comportamiento en cada zona, fertilización de pasturas, cortes de igualación y manejo adecuado de estiércol. El manejo de pastoreo incluyó el uso de la cerca eléctrica y, en el manejo del ganado, el control sanitario oportuno.

Estas prácticas permitieron, en 48 fincas representativas de las cuatro provincias, aumentar en un 46% como promedio la producción de leche, y los rendimientos de papa en un 16%. Los costos de producción de papa se redujeron en un 3%, y el uso de pesticidas disminuyó en un 30%. Esto hizo que los beneficios económicos se incrementaran en 43% como promedio anual por finca, en relación con los sistemas de producción tradicionales.

Es ce na rios ini cia les de los sis te mas de pro duc ci n de la gi n an di na

La información sobre las características de cada sistema de producción, en las áreas en estudio, sirvió de base para que, mediante modelos de optimización, se determine los beneficios originales que obtenían los productores, al hacer uso de recursos y de la implementación de alternativas del sistema papa-leche. Los resultados de la optimización de los sistemas iniciales se muestran en el Cuadro 33.

Cuadro 33
Beneficios originales de los sistemas de producción de la ecorregión andina del Ecuador, obtenidos mediante el uso de modelos de optimización

En Carchi, los productores poseen como promedio 8,5 ha, de las cuales 2,63 ha están dedicadas a cultivos transitorios de importancia económica y alimenticia, tales como papa, haba, cebada y maíz, y 5,87 ha están dedicadas a pastos naturales y pastos mejorados; también poseen animales bovinos, cuyes y porcinos. El modelo de optimización para la situación inicial reportó beneficios económicos por año de 1.750 dólares.

Los productores de Chimborazo poseen como promedio 6 ha, de las cuales 2,5 ha están dedicadas a cultivos transitorios como papa, haba, cebada, maíz, melloco y za-

Denominación	Carchi	Chimborazo	Cañar	Bolívar
Tamaño promedio de la finca (ha)	8,50	6,00	6,13	5,32
Superficie en cultivos (ha)	2,63	2,50	1,13	1,52
Superficie en papas (ha)	1,60	0,95	0,68	0,70
Superficie en pastos (ha)	5,87	3,50	5,00	3,80
Beneficios sistema actual				

Elaborado: INIAP, 2004.

nahoria, y 3,5 ha las mantienen con pastos naturales y pastos mejorados; también poseen animales bovinos, ovinos, cuyes y porcinos. El modelo de optimización para la situación inicial reportó beneficios económicos por año de 1.435 dólares.

En Cañar, los productores poseen como promedio 6,13 ha, de las cuales 1,13 ha se dedican a cultivos como papa, haba, cebada y maíz, y 5 ha se mantienen con pastos naturales y mejorados; también disponen de animales bovinos, ovinos, cuyes y porcinos. El modelo de optimización para la situación inicial reportó beneficios económicos por año de 1.340 dólares.

Los productores de la provincia de Bolívar, poseen como promedio 5,32 ha de superficie total del sistema, de las cuales 1,52 ha están dedicadas a cultivos transitorios como papa, haba, oca, melloco, cebada y cebolla de rama, y 3,8 ha las mantienen con

pastos naturales y pastos mejorados; también poseen animales bovinos, ovinos, cuyes y porcinos. Según la información del modelo de optimización, los beneficios iniciales de los productores son de 1.289 dólares por año.

Al t e r n a t i v a s t e c n o l ó g i c a s i m p l e m e n t a d a s e n e l s i s t e m a l e c h e

El objetivo principal de la alianza fue mejorar los sistemas de producción mixtos: cultivos-ganadería en términos de productividad y sostenibilidad, aspecto logrado con base del óptimo arreglo de los componentes de los sistemas y del uso de alternativas que permitan optimizar biológica y económicamente esos sistemas. A pesar de disponer de las alternativas para mejorar los sistemas de producción, fue necesario validar esas opciones tecnológicas a las condiciones de cada zona en estudio; también se generaron opciones tecnológicas, en forma particular en los componentes de papa y pastos, que beneficiaron a los sistemas de producción en estudio.

De esta forma, se plantearon diversas alternativas tecnológicas que se validaron en campo de 48 productores en la ecorregión andina, las que permitieron obtener información para mejorar los sistemas de producción. Las alternativas tecnológicas se caracterizaron por ser de mínimo costo, de mínimo riesgo de impacto ambiental y altamente productivas. También, durante la ejecución de la alianza, fue necesario desarrollar investigación en campo de productores, ya que se reportaron problemas, tanto en los pastos como en la papa, de los cuales no se disponía información generada mediante investigación para los sitios específicos de trabajo de la alianza.

Las alternativas tecnológicas implementadas son el fruto del análisis de los sistemas de producción, donde se determinaron las limitantes y potencialidades de cada una de ellas. Éstas fueron definidas, en conjunto, entre los productores e investigadores de la alianza.

En el componente papa

*Manejo integrado de “tizón tardío” o “lancha” (*Phytophthora infestans*)*

A fin de reducir los costos de producción para el control de lancha, se validaron las siguientes alternativas:

Uso de variedades resistentes. En las provincias de Carchi, Chimborazo y Bolívar se usó la variedad INIAP-Fripapa99, y en la provincia de Cañar se usó la variedad INIAP-Soledad, las que acusan resistencia vertical y altos rendimientos.

Control químico. Durante el ciclo del cultivo se realizaron cuatro aplicaciones como máximo, según la época seca o lluviosa, y se utilizaron fungicidas sistémicos y de contacto en forma alternada, así como también en mezclas de acuerdo a la incidencia de lancha. Como una alternativa preventiva, el primer control se realizó a los 45 días de la siembra mediante la utilización de Mancozeb en dosis de 0,5 kg por 200 litros de agua. Los otros controles se realizaron de acuerdo a una incidencia no mayor al 6% de lancha, y se utilizaron Cimoxanil y Mancozeb en dosis de 0,5 kg más 0,5 kg por 200 litros de agua, respectivamente.

Manejo integrado del “gusano blanco” (Premnotrypes vorax)

Las alternativas tecnológicas se basaron en el conocimiento del comportamiento del insecto, especialmente del estado adulto y la identificación de los hábitos y cambios en la población dentro y fuera del cultivo.

Cosecha completa. No se dejó ningún tubérculo en el campo, para que no se originaran nuevas plantas, que incrementaran las posibilidades de sobrevivencia de la plaga. En el caso de apareamiento de las plantas espontáneas, se aprovecharon como plantas cebo y posteriormente fueron eliminadas.

Período de campo limpio. Se limpió totalmente el campo de las plantas de todo tipo, 30 días antes de la siembra, y se afectó de esta manera la supervivencia de la larva al no disponer de fuente de alimentación.

Empleo de trampas con insecticidas.-

Se utilizaron trampas con dimensiones de 0,4 m. x 0,4 m., bajo las cuales se colocaron partes de la planta de papa, previamente tratadas con Acefato 75 PS en dosis de 2 g/l de agua, y Profenofos 2 cc/l. Se utilizaron cartones y costales en desuso. Se aplicaron 100 trampas por hectárea, a 10 metros entre sí, intercaladas con una planta cebo, inmediatamente después de la preparación del suelo, hasta la emergencia del cultivo de papa. Se renovaron cada 15 días o 20 días.

Control en los bordes del cultivo. Se realizaron dos aplicaciones de pesticidas al follaje, en una banda de tres a cinco metros, con la finalidad de evitar la reinfestación de la plaga proveniente de lotes vecinos cosechados o preparados para la nueva siembra.

Apoyo de control químico general. En el caso en que se presentó deficiencias en el control con trampas, se recurrió al control químico, mediante dos aspersiones al follaje con los pesticidas antes mencionados.

Manejo integrado de la “mosca minadora” (Liriomyza sp.)

Uso de trampas.

- Se colocaron en los bordes de las parcelas y, desde los 45 días después de la siembra, hasta la floración del cultivo, trampas fijas amarillas de tamaño de 0,3 m. x 0,4 m., en proporciones de 45 por ha, las que se rociaron nuevamente cada cinco o siete días con aceite comestible y de motor, en proporciones de 1 a 1. Para el control de esta plaga, cada ocho días, desde los 45 días después de la siembra, hasta la etapa de floración, se pasaron trampas amarillas móviles, y se cubrieron dos surcos encima del cultivo.

Manejo integrado de la “polilla guatemalteca” (Tecia solanivora)

Monitoreo de la plaga. Se instalaron en los bordes del cultivo dos trampas por hectárea con fines de monitoreo; estas trampas consistieron en un dedal impregnado de un compuesto químico que atrajo a las polillas de sexo masculino, con el objetivo de evitar su apareamiento y reducir la oviposición de huevos fértiles.

Control en almacenamiento. Durante los días de almacenamiento de los tubérculos, se utilizó Carbaryl al 5% y Malathión al 10%.

Control en campo. Se utilizó semilla de calidad, a porque alto y condiciones climáticas adversas para la plaga. Se utilizó Clorpirifos en dosis de 400 cc por 200 litros de agua.

En el componente pastos

Opción de renovación con roturación del suelo

Preparación del suelo. En praderas naturales degradadas o después de una pobra de papas, se procedió a realizar dos pases de arado y, después de 30 días, dos pases de rastra de disco, y se dejó el suelo en condiciones óptimas para recibir la semilla de pasto.

Fertilización de siembra. Antes del último pase de rastra, se incorporó carbonato de calcio en la cantidad de una tonelada por hectárea; seguidamente se aplicó 100 kg de 18-46-00, equivalente a 18 kg de N y 46 kg de P₂O₅ por ha.

Densidad de siembra. En el Cuadro 34, se observa las especies, variedades y densidades de siembra de los pastos que se utilizaron en los sistemas de producción de la ecorregión andina.

Cuadro 34

Especies, variedades y densidad de siembra de pastos en la renovación de pasturas en sistemas de producción de la ecorregión andina del Ecuador

Especie	Variedades				Densidad kg/ha
	Carchi	Chimborazo	Cañar	Bolívar	
Rye grass perenne (Lolium perenne)	Amazon	Amazon	Amazon	Amazon	9
Rye grass híbrido (Lolium híbridum)	Tetralite	Tetralite	Tetralite	Tetralite	14
Rye grass anual (Lolium multiflorum)	Mágnum	Mágnum	Mágnum	Mágnum	9
Pasto azul (Dactylis glomerata)	Amba	Amba	Amba	Amba	10
Trébol blanco (Trifolium repens)	Ladino*	Ladino	Ladino	Ladino	2
Trébol rojo (Trifolium pratense)		Renegade	Renegade	Renegade	1
Total					45

Elaborado: INIAP, 2004.

* Para el caso de Carchi se utilizó 3 kg/ha

Fertilización de mantenimiento. A los 45 días después de la siembra, se aplicó 100 kg de sulfato de amonio, equivalente a 21 kg de N y 24 kg de S. Posteriormente, cada dos pastoreos se fertilizó con 200 kg de fertiforraje, equivalente a 40 kg de N, 24 kg de P_2O_5 , 30 kg de K_2O , 8 kg de S y 6 kg de Mg. En praderas ya establecidas previamente, se aplicó una fertilización al utilizar 200 kg de fertiforraje por ha cada dos pastoreos.

Pastoreo. El primer aprovechamiento del potrero se realizó a los 90 días de la siembra, y los próximos aprovechamientos se realizaron con un intervalo de entre 45 días y 55 días.

Dispersión de heces. Esta labor se realizó después de cada pastoreo mediante la utilización de rastrillos.

Cortes de igualación. Esta labor se realizó después de cada pastoreo, con el uso de guadaña.

En el com po nen te ga na de r a

Alimentación y crianza de terneros

Durante los primeros ocho días, se suministró a voluntad el calostro producido por la madre; en la etapa de crecimiento, hasta los tres meses, se proporcionó 4 kg de leche por día, dos por la mañana y dos por la tarde, complementado con el uso de concentrado en una cantidad de al menos 0,5 kg por día. También se consideró en la alimentación el consumo de heno, sales minerales y agua a voluntad. Desde el nacimiento se dieron las atenciones necesarias, relacionadas con la limpieza y la desinfección del ombligo con eterol y yodo durante tres días, y un masaje para ayudarle a la circulación. Los terneros recibieron vacunas, principalmente la neumoenteritis, cuya primera dosis se aplicó a los dos días de nacimiento, y la segunda dosis, a los ocho días del nacimiento. Posteriormente, a los tres meses de nacido el ternero se aplicó la vacuna triple para controlar Septicemia, Carbunco y Edema Maligno. Hasta los tres meses de edad, los terneros fueron mantenidos bajo cobertizo para protegerles de las condiciones climáticas adversas. Posteriormente, los terneros pastorearon y recibieron alimentación con pasto, sales minerales y agua a voluntad.

Alimentación de vacas en producción

Se dio prioridad a la alimentación sobre la base de pasturas con entre 14% y 18% de proteína cruda, y 2,2-2,4 Mcal de energía metabolizable por kg de MS de pasto, que se la obtuvo por la buena combinación de gramíneas y leguminosas. También se planteó alimentación suplementaria sobre la base de concentrados. Se proporcionó el pasto, las sales minerales y el agua a voluntad.

Manejo de vacas en pastoreo

La alianza privilegió las opciones de pastoreo rotacional al utilizar cerca eléctrica o el sistema *al sogueo*, de tal modo que, en ambos, se logró que las vacas roten diariamente en la pastura disponible, a fin de lograr máximo consumo y producción de leche por hectárea. Las vacas secas y el resto de animales en crecimiento pastorearon poteros mediante un sistema de pastoreo rotacional periódico, que implicó el pastoreo durante dos o tres días en un mismo sitio. Las vaconas vientre y vacas secas próximas al parto pastorearon junto a las vacas en producción y recibieron concentrados en cantidades no inferiores a 1 kg/animal/día.

Las alternativas tecnológicas validadas en campo de productores fueron seguidas y evaluadas con precisión técnica. Se evaluaron las observaciones mediante la utilización de técnicas estadísticas, matemáticas y económicas. Se utilizaron pruebas de “t” de Student ($P < 0,05$) para comparar los promedios de producción de papa y leche de los sistemas originales *versus* los sistemas mejorados. Se utilizaron modelos matemáticos, como la curva de Wood (1981), para comparar las producciones de leche de los sistemas mejorados *versus* los iniciales; también se usaron las curvas de tasa de crecimiento de pasturas en kg MS/ha. Se hizo un análisis económico global de los sistemas de producción, y se utilizaron análisis de beneficio/costo y rentabilidad.

Re s u l t a d o s d e l a i m p l e m e n t a c i ó n d e l a s a l t e r n a t i v a s

En el componente de papa

Análisis biológico de las prácticas implementadas

Las diferencias de los promedios de los rendimientos, entre las prácticas del MIP y la convencional, en las provincias de Bolívar, Chimborazo y Cañar, fueron altamente significativas ($P \leq 0,01$); en cambio, para la provincia del Carchi la diferencia fue significativa ($P \leq 0,05$) (Cuadro 35).

Comparación de los rendimientos de papa en las alternativas de MIP versus las convencionales

Los resultados encontrados en el estudio demuestran que las prácticas del MIP, en el caso de la producción de papa, en las diferentes provincias en estudio, incrementan los rendimientos en el cultivo. Fue evidente para los productores que estas prácti-

Rendimiento de papa en kg/ha							
Carchi		Chimborazo		Cañar		Bolívar	
MIP	Local	MIP	Local	MIP	Local	MIP	Local
15 673	14 310	13 694	11 808	11 818	9 545	11 495	9 986
N = 24		N = 24		N = 24		N = 24	
“t” Student = 2,70*		“t” Student = 4,97**		“t” Student = 27,80**		“t” Student = 7,42**	

Elaborado: INIAP, 2004.

*($P \leq 0,05$); **($P \leq 0,01$).

cas de MIP permiten obtener un excelente combate de adultos de “gusano blanco” antes y después de la siembra, mediante el uso de trampas; combate del “minador de la hoja” por medio del uso de trampas amarillas móviles y fijas desde los 45 días de la siembra hasta la etapa de floración, y combate de la “lancha” mediante el uso de las variedades con resistencia a lancha, y se alternaron fungicidas sistémicos y de contacto en forma adecuada, sin necesidad de utilizar una cantidad exagerada de pesticidas.

Análisis económico de las prácticas implementadas

Un análisis de costos y beneficios se realizó para comparar las prácticas implementadas por la alianza, basadas en el MIP *versus* las convencionales.

Como se puede observar en el Cuadro 36, para la provincia del Carchi, el costo promedio de producción de la práctica convencional es mayor en relación con la práctica implementada por la alianza, el que está atribuido al mayor costo reportado en aplicaciones fitosanitarias en la práctica convencional. Si se compara el costo de aplicaciones fitosanitarias utilizado en la práctica del MIP *versus* la convencional, se observa que existe, como promedio, una disminución del 32% en beneficio del MIP, producto de las características de resistencia de la variedad utilizada, lo cual hace que el número de aplicaciones fitosanitarias se reduzcan ostensiblemente. Si bien todos los indicadores para la provincia del Carchi son positivos para las dos tecnologías aplicadas, como se observa en el Cuadro 4, utilizar la tecnología MIP es la mejor alternativa de inversión, ya que es la que presenta los indicadores más altos, a pesar que, en la tecnología local, se utili-

za una variedad que tiene un mejor precio en el mercado en comparación con la de la tecnología de MIP. Además, es importante destacar que la tecnología del MIP reduce el daño a la naturaleza y a la salud de los productores.

Cuadro 36
Costos de producción de las parcelas de MIP y convencionales
Ecorregión andina del Ecuador

Rubro	Dólares/ha							
	Carchi		Chimborazo		Cañar		Bolívar	
	MIP	Local	MIP	Local	MIP	Local	MIP	Local
Gastos Directos:								
Preparación del terreno	162	148	144	128	163	148	163	163
Siembra	363	377	358	342	355	365	373	357
Fertilización	326	326	219	172	277	295	190	163
Labores culturales	170	172	121	144	109	109	57	57
Combates fitosanitarios	204	302	170	237	202	246	130	222
Cosecha	359	366	295	278	422	443	205	179
Arriendo del terreno	70	70	70	70	70	70	70	70
Total costos directos:	1 584	1 761	1 377	1 371	1 598	1 676	1 188	1 211
Gastos indirectos:								
Interés al capital 18%	143	158	124	124	144	151	107	109
Administración 5%	83	88	69	69	80	84	59	61
Total gastos indirectos:	231	246	193	193	224	235	166	170
Total gastos producción	1 878	2 007	1 570	1 564	1 822	1 911	1 354	1 381
Papa comercial (kg/ha)	11 783	10 732	10 271	8 857	8 386	7 159	8 621	7 493
Precio ponderado (USD/kg)	0,18	0,22	0,18	0,20	0,24	0,26	0,18	0,20
Papa segunda (kg/ha)	3 142	2 861	2 739	2 362	2 236	1 909	2 299	1 998
Precio ponderado (USD/kg)	0,14	0,18	0,14	0,16	0,20	0,22	0,14	0,16
Papa cuchi (kg/ha)	785	716	685	590	559	477	575	500
Precio ponderado (USD/kg)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Beneficio Bruto (USD/ha)	2 592	2 904	2 259	2 173	2.482	2 300	1 896	1 838
Beneficio neto (USD/ha)	714	897	689	609	660	389	542	457
Relación beneficio/costo	1,38	1,45	1,44	1,39	1,36	1,20	1,40	1,33
Rentabilidad (%)	38	45	44	39	36	20	40	33

Para la provincia de Chimborazo (Cuadro 36), se puede observar que el costo promedio de producción de la práctica convencional es ligeramente menor en relación con la práctica implementada por la alianza, y está atribuido al costo presentado en las aplicaciones de fertilizantes. Si se compara los costos de aplicaciones fitosanitarias utilizados en la práctica del MIP *versus* la convencional, se observa que existe, como promedio, una disminución del 28% en beneficio del MIP, producto de las características de resistencia que presenta la variedad utilizada con el MIP, en relación con la variedad de la práctica convencional que ha perdido la resistencia a la lancha, lo cual hace que el número de aplicaciones fitosanitarias se reduzcan. Los indicadores económicos para la provincia de Chimborazo señalan que utilizar una variedad resistente con la tecnología de MIP es la mejor alternativa de inversión, ya que es la que presenta los indicadores más altos, a pesar que la variedad de la práctica convencional reporta un mejor precio en el mercado.

Como se puede observar en el Cuadro 36, para la provincia del Cañar, el costo promedio de producción de la práctica convencional, donde se utiliza la variedad Boloña, es mayor en relación con la práctica implementada por la alianza, en la que se utilizó una variedad resistente, el que es atribuido al mayor costo en aplicaciones fitosanitarias. Si se comparan los costos de aplicaciones fitosanitarias utilizados en las prácticas del MIP *versus* la convencional, se observa que existe, como promedio, una disminución del 18% en beneficio del MIP, producto de las características de resistencia que presenta la variedad resistente, lo cual hace que el número de aplicaciones fitosanitarias disminuyan. Los indicadores económicos reportados para la provincia de Cañar mediante la utilización de la alternativa MIP es la mejor alternativa de inversión, a pesar que la variedad local tiene un mejor precio en el mercado que la variedad mejorada.

Se puede observar en el Cuadro 36 que el costo promedio de producción de la práctica convencional, para la provincia de Bolívar, es mayor en relación con la práctica implementada por la alianza. Este costo está atribuido al mayor costo presentado en las aplicaciones de fertilizantes, pero también a la disminución de las aplicaciones fitosanitarias. Al comparar los costos de aplicaciones fitosanitarias utilizados en las prácticas del MIP *versus* la convencional, se observa que existe, como promedio, una disminución del 28% en beneficio del MIP, producto de las características de resistencia que presenta la variedad mejorada, en relación a la variedad local. Los indicadores económicos calculados para las prácticas en la provincia de Bolívar señalan que utilizar la tecnología MIP es la mejor alternativa de inversión, a pesar que, en la práctica convencional, la variedad local tiene un mejor precio en el mercado.

Es importante resaltar que los indicadores económicos obtenidos para la prácti-

ca implementada por la alianza en las diferentes provincias en estudio podrían ser mucho mejores de los que se reportan en este análisis; sin embargo, esto no acontece, ya que en el mismo no se han incorporado los beneficios alcanzados por concepto de la disminución de la contaminación de los productores y sus familiares, así como la mejor calidad del producto en beneficio de los consumidores; todo esto, con base en el uso racional de productos químicos y la eliminación de productos tóxicos. Se cumple, así, uno de los principales objetivos del MIP, que consiste en mejorar el ambiente.

Costos de los pesticidas y sus aplicaciones

Las diferencias de los promedios de los costos por hectárea encontrados por el uso de pesticidas, entre las prácticas del MIP y la convencional, fueron estadísticamente significativas ($P \leq 0,01$) en todas las provincias en donde se ejecutó la alianza. Esto se muestra en el Cuadro 37.

Cuadro 37
Comparación de los costos de pesticidas aplicados al cultivo de papa en las prácticas de MIP versus las convencionales. Ecorregión andina del Ecuador

Los resultados encontrados en el estudio demuestran que la práctica de MIP utilizada reduce significativamente el costo por hectárea en el uso de pesticidas, debido principalmente al uso de variedades resistentes a lancha. En la provincia del Carchi, se observa una reducción desde 241 dólares por ha, con la práctica convencional, hasta

Costos de los pesticidas en dólares/ha							
Carchi		Chimborazo		Cañar		Bolívar	
MIP	Local	MIP	Local	MIP	Local	MIP	Local
164					241	120	180
140					171	111	175
N = 24		N = 24		N = 24		N = 24	

Elaborado: INIAP, 2004.
 *($P \leq 0,05$); **($P \leq 0,01$).

164 dólares por ha con la práctica del MIP, lo cual significa una disminución del 32% en los costos de pesticidas. En la provincia de Chimborazo, se observan reducciones similares, que van desde 180 dólares por ha, con la práctica convencional, hasta 120 dólares por ha con la práctica del MIP, lo que significa una disminución del 33% en los costos de pesticidas. En la provincia de Cañar, se observa una reducción que va desde 171 dólares por ha, con la práctica convencional, hasta 140 dólares por ha con la prác-

tica del MIP, lo cual significa una disminución del 18% en los costos de pesticidas. Finalmente, en la provincia de Bolívar, la reducción va desde 175 dólares por ha, con la práctica convencional, hasta 111 dólares por ha con la práctica del MIP, es decir, una disminución del 37% en los costos de pesticidas.

En el Cuadro 38, se muestra el análisis estadístico para los costos de aplicación de pesticidas, incluida la mano de obra para realizar la práctica. Se reportaron similares respuestas a las encontradas en la variable costos de pesticidas, donde se aprecia que las diferencias de los promedios de los costos de pesticidas más mano de obra, en las diferentes provincias en estudio, son altamente significativas ($P \leq 0,01$).

Cuadro 38
Comparación de los costos de pesticidas más la mano de obra utilizados en el cultivo de papa en las alternativas del MIP versus las convencionales Ecorregión andina del Ecuador.

Los resultados que se muestran en el Cuadro 38 indican que la práctica del MIP utilizada reduce significativamente el costo por hectárea en el uso de pesticidas y de mano de obra. En la provincia del Carchi, se observa una reducción que va desde 302 dólares por ha, con la práctica convencional, hasta 204 dólares por ha con la práctica del MIP, lo cual representa una disminución del 32% en los costos de pesticidas más la mano de obra. En la provincia de Chimborazo, se aprecia una reducción desde 237 dólares por ha, con la práctica convencional, hasta 170 dólares por ha con la práctica del

Costos de los pesticidas más mano de obra en dólares/ha							
Carchi		Chimborazo		Cañar		Bolívar	
MIP	Local	MIP	Local	MIP	Local	MIP	Local
204	302	170	237	202	246	130	222
N = 24		N = 24		N = 24		N = 24	
"t" Student = 9,70**		"t" Student = 26,51**		"t" Student = 8,55**		"t" Student = 12,52**	

Elaborado: INIAP, 2004.

* ($P \leq 0,05$); ** ($P \leq 0,01$).

MIP, lo que significa una disminución del 28% en los costos de pesticidas más la mano de obra. En la provincia de Cañar, se aprecia una reducción desde 246 dólares por ha, con la práctica convencional, hasta 202 dólares por ha con la práctica del MIP, lo que significa una disminución del 18% en los costos de pesticidas más la mano de obra. Finalmente, en la provincia de Bolívar, se observa una reducción que va desde 222 dóla-

res por ha, con la práctica convencional, hasta 130 dólares por ha con la práctica del MIP, o sea, una disminución del 41% en los costos de pesticidas más la mano de obra.

En términos generales, se muestra que, con las acciones de la alianza, como promedio, se consiguió una disminución del 30% de los costos en el uso de los pesticidas y de la mano de obra para controlar las plagas en papa. Es importante señalar y recalcar que la reducción de los costos en los casos de Carchi, Chimborazo y Bolívar, se ve influida por el uso de la variedad mejorada INIAP-Fripapa99.

En los componentes de pastos y ganadería

Uso del suelo

El Cuadro 39 demuestra cambios importantes en el uso del suelo en todas las zonas de acción de la alianza, particularmente el cambio de uso de pradera natural al uso con pasturas para la crianza de ganado bovino. La disminución en el área con uso de cultivos también explica el aumento de pasturas dentro de los predios, lo que se explica por razones de escasez de oportunidades de mercado para el cultivo de papa y otros rubros de importancia local, tales como maíz, haba, arveja y zanahoria. En Carchi, las decisiones de los productores para optar por la ganadería y alterar la superficie de siembra de papa obedecen básicamente al bajo precio de la papa, debido en parte a la competencia con la introducción masiva de este producto desde Colombia.

Cuadro 39
Cambios en el uso de la tierra en las áreas de influencia
de la Alianza Estratégica. Ecorregión andina del Ecuador

Provincia	Área ha	Uso anterior del suelo, ha			Cambio de uso, % del área original		
		Pradera	Pastura	Cultivo	Pradera	Pastura	Cultivo
Carchi	8,40	3,20	2,60	2,60	32	207	61
Chimborazo	6,00	1,90	1,60	2,50	81	181	38
Cañar	6,20	2,80	2,30	1,10	16	223	60
Bolívar	5,30	2,10	1,70	1,50	39	215	46
Promedio	6,48	2,50	2,00	1,90	42	207	51
Desv.est.	1,39	0,60	0,49	0,74	28	18	11

Elaborado: INIAP, 2004.

Los datos demuestran un proceso de intensificación de la tierra, estimulado por la Alianza Estratégica sobre la base de la difusión de tecnologías sobre manejo de pasturas, cuyas características se indican en detalle en acápite de este documento. En consecuencia, las actividades de esta alianza contribuyeron en alguna medida a detener el avance de la frontera agrícola hacia sitios frágiles como el páramo y, por lo tanto, a un manejo adecuado de los recursos naturales.

Características químicas y nivel de fertilidad de los suelos

En términos generales, los suelos derivados de ceniza volcánica o suelos andisoles contienen el *complejo humus-Aluminio-hierro*, entre otras arcillas, cuya composición determina una condición de acidez del suelo y afecta la eficiencia de utilización de nutrientes tales como calcio, fósforo, potasio y magnesio. Por tal razón, fue imprescindible utilizar resultados de análisis del suelo, a fin de determinar estrategias de fertilización adecuadas para una mayor productividad de los cultivos y una mayor persistencia de las pasturas, y disminuir el riesgo de impacto sobre la dinámica del flujo de nutrientes en el suelo y también sobre la salud de los animales.

De acuerdo con el Cuadro 40, un problema general de acidez se evidenció en todos los suelos, y es más marcado en la provincia del Carchi. Es probable que la aplicación de altos niveles de nitrógeno provenientes de urea (sobre 120 kg de N/ha/año), que utilizan comúnmente en el cultivo de la papa, contribuyeron a agravar este problema en Carchi, en relación con el resto de las zonas donde se aplican menores niveles de N, P y K.

Cuadro 40

Características químicas y fertilidad de suelos en las áreas de influencia de la Alianza Estratégica. Ecorregión andina del Ecuador

Variable	Carchi	Chimborazo	Bolívar	Cañar
Materia orgánica, %	14,8 A	12,4 A	11,5 A	9,2 A
AL+ H, meq%	2,63	0,3 B	1,25	2,3
NH ₄ , ppm	150,0 A	120,3 A	53,2 M	102,9 A
P, ppm	53,5 A	16,0 M	5,2 B	4,9 B
S, ppm	14,7	4,5	10,6	
K, meq%	0,62	0,5	0,19	0,4
Ca, meq%	5,7 A	11,3 A	8,7 A	13,7 A
Mg, meq%	0,85 A	3,3 A	1,5 A	2,5 A
Zn, ppm	3,9 M	4,0 M	5,8 M	
Cu, ppm	4,53 A	5,8 A	4,5 A	
Fe, ppm	363,3 A	221 A	276 A	
Mn, ppm	18,7 A	3,2 B	4,3 B	
B, ppm	1,16 B	0,6 B	0,26 B	
pH	4,9 Ac	5,8 LA	5,6 LA	6,0 LA
C/N	12,6	7,4	16,3	9,4

Elaborado: INIAP, 2004.

Altitud de muestreo: Carchi 2900-3400 m. Chimborazo: 2800-3400 m. Bolívar 2900-3100 m. Cañar 2900-3200 m.

Ac.=Acido; LA=Ligeramente ácido; A=Nivel alto; M=Nivel medio; B=Nivel bajo

La fertilidad del suelo medida en términos de materia orgánica fue muy variable en cada una de las zonas de estudio, sobre todo en la provincia del Cañar, que acusa un menor nivel de materia orgánica, lo cual fue un factor limitante de la productividad de cultivos y los pastos. Por otra parte, bajos niveles de P se revelaron en suelos de Bolívar y Cañar; contrariamente, Carchi y Chimborazo presentaron niveles muy altos de P, precisamente por el nivel de fertilización por lo general más alto, cuyos valores fluctúan entre 335 y 222 kg de P₂O₅/ha/año, respectivamente.

Un elemento en particular interesante fue el Boro, cuyos niveles aparecieron siempre en deficiencia con independencia de cada zona. Es probable que éste haya sido uno de los factores limitantes de la germinación y del crecimiento de trébol blanco, además del efecto asociado de acidez y AL+H, que se evidenció sobre la absorción de cationes como el magnesio por las leguminosas. Los resultados sugieren generar nuevas iniciativas para evaluar ciertos macro elementos, como el Mg y S, y otros microelementos, como el B, Mn y Zn, sobre la productividad de cultivos y pastizales de gramíneas en asociación con trébol blanco. En adición, no se descarta la hipótesis de que altitudes superiores a 2.900 msnm son limitantes para un crecimiento adecuado del trébol, debido a estrés por temperaturas bajas y menor intensidad de luz, asociados a sitios altos de la ecorregión andina.

Desde otra perspectiva, cualquier intento de aplicar fertilizantes químicos, ya sea a cultivos o a los pastos, deben acompañarse previamente de la aplicación de compuestos de Ca/Mg, como el CaCO_3 , a fin de neutralizar la acidez del suelo, insubilizar el aluminio para reducir eventuales problemas de toxicidad de Al, Mn y Fe y mejorar las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

Producción primaria

Tasa de crecimiento y acumulación de forraje

En las zonas de altura existen especies de pastos con una alta producción de forraje nutritivo a través del año y que presentan buena respuesta a la fertilización nitrogenada. Comúnmente, el pasto más usado es el “rye grass” (*Lolium perenne* y *Lolium multiflorum*). Existen también otras especies nativas de los géneros *Pennisetum*, *Festuca*, *Holcus* y *Dactylis*, entre otros, que se utilizan como pastos naturalizados con buenos resultados, y se considera que el uso de una especie en particular depende de su grado de adaptación a las condiciones del suelo, temperatura, humedad y disponibilidad de la semilla en la región.

Un conocimiento fundamental para los productores es determinar la cantidad de forraje que una hectárea de pastizal produce por unidad de tiempo (corte). Ésta se define como *Producción Primaria* (Cuadro 41). Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue estimar los períodos de excedentes y de escasez de forraje en los potreros durante el año, así como establecer formas de estimar la producción primaria para planificar el pastoreo y diseñar estrategias de suplementación, aspectos que se realizan en función de la disponibilidad de forraje y los requerimientos de las diferentes categorías de animales.

Cuadro 41

Tasa de crecimiento y acumulación de forraje en praderas naturales en las áreas de influencia de la Alianza Estratégica. Ecorregión andina del Ecuador

Mes	Tasa de crecimiento, kg/día/ha				Producción total, t/ha			
	Carchi	Chimborazo	Bolívar	Cañar	Carchi	Chimborazo	Bolívar	Cañar
Enero	22	31	24	19	0,68	0,96	0,74	0,59
Febrero	27	32	20	21	0,84	0,90	0,56	0,58
Marzo	26	30	21	23	0,81	0,93	0,65	0,71
Abril	24	29	22	21	0,74	0,87	0,66	0,63
Mayo	25	35	23	25	0,78	1,09	0,71	0,77
Junio	22	32	19	18	0,68	0,95	0,57	0,54
Julio	27	29	18	21	0,84	0,90	0,55	0,65
Agosto	20	30	20	18	0,62	0,93	0,62	0,55
Setiembre	22	33	22	25	0,68	0,98	0,66	0,75
Octubre	22	23	23	20	0,68	0,71	0,71	0,62
Noviembre	23	28	22	17	0,71	0,84	0,66	0,51
Diciembre	22	32	21	21	0,68	0,99	0,65	0,65
Promedio	24	30	21	21	0,73	0,92	0,64	0,63
Total					9,47	11,98	7,74	7,55

Elaborado: INIAP, 2004.

El crecimiento del forraje entre períodos de corte o utilización está determinado por la tasa de crecimiento. Consecuentemente, el forraje acumulado por día de crecimiento es afectado por varios factores, principalmente el clima y la fertilidad del suelo. Lo anterior significa que el crecimiento de las pasturas depende de una adecuada proporción de nutrientes del suelo, humedad, temperatura y luz. Por otra parte, también los pastos recurren a las reservas alimenticias que se almacenan en los rebrotes para promover un nuevo crecimiento.

En la ecorregión andina, las tasas de crecimiento del forraje son mayores durante el período de lluvias, época cuando se producen cantidades de forraje mayores a la demanda de los animales. Por esta razón, conviene aprovechar el excedente para alimentar el ganado durante la época seca. Las especies que componen un pastizal determinan diferencias en el valor nutritivo. Así, pasturas compuestas básicamente por Rye grass perenne *Lolium perenne*, Rye grass anual *Lolium multiflorum* y trébol blanco *Trifolium repens*, en condiciones similares de suelo y manejo, son más productivas que una pradera natural compuesta por especies naturalizadas, como el holco *Holcus lanatus* y la grama *Paspalum sp.* Las diferencias entre un mismo tipo de pastizal se deben fundamentalmente a diferencias particulares de la fertilidad del suelo en cada localidad.

En el Cuadro 41 se presentan las tasas de crecimiento de praderas naturales de las áreas de la alianza. Se observa que la producción total, comparada con la produc-

ción de forraje de un pastizal compuesto por rye grass, trébol blanco y pasto azul (Cuadro 42), es menor. El pasto azul es parte de una serie de mezclas forrajeras para establecer pastizales adecuados en todas las zonas, a fin de aumentar la disponibilidad de nutrientes demandados por el nivel de producción de leche de las vacas existentes al nivel de pequeños productores.

Cuadro 42
Tasas de crecimiento y acumulación de forraje en pasturas de las áreas de influencia de la Alianza Estratégica. Ecorregión andina del Ecuador

La información obtenida fue ajustada a una curva de periodicidad (Barrera, 1996), la cual describe la fluctuación de la producción de forraje en el tiempo. La ecua-

Mes	Tasa de crecimiento, kg/día/ha				Producción total, t/ha			
	Carchi	Chimborazo	Bolívar	Cañar	Carchi	Chimborazo	Bolívar	Cañar
Enero	79	47	55	57	2,43	1,47	1,71	1,77
Febrero	88	62	51	54	2,45	1,74	1,43	1,51
Marzo	77	56	47	39	2,37	1,74	1,46	1,21
Abril	95	65	41	46	2,85	1,94	1,23	1,38
Mayo	79	54	39	51	2,44	1,67	1,21	1,58
Junio	76	55	42	45	2,28	1,66	1,26	1,35
Julio	49	37	36	35	1,51	1,16	1,12	1,09
Agosto	51	40	34	33	1,58	1,23	1,05	1,02
Setiembre	48	36	31	31	1,44	1,08	0,93	0,93
Octubre	89	37	41	26	2,75	1,15	1,27	0,81
Noviembre	69	41	37	23	2,07	1,23	1,11	0,69
Diciembre	74	54	33	25	2,29	1,67	1,02	0,78
Promedio	73	49	41	39	2,20	1,48	1,23	1,18
Total					26,46	17,73	14,79	14,11

Elaborado: INIAP, 2004.

ción general es:

Donde X es tiempo expresado en unidades y C es una constante igual a 360° , dividido por el número de unidades dentro del ciclo.

$$Y = a_0 + a_1 \cos CX + b_1 \operatorname{sen} CX + a_2 \cos^2 CX + b_2 \operatorname{sen}^2 CX + a_3 \cos^3 CX + b_3 \operatorname{sen}^3 CX \dots$$

El modelo descrito es útil para estimar la producción de forraje por mes. Valores futuros de cada mes servirán para ajustar los valores con relación a la variabilidad dentro del mes. En el Cuadro 43 se presentan los coeficientes del modelo para cada zona.

Cuadro 43

Coefficientes del modelo de periodicidad forrajera que describe la fluctuación de la producción de materia seca disponible por mes en pasturas de las áreas de influencia de la Alianza Estratégica. Ecorregión andina del Ecuador

En el Cuadro 44 se presentan los valores de la producción de materia seca observada y estimada según el modelo de periodicidad.

Zona	Coeficientes				b ₂
	a ₀	a ₁	b ₁	a ₂	
Carchi	2,20	0,17	0,14	-0,13	-0,09
Chimborazo	1,48	0,07	0,17	-0,01	-0,03
Bolívar	1,23	-0,50	0,07	0,03	0,02
Cañar	1,18	-0,50	0,18	0,07	0,02

Elaborado: INIAP, 2004.

Cuadro 44

Producción mensual de material seca observada y estimada por la ecuación de periodicidad, en pasturas de las áreas de influencia de la Alianza Estratégica. Ecorregión andina del Ecuador

Meses	t/ha							
	Carchi		Chimborazo		Bolívar		Cañar	
	Observado	Estimado	Observado	Estimado	Observado	Estimado	Observado	Estimado
Enero	2,43	2,24	1,47	1,54	1,71	0,76	1,77	0,74
Febrero	2,45	2,28	1,74	1,59	1,43	0,86	1,51	0,88
Marzo	2,37	2,39	1,74	1,64	1,46	1,04	1,21	1,06
Abril	2,85	2,47	1,94	1,66	1,23	1,27	1,38	1,29
Mayo	2,44	2,38	1,67	1,62	1,21	1,51	1,58	1,53
Junio	2,28	2,15	1,66	1,52	1,26	1,70	1,35	1,71
Julio	1,51	1,91	1,16	1,39	1,12	1,76	1,09	1,74
Agosto	1,58	1,85	1,23	1,29	1,05	1,67	1,02	1,57
Setiembre	1,44	1,99	1,08	1,27	0,93	1,43	0,93	1,26
Octubre	2,75	2,19	1,15	1,33	1,27	1,14	0,81	0,93
Noviembre	2,07	2,31	1,23	1,41	1,11	0,89	0,69	0,72
Diciembre	2,29	2,29	1,67	1,48	1,02	0,76	0,78	0,67

Elaborado: INIAP, 2004.

La Figura 21 describe la fluctuación de la producción de materia seca obtenida en la zona del Carchi.

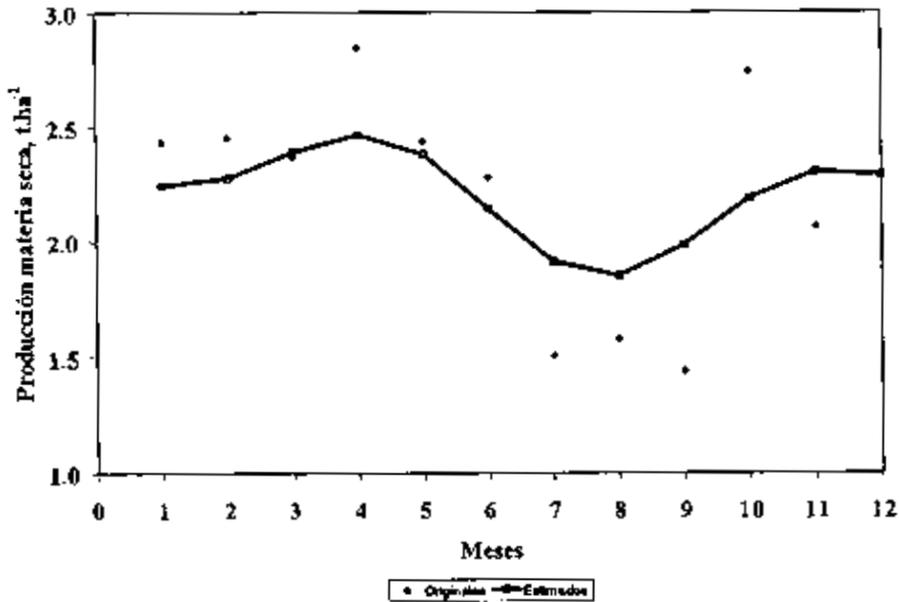


Figura 21. Representación gráfica del modelo de periodicidad forrajera que describe la fluctuación de la producción de materia seca disponible por mes en la zona del Carchi, 2003

Composición química y valor nutritivo de pasturas y praderas

En las zonas en estudio, la composición química y el valor nutritivo de pasturas y praderas cambian en función de algunos factores, tales como el clima, la fertilidad del suelo, la especie y el sistema de manejo. El Cuadro 45 refleja algunas características de la composición química de la pastura *versus* la pradera natural que afecta la producción animal, tal como se observa más adelante. Nótese que los valores de proteína cruda, fibra cruda, Ca y P se muestran bastante similares, lo cual se explica porque la pastura analizada contiene niveles bajos de leguminosas menores a 3%. El incremento progresivo de trébol en la pastura, al primero y segundo año de establecimiento, incrementaron los niveles de proteína y la digestibilidad de la materia seca, lo que benefició la producción secundaria, respecto a la alternativa con pradera natural.

Cuadro 45
Composición química de una pastura y pradera natural (expresados en base seca) en las áreas de influencia de la Alianza Estratégica. Ecorregión andina del Ecuador

Producción secundaria

Variable	Pastura ¹	Pradera natural ²
Materia seca, %	22,3	25,6
Proteína cruda, %	15,7	16,6
Fibra cruda, %	24,2	26,6
Calcio, %	0,42	0,41
Fósforo, %	0,22	0,26

Elaborado: INIAP, 2004.

Datos provenientes de muestras tomadas a intervalos de 50 días en pasturas y 60 días en praderas.

1 Pastura: *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Trifolium repens* y *Dactylis glomerata*.

2 Pradera natural: *Holcus lanatus*, *Paspalum sp.*, *Rumex acetocella*, *Alchemilla sp.*, *Stipa plumeris*.

La información reportada en el Cuadro 46 fue recopilada durante la ejecución de la alianza. Se evidencia un aumento temprano de la producción de leche por unidad de superficie en las provincias del Carchi, Chimborazo, Bolívar y Cañar, como respuesta a la adopción de alternativas tecnológicas de manejo de las pasturas, cuyos beneficios se reflejan en los niveles productivos al nivel de finca. Esto significa que, por cada hectárea de pastizales con una alta proporción de pasturas del tipo rye grass, es factible conseguir considerables incrementos en los rendimientos y, por lo tanto, en los beneficios económicos de los productores. Los datos para Cañar reflejan un aumento en la producción que no es significativo, lo cual se explica por un panorama general de escaso aprovechamiento de las ventajas de las pasturas introducidas en relación con las praderas naturales en proceso de degradación y también en el manejo de animales de producción de leche que pastorean sin control durante la lactancia, ya sea en pasturas o en praderas. Los esfuerzos de la alianza no fueron suficientes para revertir algunas decisiones sobre manejo de pastos por parte de los productores. Es probable que las propias condiciones socioeconómicas de la zona, donde se registran altos índices de migración temporal o permanente de algunos miembros, principalmente de la gente joven y el jefe de hogar, influyan sobre las decisiones de uso y adopción de tecnología, principalmente.

Cuadro 46
Cambios en la producción de leche en los sistemas de producción
de las áreas de influencia de la Alianza Estratégica. Ecorregión andina del Ecuador

Variable	Carchi		Chimborazo		Bolívar		Cañar	
	2001	2003	2001	2003	2001	2003	2001	2003
Superficie promedio, ha	8,5	8,5	6,0	6,0	5,32	5,32	6,13	6,13
Superficie, pastizales ¹ , ha	5,87	5,87	3,5	3,5	3,8	3,8	5,0	5,0
Producción de leche, l/año	7 866	11 329	4 575	7 025	4 853	6 996	6 750	8 750
Producción de leche, l/ha/año	1 340	1 930	1 307	2 007	1 277	1 841	1 350	1 750
Producción de leche, l/ha/día	3,7	5,3	3,6	6,2	3,5	5,0	3,8	4,7
Vacas en producción, No	5	8	5	5	6	6	5	5
Producción de leche, l/vaca/día	8,6	8,3	6,0	7,7	5,6	7,7	5,2	5,3
Incremento de leche, l/ha/día, %	43		72		43		24	
Incremento promedio leche, l/ha/día, %	46							

Elaborado: INIAP, 2004.

¹ La superficie de pastizales incluye la pradera natural más pasturas.

En resumen, lo visto anteriormente, desde una perspectiva general, demuestra que las alternativas diseñadas contribuyeron a la consecución de uno de los propósitos de la alianza respecto a la búsqueda de un balance entre tasa de crecimiento y tasa de consumo de pastos, a fin de mejorar la eficiencia de la producción de leche; es decir, a mejorar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción mixtos.

Curvas de lactancia

En los sistemas de producción analizados, la leche es la fuente de ingresos más importante. Consecuentemente, fue necesario realizar mediciones, a fin de estimar en forma precisa la producción de leche y así completar los análisis bio-económicos que permitan dar recomendaciones para mantener un eficiente y rentable sistema lechero.

La representación gráfica de la relación entre la producción de leche y el tiempo describe la “curva de lactancia” (Wood, 1981). La forma típica de la curva presenta dos partes: un rápido incremento desde el parto al pico máximo de producción y una declinación gradual hasta que el ordeño no es práctico. Estas partes pueden ser influidas genéticamente, y afectadas por factores ambientales, tales como prácticas de manejo, días abiertos, días secos, gestación, año, estación y edad al parto. Estos factores afectan el pico de lactancia y la fase de declinación y originan curvas de lactación atípicas. Un rango de 12% a 23% de vacas en un hato tiende a presentar curvas de lactación atípicas.

La curva de producción de leche puede ser descrita por los diferentes coeficientes de un modelo matemático. En el caso de este análisis, se utilizó la gamma incompleta descrita como:

$$Y = at^b e^{-ct}$$

Donde:

- Y (t) = rendimiento en el estado de lactancia n, kg/día
- t = tiempo de lactancia, período (semana o mes)
- a, b y c = parámetros de la función
- e = función exponencial

Un análisis preliminar permitió describir la curva de lactancia en tres casos considerados en la alianza: a) pastura natural; b) pastura bajo manejo del productor, y c) pastura introducida por la alianza (Cuadro 47).

Cuadro 47
Coeficientes de la curva de lactancia para vacas similares en diferentes tipos de pradera en la zona del Carchi, 2003

Condición de pasto	Parámetros curva gamma incompleta			Producción de leche kg 305 días
	a	b	c	
Pastura	3,517	0,3298	0,0060	2 123
Productor	3,618	0,3099	0,0063	1 921
Pradera	3,653	0,2801	0,0067	1 602

Elaborado: INIAP, 2004.

La Figura 22 describe las curvas de lactancia para las tres condiciones de manejo del pasto. Este tipo de información puede ser utilizado para plantear y analizar alternativas tecnológicas en una área en particular.

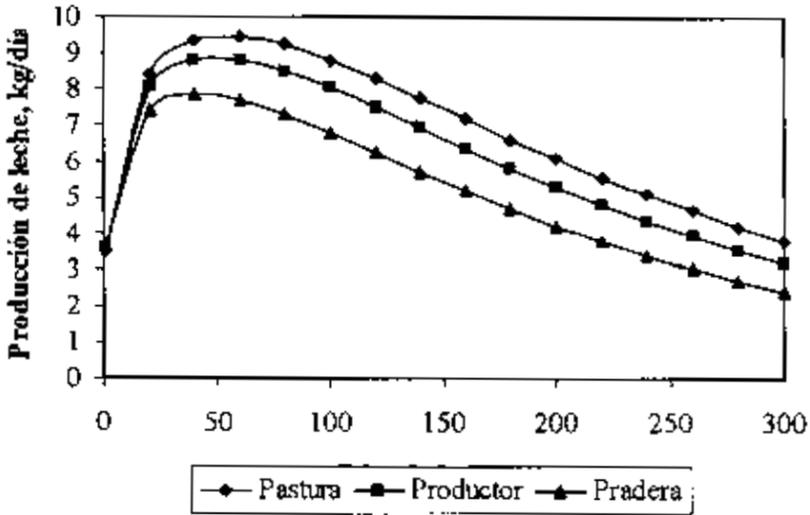


Figura 22. Curva de lactancia estimada por el modelo Gamma incompleta para tres tipos de condición de manejo de pastos en la zona del Carchi, Ecuador, 2003

Se observa que existe un potencial de producción de las vacas pastoreadas en pradera natural, con relación a vacas manejadas bajo condiciones del productor o con la introducción de pasturas propiciadas por la alianza. Sin embargo, fue necesario considerar los niveles de producción que puedan existir en las diferentes fincas de las zonas bajo estudio. La producción existente se clasificó en alta, media y baja. El Cuadro 48 describe los parámetros de las curvas para cada tipo de vaca en relación con su producción.

Cuadro 48

Parámetros de las curvas de lactancia de vacas con alta, media y baja producción en las áreas de influencia de la Alianza Estratégica. Ecorregión andina del Ecuador.

Area	Tipo de vaca	a	b	c	Días al pico de lactancia	Producción al pico Kg	Coefficiente de declinación producción ¹	Producción Leche a los, 305 días, kg	Producción de leche total kg
Carchi	Alta	6,048	0,2829	0,0057	50	13,76	-3,29	5,36	3 063
	Media	6,493	0,1991	0,0041	49	11,53	-2,23	5,81	2 773
	Baja	8,008	0,1122	0,0047	24	10,22	-2,34	3,63	2 128
	Promedio	6,850	0,1981	0,0048	41	11,72	-2,59	4,92	2 651
Chimborazo	Alta	6,299	0,2845	0,0114	25	11,84	-3,87	0,99	1 681
	Media	3,697	0,5376	0,0191	28	12,99	-4,61	0,24	1 429
	Baja	3,119	0,5500	0,0187	29	11,56	-4,11	0,24	1 308
	Promedio	4,372	0,4570	0,0164	28	12,68	-4,47	0,45	1 570
Bolívar	Media	5,437	0,3031	0,0114	27	10,85	-3,56	0,95	1 570
Cañar	Media	4,905	0,3800	0,0130	29	12,10	-4,02	0,70	1 590

Elaborado: INIAP, 2004.

¹ Coeficiente de declinación de la producción (persistencia). Valor medido del pico de producción al final de la lactancia.

Valores alejados de cero representan una baja persistencia de la producción.

En el Cuadro 48, se observa que la producción total varía entre zonas. En la zona del Carchi los niveles promedio de producción a 305 días son de 2.651 kg, en contraste con las zonas de Cañar, con 1.590 kg, y Bolívar y Chimborazo, con 1.570 kg, respectivamente. Las características de la lactancia para vacas de alta y media producción del Carchi son presentar un mayor tiempo al pico de lactancia con disminución gradual de la producción. Las curvas de Bolívar, Chimborazo y Cañar presentan pocos días (25-29) al pico y una declinación rápida, con producciones totales en el rango de media y baja producción. Es de mencionar que la información está presentada a 305 días; sin embargo, las lactaciones encontradas en Bolívar, Chimborazo y Cañar son de alrededor de 240 días, aspecto que no sucede en el Carchi, con lactancias de 280 días (Figura 23).

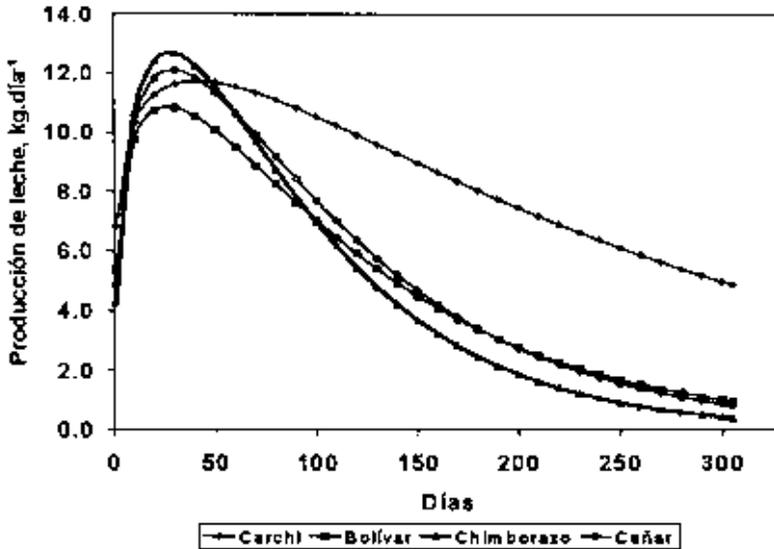


Figura 23. Representación grafica de la curva de lactancia en las áreas de influencia de la Alianza Estratégica. Ecorregión andina del Ecuador, 2003.

En el Cuadro 48, se observa que las curvas de lactancia de las zonas de Bolívar y Chimborazo presentan lactaciones cortas con baja persistencia. El Carchi presenta vacas con mejores producciones y persistencias más consistentes. La información analizada permite utilizarla en el análisis bio-económico de fincas, así como su uso en modelos de simulación. Las Figuras 24 y 25 describen las curvas de lactación de vacas con alta, media y baja producción encontradas en las zonas del Carchi y Chimborazo. Se observa que existe un potencial de producción de leche por ser obtenido por factores genéticos, así como de manejo.

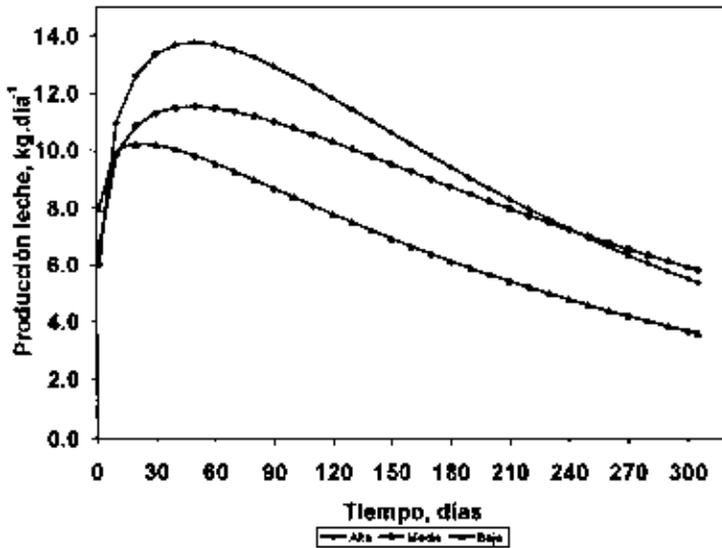


Figura 24. Representación grafica de la curva de lactancia de vacas con alta, media y baja producción encontrada en la provincia del Carchi-Ecuador, 2003.

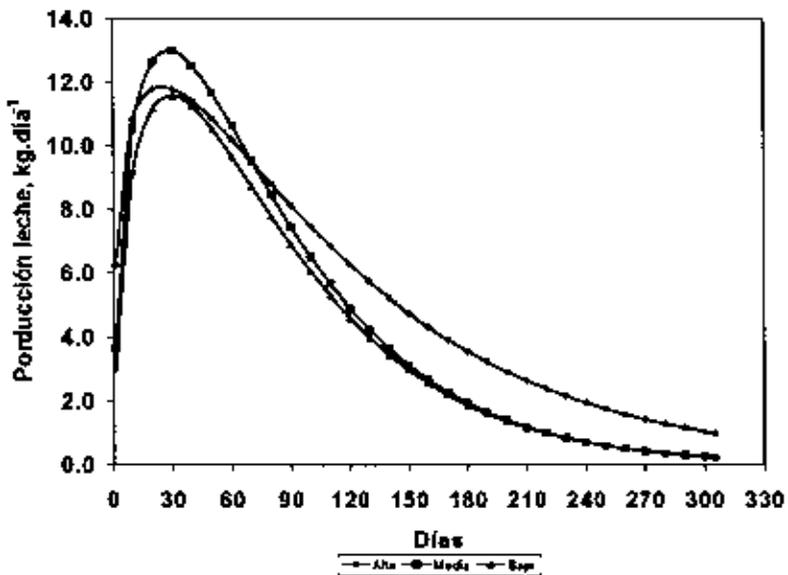


Figura 25. Representación grafica de la curva de lactancia de vacas con alta, media y baja producción encontrada en la provincia de Chimborazo-Ecuador, 2003.

S n t e s i s d e l o s r e s u l t a d o s

Si bien en párrafos anteriores ya se realizó un análisis y una discusión de los resultados reportados por los diferentes componentes de los sistemas de producción en estudio, es importante consolidar la idea central de los beneficios que los productores de los sistemas de producción que participaron en la alianza obtuvieron al implementar acciones enmarcadas bajo el Enfoque de Sistemas.

Hay que señalar en forma enfática que una de las acciones más relevantes dentro de la alianza es que las alternativas propuestas e implementadas en campo de productores se diseñaron al tomar en cuenta las características propias de cada región y las prácticas utilizadas habitualmente por ellos. En términos generales, en papa se incluyó el uso de variedades resistentes a lancha, uso de semilla de buena calidad y manejo integrado de plagas (uso de trampas para gusano blanco, mosca minadora y polilla). En pastos, se incluyó el uso de mezclas de gramíneas y leguminosas que mejor se comportaron en cada zona, fertilización de pasturas, cortes de igualación y dispersión de heces. El manejo de pastoreo incluyó el uso de la cerca eléctrica y, en el manejo del ganado, controles sanitarios oportunos y prácticas de alimentación animal.

Las alternativas, manejadas en forma integral, permitieron, en 48 fincas representativas de las cuatro provincias, aumentar la producción de leche en un 46% como promedio, y los rendimientos de papa en un 16%. Los costos de producción de papa se redujeron en un 3% y el uso de pesticidas disminuyó en un 30%. Esto hizo que los beneficios económicos se incrementaran en 638 dólares como promedio por finca y por año, en relación con los sistemas de producción tradicionales (Cuadro 49).

En la provincia de Carchi, los resultados fueron interesantes, ya que la producción de leche se incrementó en un 43%; en cambio, se logró una reducción del 6% en los costos de producción de papa, y, lo que es más importante, se logró reducir los costos de los pesticidas hasta un 30%. Se debe señalar que no se logró incrementos significativos en la producción de papa, debido al tipo de tecnología que ya poseen los productores.

Cuadro 49
Resultados alcanzados con la implementación de las alternativas tecnológicas
bajo el enfoque de sistemas. Ecorregión andina del Ecuador

Descripción	Carchi	Chimborazo	Bolívar	Cañar
Número de fincas	12	12	12	12
Tamaño promedio de la finca, ha	8,5	6,0	5,3	6,1
Incremento en producción de leche, %	43	72	43	24
Disminución costos producción en papa, %	6	0	2	5
Disminución uso de pesticidas, %	32	33	37	18
Incremento en rendimiento de papa, %	9	16	15	24
Incremento en los beneficios(dólares/finca/año)	949	614	513	475

Elaborado: INIAP, 2004.

En Chimborazo, los resultados muestran un incremento del 72% en la producción de leche; en cambio, en la producción de papa, no se logró una reducción en los costos de producción, pero sí una reducción en los costos de los pesticidas hasta en un 33%. Se reportó incrementos de hasta un 16% en la producción de papa.

En la provincia de Bolívar, se observó que la producción de leche se incrementó en un 43%; en cambio, en la producción de papa se reporta una reducción en los costos de producción de un 2%, y, lo que es más importante, se logró reducir los costos de los pesticidas hasta en un 37%. También se logró incrementar la producción de papa en un 15%.

En la provincia de Cañar se logró incrementar un 24% la producción de leche; en cambio, en la producción de papa se observó una reducción de un 5% en los costos de producción de papa, y se redujeron los costos de los pesticidas en un 18%. Se logró un incremento del 24% en la producción de papa.

Dis cu si n de los re sul ta dos

Como lo demuestran los estudios de caracterización y tipificación de los sistemas de producción en estudio, los rubros de mayor relevancia, por los ingresos económicos que generan y por ser productos de seguridad alimentaria de las familias de las zonas de la ecorregión andina en estudio, son la papa y la leche. En la producción de los mismos, los estudios demuestran serias restricciones desde los puntos de vista agropecuario, social y económico, principalmente referidos al desconocimiento de nuevas alternativas para producir sus productos, desconocimiento de mercados y falta de asistencia técnica, entre otros.

En la implementación de esta alianza, el enfoque central se basó en el manejo de

los sistemas de producción en forma integral, al priorizar los componentes que producen los mejores beneficios económicos. Para ello, luego de los análisis *ex-ante*, en donde se obtuvieron respuestas a cómo optimizar los sistemas de producción, se pusieron en práctica las mejores opciones de manejo de los sistemas, cuya discusión de resultados se muestran a continuación.

Las acciones implementadas para el manejo integrado del cultivo de papa, durante este estudio, se propusieron como un objetivo primordial el aprendizaje grupal en el uso de prácticas agronómicas alternativas, uso seguro de pesticidas y otros medios, que les permita disminuir a los productores los plaguicidas químicos que utilizan para combatir las plagas; es decir, que las acciones implementadas en esta investigación no se propusieron como una opción enfocada a las tecnologías, sino más bien se propusieron para desarrollar la capacidad creativa e innovadora de los productores. Desde este punto de vista, las personas que participaron en la alianza mostraron y evidenciaron un gran interés por adquirir mayor conocimiento, situación que se confirma con los resultados obtenidos. Es decir, que la brecha que existía en conocimiento disminuyó, y esto fue factor determinante para que los productores tomen las decisiones en forma correcta en el momento de utilizar las prácticas de manejo integrado del cultivo de papa.

En términos prácticos, la implementación y la comparación de las opciones del MIP *versus* las convencionales permitieron mostrar a los productores los beneficios en productividad, ingresos económicos, salud humana y ambiente que fueron tomados, en un comienzo, con mucha incredulidad. La reducción del uso de pesticidas, a través de las prácticas del MIP, no sólo permitió reducir los costos en niveles del 30% en comparación con las prácticas convencionales, sino también permitió obtener mayores rendimientos que las prácticas convencionales. Es evidente que el uso de fungicidas se ve restringido cuando se manejan las alternativas de MIP a través del uso de variedades resistentes a la lancha y con un adecuado combate del hongo mediante aplicaciones alternantes de fungicidas sistémicos y de contacto. También es importante recalcar que el uso de insecticidas se puede reducir si se utilizan las prácticas del MIP para gusano blanco mediante el uso de trampas más un insecticida en bajas dosis; las prácticas para el minador mediante el uso de trampas móviles, y las prácticas del MIP para polilla mediante adecuadas revisiones y aspersiones en almacenamiento, y uso de dosis bajas de insecticidas en el campo, tienen resultados efectivos.

Con las experiencias teóricas y prácticas mostradas, se sensibilizó a los productores, que se han enfocado siempre en la aplicación de plaguicidas, para que, mediante el uso de otras alternativas de combate y la aplicación de prácticas de uso correcto de pesticidas, disminuyan el riesgo en salud humana y ambiente, y mantengan y mejoren la productividad de sus cultivos.

Durante los tres años de la alianza, la pregunta fundamental alrededor del mercado de la papa, que se hicieron productores, técnicos e instituciones, fue: ¿cómo mantener un precio constante, cuando las áreas de producción cada vez se fueron incrementando, los precios de los insumos fueron cada vez más altos y lo peor de todo es que se permitió un mercado libre del producto desde países como Perú y Colombia? Es decir, ése fue un riesgo muy grande, y los productores pusieron en juego alrededor de 1.800 dólares por ha, los que, en la mayoría de los casos de los productores de papa de la ecorregión andina del Ecuador, perdieron por los bajos precios reportados. A los productores participantes en la alianza, las prácticas de manejo integrado del cultivo de papa les permitió, en parte, contrarrestar estas pérdidas y, en la mayoría de los casos, existieron beneficios, que fueron mínimos, ya que los costos de producción fueron menores.

En el componente de pastos y ganadería, es importante recalcar que el uso de mezclas forrajeras adaptadas a las condiciones de las áreas tomadas en consideración en esta alianza es la fuente fundamental de proteína cruda y energía metabolizable, que se ven transformadas en producción de leche y cuyos incrementos como promedio, para las áreas de estudio, ascienden al 46%. Este incremento se debe también al uso de prácticas de manejo del pastoreo mediante el uso de cerca eléctrica, principalmente, y al manejo de animales, al proporcionar alimentación y prácticas sanitarias adecuadas y en el momento oportuno. Es importante resaltar que las producciones de leche en las zonas en estudio se ven diferenciadas, y presentan mejores respuestas los animales de las provincias de Carchi, Chimborazo y Bolívar, *versus* la poca respuesta que se observó en Cañar, producto de factores socioeconómicos, principalmente.

No cabe duda que la producción de leche, en los últimos tres años, ha sido la principal fuente de ingresos de los productores de las áreas en estudio, la que, en muchos de los casos, han cubierto los costos de producción que representa el cultivo de papa. Ésta ha sido y seguirá siendo durante mucho tiempo más la que proporcione estabilidad económica a los sistemas de producción; por lo tanto, si los productores adoptan definitivamente estas prácticas de manejo, se verán beneficiados al cabo del tiempo.

Es importante señalar que, para la implementación de las prácticas de manejo del componente de pastos y ganadería, se partió del conocimiento proporcionado por el estudio de Estrada (2001), quien indica que, a partir del hecho de que los productores no invierten en ganadería porque es una actividad secundaria, ellos deberían pensar en hacerla primaria y reinvertir las ganancias en la ganadería de leche. Para todos está claro que los animales que se utilizan en los sistemas de producción son bastante aceptables para producir leche, por lo que únicamente quedaría hacer pequeñas inversiones en el establecimiento y la renovación de pasturas y en algunas prácticas de manejo de los

animales, como alimentación suplementaria y uso de sales minerales. También entre los actores de la alianza se hizo la pregunta de por qué los productores no invierten en ganadería, cuando ellos saben que éste es un componente que les brinda recursos económicos constantes y seguros. Posiblemente sea porque los productores de papa-leche creen que el cultivo de papa siempre les puede proporcionar un golpe de suerte y hacerlos ricos de la noche a la mañana; sin embargo, la producción de papa únicamente, hasta la fecha, les ha permitido sobrevivir.

Durante el desarrollo de la alianza, ha sido importante observar que los productores de los sistemas de producción de las provincias de Carchi y Bolívar han sido los más receptivos con las opciones implementadas bajo el enfoque de sistemas. Por ejemplo, en la provincia de Bolívar, el uso de la variedad INIAP-Fripapa99 se ha propagado a la mayoría de los productores del área, así como también el uso de las mezclas forrajeras, a tal punto que el Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio (FEPP) de Bolívar ha abierto un rubro de crédito para proporcionar los insumos para la siembra de las mezclas forrajeras, crédito en el cual va involucrada la asistencia técnica. En la provincia del Carchi, el uso de las mezclas forrajeras, así como el uso de las prácticas de manejo de pastoreo y de manejo de animales, está siendo implementado y los resultados en producción animal son evidentes. En estos sistemas de producción también ha sido factible el involucramiento de prácticas para el mantenimiento y el mejoramiento de los recursos naturales de la zona.

Hasta el momento, las alternativas implementadas en los sistemas de producción en estudio están dando respuestas positivas en términos bio-económicos. En relación al personal capacitado en la *Investigación Bajo el Enfoque de Sistemas*, se puede señalar que se está generando una masa crítica que seguirá impulsando la investigación bajo este enfoque. De lo observado en campo, se estima que, al menos, un 20% de los productores que poseen sus sistemas de producción en las zonas aledañas a la alianza están manejando al menos una alternativa en sus sistemas de producción, producto del impacto de la alianza.

Desde el punto de vista institucional, en relación a la capacidad de los actores de alianza para desarrollar y difundir alternativas tecnológicas bajo el enfoque de sistemas, es evidente que se ha conformado un grupo de técnicos investigadores con la capacidad suficiente para aplicar esos conocimientos y, sobre todo, para poderlos difundir a los diferentes niveles con los que ellos se encuentran en interrelación. En el INIAP, particularmente, ya se formulan propuestas bajo este enfoque, con financiamiento de otras fuentes.

- 1 El cálculo de una UBA se basa en la relación del peso metabólico. La relación para el cálculo de una UBA es de $1/\text{peso}0,75$, que equivale a $0,010$; Por lo tanto, una vaca de 450 kg es la unidad ($0,010 \cdot 4500,75 = 0,010 \cdot 97,70 = 1,0$). Entonces, una vaca de 380 kg corresponde a ($0,010 \cdot 3800,75 = 0,010 \cdot 86,07 = 0,86$ de UBA. Al multiplicar los coeficientes de cada categoría por el número total, se estima el total de UBAs.
- 2 El cálculo de la producción de forraje se puede estimar mediante muestreo. Se utiliza un marco de medio o de un metro cuadrado, al lanzarlo en cinco ó 10 lugares diferentes del potrero, según el tamaño de éste. El pasto que se corte y recoja de cada lugar se pesa y luego se calcula la cantidad por hectárea. Esta operación se debe realizar en las épocas de mayor y menor producción de forraje, ya que existen diferencias grandes que afectan la disponibilidad para consumo y, por lo tanto, la producción de leche.
- * En la mayoría de los casos, el préstamo es cuantioso, de tal manera que la amortización a corto plazo incide sobre el ingreso neto, y obliga a los productores a readecuar su deuda hacia rubros similares de una depreciación real.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, H. 2000. Variedades de papa cultivadas en el Ecuador. INIAP, PNRT-Papa Quito, Ecuador.
- AGUILAR, C. y BARRERA, V. 1997. Evaluación de la sostenibilidad de una alternativa de manejo en el sistema de producción de pequeños productores de Carchi, Ecuador. Experimentación con un modelo de simulación. En Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Publicado por Asociación Latinoamericana de Producción Animal. San Juan, Puerto Rico. Volumen 5, Número 1, pp. 1-20.
- ARMING, I. y LIZÁRRAGA, A. 1999. Manejo ecológico de plagas, una propuesta para la agricultura sostenible. Lima, RAAA. 174 p.
- BARRERA, V.; ESCUDERO, L.; NORTON, G. y SHERWOOD, S. 2002. “Validación y difusión de modelos de manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de la papa. Una experiencia de capacitación participativa en la provincia del Carchi, Ecuador”. Revista INIAP (16): 25-28.
- BARRERA, V.; GRIJALVA, J. y LEÓN-VELARDE, C. 2002. Mejoramiento de los sistemas de producción de leche en la Ecorregión Andina del Ecuador. (Premio Fabián Portilla). En Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. En Publicación Asociación Latinoamericana de Producción Animal.
- BARRERA, V.; QUISPE, D.; CRISSMAN, C.; NORTON, G. y WOOD, S., 2002. Evaluación económica de la aplicación de la tecnología de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) en el cultivo de papa en la sierra del Ecuador., INIAP/ CIP/IPM-CRSP/IFPRI. Quito- Ecuador, 62 pp.
- BARRERA, V.; NORTON, G. y ORTIZ, O. 1999. Manejo de las principales plagas y enfermedades de la papa por los agricultores en la Sierra ecuatoriana. INIAP-CIP-IPMCRSP. Quito, Ecuador. 165 pp.

- BARRERA, V. y AGUILAR, C. 1997. Modelo de simulación para el estudio de la sostenibilidad del sistema de producción de pequeños productores de Carchi, Ecuador. Desarrollo del Modelo y Validación. En Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Publicado por Asociación Latinoamericana de Producción Animal. San Juan, Puerto Rico. Volumen 4, Número 2, pp. 135-166.
- CAÑADAS, L. 1983. Mapa bioclimático y ecológico del Ecuador, MAG, PRONAREG Quito. Ecuador.
- CHAMORRO, F.; ANDRADE, H.; OYARZUN, P.; HIBON, A.; BARRERA, V.; LÓPEZ, F.; SUQUILLO, J.; y SEVILLANO, C. 1996. Sondeo sobre el cultivo de papa en la provincia del Carchi. INIAP/ PNRT-Papa/FORTIPAPA/NATC/UVTT-C. Carchi- Ecuador, 58 pp.
- FAO. 2003. Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas. 34 pp.
- GALLEGOS, P.; ÁVALOS, G.; CASTILLO, C. 1997. El gusano blanco de la papa en Ecuador: comportamiento y control. INIAP. Quito, Ecuador. 35 p.
- HERRERA, M.; CARPIO, H. y CHÁVEZ, G. 1999. Estudio sobre el subsector de la papa en el Ecuador. INIAP-CIDES-COSUDE-CIP. Quito, Ecuador. 140 pp.
- GRIJALVA, J. 2004. Praderas para el Ecuador. Publicación técnica inédita. INIAP, EESC. Quito, Ecuador. 150 p.
- GRIJALVA, J. 2002. Producción y utilización de pasturas para el mejoramiento de los sistemas de producción mixtos en la ecorregión andina. INIAP. 30 pp. (en publicación).
- GRIJALVA, J., ESPINOSA, F. e HIDALGO, M. 1995. Producción y utilización de pastizales en la región interandina del Ecuador. Manual No. 30, Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. Quito, Ecuador. 51 pp.
- GRIJALVA, J. y ALDEAN, L. 1992. Crianza de terneras de leche. INIAP. Manual No. 22. Quito, Ecuador. 33 p.
- INIAP. 2004. Recopilación, sistematización y análisis de la información técnica generada durante los últimos 10 años de investigación en los componentes de papa y leche, por la Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador.

- INIAP-CIP-PROMSA. 2003. Proyecto “Mejoramiento de la productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción mixtos: cultivos-ganadería, en la ecorregión andina del Ecuador”. Informe Final. 149 pp.
- INIAP. 1981-2002. Informes anuales del Programa de Investigación en Producción (PIP) y Unidad de Validación y Transferencia de Tecnología UVTT-Carchi INIAP. Carchi, Ecuador.
- INIAP-CIP. 1997-2001. Proyecto “Mejoramiento de los sistemas de la producción lechera en la ecorregión andina del Ecuador. Informe Final. 25 pp.
- INIAP. 1989-1995. Informes anuales del Programa de Ganadería de Leche y Pastos. Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. Quito, Ecuador.
- INIAP. 1995-2001. Informes anuales del Departamento de Suelos y Aguas. Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. Quito, Ecuador.
- LEÓN-VELARDE, C.; McMILLAN, I.; GENTRY, R.D and WILTON, J.W. 1995. Estimating typical lactation curves in dairy cattle. *Journal Animal Breeding Genetics*. 112: 333-340.
- LEÓN-VELARDE, C. 1984. Manejo de los sistemas de producción de leche. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 60 pp.
- LOAYZA, F. 1992. Guía de manejo de ganado de leche. INIAP. Manual No. 18. Quito, Ecuador. 34 pp.
- MORALES, M.; 2002. Evaluación de la eficiencia de productos alternativos para el control de lancha *Phytophthora infestans* en papa. Tesis de grado para Ingeniera Agrónoma, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito- Ecuador, 93 pp.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001. Nutrient requirements of Dairy Cattle 7 ed. rev. Washington D.C, EEUU. National Academy Press. 363 pp.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Nutrient requirement of Dairy Cattle. 2003. Washington. D.C.

- PUMISACHO, M. y SHERWOOD, S. (eds.). 2000. Cultivo de papa en el Ecuador. INIAP-CIP. Quito, Ecuador. 145 pp.
- P.BID.016. 1999. Pastos promisorios: Una alternativa forrajera para la zona alto andina del Ecuador. Boletín Divulgativo ESPOCH. Riobamba-Ecuador.
- RAINER, D. 1994. El manejo integrado de plagas: Guía de orientación. Boon, DE, s.e. s.p.
- SECCHINI, P. 1999. Influencias del manejo de la producción sobre la calidad de papas para la fabricación de chips. Tesis para Diplomado de Sección Agricultura Internacional. Universidad de Suiza. INIAP-UVTT-Carchi. Quito, Ecuador.
- SUQUILLO, J.; GALLEGOS, P.; y CHAMORRO, F. 1998. Validación de tecnología sobre control integrado de gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax*). En Informes Anuales UVTT-Carchi y Proyecto Fortipapa. Quito, INIAP, s.p.
- WOOD, P.D.P. 1981. Lactation curves. In computers in Animal Production. Occasional publication No. 5. British Society of Animal Production.
- YANGGEN, D.; CRISSMAN, C. y ESPINOSA, P. (eds). 2003. Los plaguicidas: impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador. Quito, CIP/INIAP. 199 pp.

ANEXOS

ANEXO 1: Procedimiento simplificado para calcular ingresos en un sistema de producción de leche

I. Consideraciones básicas

Todo sistema de producción de leche constituye una inversión que requiere un conocimiento técnico y una mentalidad administrativa. Se estima que los costos de producción en una empresa lechera corresponden aproximadamente a:

Rubro	%
Reemplazo de vacas	3,7
Cargo de intereses por vacas	7,1
Alimentación	52,1
Materiales y servicios	4,1
Mano de obra	20,5
Depreciación y reparaciones	3,7
Administración	5,7
Sanidad	3,1
	100,0

Se observa que el rubro de alimentación constituye el valor más alto y se estima que, del valor indicado, se gasta aproximadamente el 60% en forrajes y el 40% en suplementos o concentrados, aunque en algunos casos esta relación se encuentre invertida.

Por lo tanto, al ser la alimentación uno de los costos más altos en el sistema, es necesario conocer técnicamente los métodos de alimentación más adecuados para el ganado lechero, así como las prácticas de manejo para los dos componentes principales, el pasto y el animal, aspectos de vital importancia en el análisis de los ingresos y egresos de un sistema.

En forma general, en el análisis de los ingresos y egresos de un sistema, la utilidad anual está dada por la siguiente ecuación:

$$\text{Ingreso neto total} = \text{Ingreso total} - \text{Costo total} \quad [1]$$

Al considerar la ecuación planteada, se presentan tres alternativas de aumentar el ingreso neto total (utilidad):

- a. Con los mismos costos totales y el precio de venta del producto, hacer un uso racional de la tecnología y de los recursos disponibles para aumentar el volumen de producción, lo cual significa un aumento del ingreso y, por consiguiente, de la utilidad.
- b. Con el mismo ingreso constante (productividad constante), bajar los costos totales mediante el uso racional de los recursos y la tecnología.
- c. Con la misma producción y los costos totales, aumentar el precio de venta del producto. Con esta alternativa también es posible obtener un aumento del ingreso y de las utilidades; sin embargo, en la práctica no es la más viable, debido a que, en la mayoría de las zonas tropicales, el precio de la leche tiene control gubernamental.

De las alternativas mencionadas se debe considerar, en primer término, las dos primeras, y dejar la tercera a una situación tal que, después de haber logrado mayor producción y bajar los costos, la empresa se mantenga en punto de equilibrio, es decir, que los ingresos sean iguales a los costos totales.

Un análisis semejante se podrá hacer con la ecuación 2.

$$\text{Costo de producción por unidad de leche producida} = \frac{\text{Costo total-valor de venta de vacas y terneras}}{\text{Producción total de leche al año}} \quad [2]$$

II. Estimación de los costos de producción por año

Para estimar los costos de producción por unidad de leche producida se considera los siguientes rubros:

1. Costo de alimentación (CA)
2. Costo de mano de obra y de administración (CM) y (CA)
3. Costo de atención veterinaria (CV)
4. Costo de reproducción (CR)

5. Depreciación de las vacas	(DV)
6. Interés promedio de vacas	(IP)
7. Costo de mortalidad	(MV)
8. Interés promedio del capital circulante	(IC)
9. Costo de instalaciones y mantenimiento	(CI)

1. Costo de alimentación

El nivel de producción de una vaca se relaciona con la alimentación que se le proporciona y se basa fundamentalmente en forrajes (Cf) y suplementos (Cc).

$$CA = Cf + Cs \quad [3]$$

En sistemas estabulados, el costo de forrajes puede ser calculado por:

$$\begin{aligned} Cf \text{ (día)} &= \text{No. de kilos por día} \times \text{costo por kilogramo} \\ Cf \text{ (año)} &= Cf \text{ (día)} \times 365 \text{ días} \end{aligned} \quad [4a]$$

En sistemas al pastoreo, el costo de forrajes puede ser calculado a partir del costo de instalación de los potreros (Cip), la vida útil de las pasturas (Vip) y el mantenimiento anual de pasturas (mp).

$$Cf \text{ (año)} = \frac{Cip + mp}{Vip}$$

Para el cálculo del costo de suplementos, se debe tener en cuenta:

- Que el uso de suplementos es proporcional al nivel de producción por vaca/año, por lo que se espera que, a mayor nivel de producción, mayor suplemento.
- Que existe una relación entre el uso de suplemento y la producción de leche, para lo cual se debe estimar la razón que existe entre kilos de suplemento (s) y producción de leche (1). Esta razón es calculada a partir de la diferencia de los nutrientes aportados por el pasto y los requerimientos totales de mantenimiento y producción.

Al tener la razón s/1, se puede estimar el costo de suplemento por año.

$$C_c = \text{Producción total de leche al año (kg)} \times \text{kg suplemento} \times \text{precio} [5]$$

kg leche
kg suplemento

Posteriormente, previo a los cálculos anteriores, se reemplazan los valores en la ecuación 3:

$$C_A = C_f + C_s$$

2. Costo de mano de obra (CM) y de administración (CA)

Cuando se registra el número de jornales remunerados y utilizados, es posible calcularla por:

$$C_M = \text{No. de jornales al año} \times \text{valor de jornal diario} \quad [6a]$$

Para el costo de administración, se debe asumir el valor del trabajo del productor y la familia, si ésta interviene; en la mayoría de los casos, este valor no es remunerado tácitamente, pero sí representa un costo que debe ser contabilizado [6b].

3. Costo de atención veterinaria (Cv)

En este costo se incluye todas las medicinas y servicios de atención veterinaria que recibe el hato durante el año.

Se calcula por:

No. Vacunas x precio unitario	= subtotal
No. Dosificaciones x precio unitario	= subtotal
No. Antibióticos x precio unitario	= subtotal
x precio unitario	= subtotal
Medicinas	= Total

En caso de no conocer el valor exacto de los servicios de medicina veterinaria, éstos pueden ser estimados en un 60-80% del valor total de las medicinas.

$$C_v = \text{Costo de medicinas} + \text{costo de servicio veterinario} \quad [7]$$

4. Costo de reproducción (CR)

La reproducción se realiza en forma de inseminación artificial o por monta directa. En el caso de monta directa, puede ser con toros alquilados o con toros propios; en el caso de toros alquilados, se considera el alquiler más la alimentación del toro y medicinas. En el caso de toro propio, se debe considerar sus propios costos anuales.

En la inseminación artificial (IA) se debe tener en cuenta el costo del semen, del transporte, de la conservación y del servicio operacional. Se debe calcular:

$$\text{Costo de inseminación} = \frac{\text{No. de inseminaciones realizadas en el año}}{\text{cada inseminación}} \times \text{precio unitario de la I.A.} + \text{costo de material de la I.A.} \quad [8]$$

5. Depreciación de las vacas/año (Dv)

La depreciación de las vacas es un costo fijo a corto plazo, por lo que corresponde hacer una distribución del valor inicial, invertido en la compra, a través de los años productivos de la vaca. El cálculo es posible por el método de depreciación lineal.

$$Dv = \frac{\text{Valor inicial de las vacas} - \text{valor residual de las vacas}}{\text{Años de vida productiva de las vacas}} \times \text{No. de vacas} \quad [9]$$

En la mayoría de establos, las vacas son compradas inicialmente mediante un préstamo bancario; esta depreciación, puede ser estimada para el pago del préstamo (amortización).

6. Interés promedio de vacas (IP)

Es un costo fijo que corresponde al valor que se tiene que pagar en caso de usar un capital de compra para las vacas. En el caso de un préstamo, se pagará un interés (tasa de interés anual en el mercado) por las vacas compradas con dicho préstamo.

$$IP = \text{Valor de vacas} \times i \quad [10a]$$

El interés promedio por vacas puede variar si el interés del préstamo es al rebatir.

Otra manera de calcular el interés promedio por vaca es:

$$IP = \frac{VI - VR}{2} \times i \times \text{No. de vacas} \quad [10b]$$

7. Costo de mortalidad promedio (Mv)

En un establo existe una tasa de mortalidad calculada por el número de animales muertos al año; el valor de ellos debe ser cargado a las demás vacas. Se puede calcular de dos formas:

$$a. MV = VI + VR \times \text{tasa de mortalidad} \times \text{No. de vacas} \quad [11a]$$

Esta fórmula estima un costo de previsión, pero no el costo real, el cual sería dado por b.

$$b. MV = \text{Valor real de vacas muertas} \quad [11b]$$

8. Costo de interés del capital circulante (IC)

Todo productor mantiene en un almacén o depósito una cantidad de alimentos, medicinas, etc., para el abastecimiento en el año; en ellos se tiene dinero invertido, por lo que la inversión requiere de un interés, debido a que existe dinero circulante y debe de ser pagado por la producción.

$$IC = (Vif + Vis + Vim + \dots + Vio) \times r \quad [12]$$

Donde:

Vif =	Valor de inventario de forrajes
Vis =	Valor de inventario de suplementos
Vim =	Valor de inventario de medicinas
Vio =	Valor de inventario de otros
r =	Tasa de interés

El valor de inventario de cada uno de los rubros mencionados anteriormente será igual a una parte proporcional del consumo anual de cada uno de ellos por su respectivo precio. Así, si se desea mantener 1/3 del suplemento, el valor del inventario será:

$$Vis = \text{Consumo anual del suplemento} \times 1/3 \times \text{precio unitario} \quad [13]$$

En cada hato en pastoreo se considera el valor del inventario de forrajes (Vif) como el inventario de mantenimiento (fertilizantes, herbicidas, etc.).

9. Costo de instalaciones y equipos

Se refiere a los costos que hay que pagar por las instalaciones que tiene el sistema, para lo cual se consideran la depreciación, el interés y el mantenimiento de las instalaciones y el equipo. Se estima por el cálculo de:

- La depreciación de las instalaciones y del equipo (de); se distribuye la inversión de base entre los posibles años de vida.
- El interés promedio de las instalaciones y del equipo (ie); es el uso alternativo del capital invertido, por el interés del mercado.
- El gasto del mantenimiento del establo (me). Se puede estimar por el cálculo de porcentaje del total de la inversión o por la asignación del valor real del mantenimiento anual de las instalaciones y del equipo.

$$C_i = de + ie + me \quad [14]$$

Con los valores calculados en cada rubro, se procede al cálculo del costo total del año:

$$CT = CA + CM + CV + CR + DV + IP + M_v + IC + CI \quad [15]$$

Estimación de los ingresos anuales (IA)

El ingreso anual del sistema de producción por año proviene de:

$$IA = ip + it + ie + iv \quad [16]$$

Donde:

- ip = ingreso por producción de leche
- it = ingreso debido a las crías o terneros
- ie = ingreso por producción de estiércol
- iv = ingreso por venta de vacas o vaquillas

Ingreso por producción (ip)

ip = volumen anual x precio por unidad de producto vendido

El ingreso atribuido a la cría (it) es una ganancia que se espera obtener cada año productivo de las vacas. Debido a que la probabilidad de ser macho o hembra es 0,50, se toma un promedio del valor de ambos:

$$it = \frac{\text{Valor de ternero} + \text{Valor de ternera}}{2} \times \text{tasa de fertilidad} \times \text{No. de vacas}$$

La tasa de fertilidad de las vacas está en función de las prácticas de manejo del sistema (pasto- animal), de la raza, de la edad, etc. El valor del ternero es un estimado de venta al nacer o en el futuro como reproductor o para carne. El valor de la ternera es como base en el nivel esperado de producción, que está en función de la calidad genética productiva de la madre y el padre.

El ingreso por estiércol (ie) es sólo en sistemas de estabulación completa; en caso de sistemas al pastoreo, puede hacerse un estimado de la mejora en materia orgánica de los terrenos, debido a las heces, más lo que se recoja de un estercolero, si es que existiera. El ingreso por ventas de vacas es calculado sólo por la venta real en vacas, vaquillas y terneros.

IV. Ingreso neto total

El ingreso neto total, expresado en la ecuación [1], será positivo cuando el costo total es menor que el ingreso total. Con los valores calculados se puede obtener el costo medio por kg de leche producida:

$$\text{Costo medio (Cm)} = \frac{\text{Costo total anual}}{\text{Producción de leche anual}}$$

Para estimar el costo real por unidad de producción de leche, se utiliza la fórmula descrita en el capítulo referente a las consideraciones bio-económicas.

El siguiente esquema ayuda a visualizar el análisis que se debe hacer en forma periódica, con el objeto de tener los elementos de juicio que permitan una mayor eficiencia bio-económica del sistema de producción de leche.

Egresos

1. Alimentación
2. Mano de obra y administración
3. Medicinas y atención veterinaria
4. Reproducción
5. Interés promedio de vacas
6. Mortalidad
7. Interés promedio del capital circulante
8. Depreciación de instalaciones y mantenimiento

Ingresos

1. Volumen producido al año
2. Crías nacidas
3. Venta de animales
4. Otras ventas

Costos totales

Ingresos

% rentabilidad = $\frac{\text{Ingresos} - \text{costos totales} + \text{intereses de inversión}}{\text{Capital invertido}} \times 100$

Capital invertido

ANE XO 2: Prin ci pa les uni da des de lon gi tud, su per fi cie pa ci dad y vo lu men

A. Medidas de longitud

1 kilómetro (km)	1.000 m
1 metro (m)	100 cm
1 centímetro	10 mm
1 milímetro (mm)	1.000 m
1 micrón (m)	1.000 mm
1 milimicrón (mm)	10 A
1 angstroem (A)	0,000001 mm
1 pulgada	0,0254 m; 2,54 cm
1 pie	0,3048 m; 2 pulgadas
1 vara	0,836 m; 32,91 pulgadas
1 yarda	0,9144 m; 3 pies
1 braza	6 pies
1 cable	1.220 brazas
1 milla (“statute”)	1.609 m; 1.760 yardas
1 milla (USA)	1.855,3 m; 6.080,27 pies
1 nudo	1.851,85 m

B. Medidas de superficie

1 kilómetro cuadrado (km ²)	1'000.000 m ²
1 hectárea (ha)	10.000 m ²
1 área (a)	100 m ²
1 metro cuadrado (m ²)	10.000 cm ²
1 centímetro cuadrado (cm ²)	100 mm ²
1 milímetro cuadrado (mm ²)	0,01 cm ²
1 pulgada cuadrada	6,452 cm ²
1 pie cuadrado	929,0 cm ² ...144pulgadas
1 vara cuadrada	0,698896 m ²
1 yarda cuadrada	0,8361 m ²
1 acre	4046,71 m ²
1 caballería	45,25 ha...64,75manzanas
1 manzana (Mz)	0,698 ha
1 tarea	628,9 m ² ... 0,006289ha

C. Medidas de peso

1 tonelada (Tm)	1.000 kg
1 quintal métrico (qq)	100 kg
1 kilogramo (kg)	1.000 g
1 gramo (g)	1.000 mg
1 miligramo (mg)	0,001 g
1 libra (lb)	460g...16 onzas
1 arroba (@)	25 libras
1 onza	28,35g

D. Medidas de capacidad

1 kilolitro (kl)	1.000 l...1m ³
1 hectolitro (hl)	100 l
1 litro (l)	10 dl...1.000cm ³
1 decilitro (dl)	100 cm ³
1 litro	1,49 botellas
1 botella	0,670 litros
1 galón americano	3,78 litros
1 cuartillo	4,161 litros

E. Medidas de volumen

1 metro cúbico (m ³)	1'000.000 cm ³
1 centímetro cúbico (cm ³)	1.000 cm ³
1 milímetro cúbico (mm ³)	0,001 cm ³
1 pulgada cúbica	16,39 cm ²
1 pie cúbico	0,02832 m ³
1 yarda cúbica	0,7646 m ³

F. Conversiones medidas de longitud

Convertir	En	Multiplicar por
milímetros	pulgadas	0,0394
centímetros	pulgadas	0,3937
metros	pies	3,2808
metros	yardas	1,0936
metros	brazas	0,5468
kilómetros	millas tierra	0,6214
kilómetros	millas mar USA	0,5399
kilómetros	millas mar UK	0,5396

pulgadas	milímetros	25,401
pulgadas	centímetros	2,5401
pies	metros	0,3048
yardas	metros	0,9144
brazas	metros	1,8288
millas tierra	kilómetros	1,6093

G. Conversiones medidas de volumen

Convertir	En	Multiplicar por
centímetros ³	pulgadas ³	0,0610
metros ³	pies ³	36,3145
metros ³	yardas ³	1,3079
metros ³	galones USA	264,178
metros ³	galones UK	219,976
pulgadas ³	centímetros ³	16,3872
pies ³	metros ³	0,0283
yardas ³	metros ³	0,7646
galones USA	metros ³	0,003785
galones UK	metros ³	0,004545

H. Conversiones medidas de peso

Convertir	En	Multiplicar por
gramos	onzas (Av)	0,0353
gramos	onzas (Troy)	0,0321
kilogramos	libras (Av)	2,2046
kilogramos	libras (Troy)	2,6792
tonelada métrica	libras	2204,62
tonelada métrica	tonelada USA	1,1023
tonelada métrica	tonelada UK	0,9842
onzas (Av)	gramos	28,3495
onzas (Troy)	gramos	31,1035
libras (Av)	kilogramos	0,4536
libras (Troy)	kilogramos	0,3732
libras	tonelada métrica	0,0004535
tonelada USA	tonelada métrica	0,9072
tonelada UK	tonelada métrica	1,0160

I. Conversiones medidas de superficie

Convertir	En	Multiplicar por
milímetros ²	pulgadas ²	0,001550
centímetros ²	pulgadas ²	0,1550
metros ²	pies ²	10,7642
metros ²	yardas ²	1,1960
kilómetros ²	acres	247,105
kilómetros ²	millas ²	0,3861
hectáreas	acres	2,471
pulgadas ²	milímetros ²	645,160
pulgadas ²	centímetros ²	6,4516
pies ²	metros ²	0,0929
yardas ²	metros ²	0,8361
acres	kilómetros ²	0,004047
millas ²	kilómetros ²	2,5900
acres	hectáreas	0,4047

J. Conversiones medidas de capacidad

Convertir	En	Multiplicar
litros	pulgadas ³	61,0238
litros	pies ³	0,03531
litros	galones USA	0,2642
litros	galones UK	0,2200
litros	pintas líquidas	2,1134
litros	quarter líquidos	1,0567
hectolitros	galones USA	26,4178
hectolitros	galones UK	21,9976
hectolitros	bushels USA	2,8378
hectolitros	bushels UK	2,7497
pulgadas ³	litros	0,01639
pies ³	litros	28,3205
galones USA	litros	3,7850
galones UK	litros	4,5454
pintas líquidas	litros	0,4732
quarter líquidos	litros	0,9463
galones USA	hectolitros	0,03785
galones UK	hectolitros	0,04545
bushels USA	hectolitros	0,3524
bushels UK	hectolitros	0,3636

