

Los Residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes



Héctor Manterola B.

Dina Cerda A.

Jorge Mira J.



Fundación para la Innovación Agraria
Ministerio de Agricultura



Universidad de Chile

Héctor Manterola B. es ingeniero agrónomo titulado en la Universidad de Chile, M. S. (U. de California), especialista en nutrición de animales, particularmente rumiantes. Ha desarrollado investigaciones en el uso de residuos agrícolas, agroindustriales y pecuarios por más de 30 años. Actualmente es profesor titular de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, donde ejerce docencia de pregrado y postgrado y es además director del Departamento de Producción Animal y Jefe del Área de Nutrición.

Dina Cerda A. es químico laboratorista titulada en la Universidad de Chile, especialista en metodologías de análisis de alimentos para uso animal. Ha desarrollado estadías de perfeccionamiento en España, Francia y Argentina así como investigaciones en su especialidad por más de 25 años. En la actualidad es profesora asociada de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, donde ejerce docencia de pregrado y postgrado y se desempeña además como Jefa del Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Nutrición Animal.

Jorge Mira J. es ingeniero agrónomo titulado en la Universidad de Chile. Ha desarrollado investigación en nutrición de animales neonatales, nutrición y alimentación de aves y de rumiantes. Asimismo, ha participado activamente en la investigación sobre uso de residuos de distinto origen en la alimentación de rumiantes. Actualmente es académico jornada completa, profesor de nutrición animal del Departamento de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile y Director de la Escuela de Agronomía de esa universidad.

Los Residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes

Fundación para la Innovación Agraria
Ministerio de Agricultura

Santiago de Chile
1999

ISBN 956 - 7874 - 01 - 8

Fundación para la Innovación Agraria

Registro de Propiedad Intelectual

Héctor Manterola B.

Inscripción N° 104.335

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida,
siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Santiago, Chile

Septiembre de 1999

Presentación

Las diversas actividades agrícolas, ganaderas y forestales generan en sus distintas etapas cantidades variables de residuos cuyo almacenamiento, disposición o eliminación representa una tarea y una fuente de costos adicional para el productor. La mayoría de estos residuos contienen principios nutritivos adecuados para el consumo animal y pueden por ello aprovecharse como fuente de alimentos, especialmente para los rumiantes.

De esta forma, se favorece el logro de tres objetivos complementarios. En primer término, se hace posible el aprovechamiento de las grandes cantidades de residuos que se generan en las distintas etapas de la actividad agrícola y que provienen, a nivel predial, de los propios cultivos, de la cosecha y de las explotaciones pecuarias avícolas y porcinas; a nivel de la agroindustria, de los distintos procesos de elaboración azucarera, hortofrutícola, aceitera, cervecera y molinera; y también de la elaboración de ciertos productos forestales. Muchos de estos residuos, especialmente a nivel predial por desconocimiento de los productores, no son utilizados, sino que son acumulados para su incorporación al suelo o simplemente quemados, procesos que ocasionan serios problemas de contaminación ambiental.

En segundo término, la acumulación de estos residuos y la necesidad de disponer de ellos representa un costo adicional para el productor; al mismo tiempo, los principios nutritivos contenidos en ellos tienen también un valor en la medida en que permiten disminuir los costos de producción por concepto de alimentación de los animales. De modo que la utilización de estos residuos representa una clara ventaja desde el punto de vista económico, contribuyendo a mejorar la rentabilidad.

En tercer lugar, el aprovechamiento de insumos naturales en la producción animal destinada al consumo humano, permite responder a la tendencia creciente de los consumidores de preferir aquellos productos que han sido elaborados a través de

procesos inocuos, seguros desde el punto de vista sanitario y no contaminantes. De modo que la utilización de estos residuos en la alimentación animal contribuye también a la sustentabilidad de los procesos productivos pecuarios, particularmente cuando los residuos utilizados provienen de la producción agrícola primaria. Cuando los residuos son de origen animal, la búsqueda de sustentabilidad impone a los productores la obligación de ser especialmente cuidadosos para asegurar que la utilización de los residuos sea inocua para la salud humana.

Con el objetivo de contribuir a generar información sobre el valor nutritivo y la potencial utilización de estos residuos, la Fundación para la Innovación Agraria ha impulsado el desarrollo de varios proyectos en esta materia, los que han venido a sumarse a los estudios realizados por otras instituciones del ámbito agrario nacional. Con todo, la información existente sobre esta materia se encontraba hasta ahora diseminada en fuentes muy diversas, lo que dificultaba su consulta y su aprovechamiento por parte de los profesionales, técnicos, investigadores y docentes vinculados al tema.

Es por ello que en 1998 FIA apoyó la realización de este estudio, cuyo objetivo central fue reunir, completar y sistematizar la información referente a los residuos agrícolas, agroindustriales, forestales y pecuarios y su potencial utilización en la alimentación de rumiantes.

A través de esta publicación, FIA espera entregar a los profesionales, y especialmente a los productores agrícolas, una herramienta que les permita mejorar sus procesos productivos en términos técnicos y económicos y, como resultado, hacer su actividad más productiva y rentable. De este modo, la publicación de este estudio se enmarca en el esfuerzo permanente de la Fundación para la Innovación Agraria por contribuir a fortalecer la competitividad de las distintas actividades de la agricultura nacional.

Palabras de los autores

El uso de los subproductos y residuos tanto de origen agrícola como agroindustrial o pecuario ha sido siempre motivo de gran interés por parte de los profesionales y productores, como un medio de disminuir los costos de producción. La información generada en el país, si bien puede ser abundante en el caso de algunos de los residuos, es escasa en otros y se encuentra muy dispersa, lo que hace difícil disponer de los antecedentes necesarios para lograr una mejor utilización de ellos.

Esta obra se ha escrito en respuesta a una constante petición de los colegas profesionales que laboran en el campo dando asesoría técnica y que requieren de estos antecedentes. Se reúne aquí gran parte de la información generada por los autores a través de más de veinte años de investigación, la cual ha estado apoyada por la Universidad de Chile, a través de su Departamento Técnico de Investigación, por organismos nacionales como FIA y FONDECYT y por organismos internacionales como OEA e IFS. Se presenta asimismo en esta obra mucha de la investigación realizada por otras instituciones tanto nacionales como extranjeras.

Los autores esperan que esta obra sea de real utilidad para todos los colegas que se han dedicado a la producción animal y agradecen a todos aquellos que dieron aliento para que la publicación de este libro se concretara. Cabe hacer especial mención del distinguido ingeniero agrónomo Eduardo Porte, quien ha participado en muchos de los estudios realizados en estos años sobre el uso de los residuos de la agricultura. Asimismo, los autores expresan su agradecimiento a la Fundación para la Innovación Agraria, por el apoyo otorgado al financiar la publicación de esta obra.

Héctor Manterola B.

Dina Cerda A.

Jorge Mira J.

Índice

ANTECEDENTES GENERALES	13
CLASIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS	17
GLOSARIO DE TÉRMINOS	21
CAPÍTULO 1	27
LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS Y SU USO EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES	
1.1 RESIDUOS DE CULTIVOS DE CEREALES	28
1.1.1 Valor nutritivo	30
1.1.1.1 Valor energético de las pajas	31
1.1.2 Características específicas de los distintos tipos de pajas	32
1.1.2.1 Paja de trigo	32
1.1.2.2 Paja de cebada	32
1.1.2.3 Paja de avena	33
1.1.2.4 Paja de arroz	33
1.1.3 Uso de las pajas en los sistemas de producción	33
1.1.3.1 Sistemas de producción de carnes	33
1.1.3.2 Sistemas de producción de leche	35
1.1.3.3 Otros sistemas productivos	37
1.2 RESIDUOS DE CULTIVOS DE LEGUMINOSAS DE GRANO	37
1.2.1 Características generales	37
1.2.1.1 Paja de lentejas	37
1.2.1.2 Paja de porotos	38
1.2.1.3 Paja de garbanzos	38
1.2.1.4 Paja de chícharos	39
1.2.1.5 Paja de arvejas	39
1.2.2 Uso en alimentación de rumiantes	39

1.3	RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAÍZ	40
1.3.1	Composición química y valor nutritivo	40
1.3.2	Recolección, tratamiento y ensilaje	42
1.3.3	Uso en alimentación de rumiantes	43
1.3.3.1	Uso en bovinos de carne	43
1.3.3.2	Uso en vacas de lechería	43
1.3.3.3	Uso en otras especies	43
1.4	RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO DE PAJAS	44
1.5	MEJORAMIENTO DEL VALOR NUTRITIVO DE FORRAJES TOSCOS	45
1.5.1	Tratamientos físicos	46
1.5.2	Tratamientos químicos	46
1.5.3	Respuestas productivas al incluir pajas tratadas	49
1.5.4	Adición de nutrientes limitantes	51
1.6	RESIDUOS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS	52
1.6.1	Disponibilidad espacial y temporal	52
1.6.2	Composición química y valor nutritivo	54
1.6.3	Características específicas de cada residuo	56
1.6.3.1	Residuo de cultivo de acelga (<i>Beta vulgaris</i> L. ssp <i>cycla</i>)	56
1.6.3.2	Residuo de cultivo de apio (<i>Apium graveolens</i> L. var. <i>Dulce</i>)	57
1.6.3.3	Residuo de cultivo de coliflor (<i>Brassica oleraceae</i> L. var <i>Botrytis</i> L.)	58
1.6.3.4	Residuo de cultivo de repollo (<i>Brassica oleraceae</i> L. var <i>Capitata</i> L.)	59
1.6.3.5	Residuo de cultivo de tomate (<i>Lycopersicum sculentum</i>)	61
1.6.3.6	Residuo de cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)	64
1.6.3.7	Residuo del cultivo de pepino de ensalada (<i>Cucumis sativus</i> L.)	66
1.6.3.8	Residuo de cultivo de melón (<i>Cucurbitta melo</i>)	69
1.6.3.9	Residuo de cultivo de poroto verde (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	71
1.6.3.10	Residuo de cultivo de haba (<i>Vicia faba</i>)	72
1.6.4	Recomendaciones generales	74
1.7	RESIDUOS DEL CULTIVO DE LA REMOLACHA	76
1.7.1	Composición química y valor nutritivo	76
1.7.2	Manejo y conservación de las hojas y coronas	77
1.7.3	Uso en alimentación de rumiantes	78
1.7.3.1	Uso de bovinos de carne	78
1.7.3.2	Uso en bovinos de leche	79
1.8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

CAPÍTULO 2

LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES Y SU USO EN ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES	85
2.1 RESIDUOS DE LA INDUSTRIA AZUCARERA	86
2.1.1 Coseta y cosetán	86
2.1.1.1 Composición química y valor nutritivo	86
2.1.1.2 Uso en bovinos de carne	87
2.1.1.3 Uso en bovinos de leche	88
2.1.2 Melaza y melazán	88
2.1.2.1 Composición química y valor nutritivo	89
2.1.2.2 Uso en bovinos de carne	90
2.1.2.3 Uso en bovinos de leche	90
2.1.2.4 Manejo y conservación a nivel predial	91
2.2 RESIDUOS DE LA INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA	92
2.2.1 Pomasa de manzana (<i>Malus pumila</i>)	92
2.2.1.1 Composición química y valor nutritivo	92
2.2.1.2 Recomendaciones generales para su uso	94
2.2.1.3 Uso en bovinos de carne	95
2.2.1.4 Uso en bovinos de leche	97
2.2.1.5 Uso en ovinos	98
2.2.2 Pomasa de tomate (<i>Lycopersicum sculentum</i>)	100
2.2.2.1 Composición química y valor nutritivo	101
2.2.2.2 Recomendaciones generales para su uso	103
2.2.2.3 Uso en bovinos de carne	104
2.2.2.4 Uso en bovinos de leche	105
2.2.2.5 Uso en ovinos	107
2.2.2.6 Uso en conejos	107
2.2.3 Pulpa de cítricos	108
2.2.3.1 Composición química y valor nutritivo	109
2.2.3.2 Recomendaciones generales para su uso	109
2.2.3.3 Uso en bovinos de carne	110
2.2.3.4 Uso en bovinos de leche	111
2.2.3.5 Uso en ovinos	112
2.2.4 Pelón de almendra	113
2.2.4.1 Composición química y valor nutritivo	114
2.2.4.2 Recomendaciones generales para su uso	115
2.2.4.3 Uso en bovinos de carne	115
2.2.4.4 Uso en bovinos de leche	116
2.2.4.5 Uso en otras especies rumiantes	116

2.2.5	Orujo de uva	117
2.2.5.1	Composición química y valor nutritivo	118
2.2.5.2	Recomendaciones generales para su uso	119
2.2.5.3	Uso en bovinos de carne	120
2.2.5.4	Uso en bovinos de leche	120
2.2.5.5	Uso en otras especies rumiantes	120
2.3	RESIDUOS DE LA INDUSTRIA CERVECERA	121
2.3.1	Composición química y valor nutritivo	122
2.3.1.1	Brote de malta	122
2.3.1.2	Levadura de cerveza	122
2.3.1.3	Orujo de cerveza	122
2.3.1.4	Recomendaciones generales para su uso	123
2.3.1.5	Uso en bovinos de carne	124
2.3.1.6	Uso en bovinos de leche	124
2.4	RESIDUOS DE LA INDUSTRIA ACEITERA	125
2.4.1	Afrecho de raps	126
2.4.2	Afrecho de maravilla	127
2.4.3	Afrecho de soya	128
2.4.4	Afrecho de algodón	129
2.4.5	Afrecho de linaza	29
2.4.6	Orujos y pulpas de aceituna	130
2.4.6.1	Composición química y valor nutritivo	131
2.4.6.2	Uso en alimentación de rumiantes	132
2.5	RESIDUOS DE LA INDUSTRIA MOLINERA	133
2.5.1	Subproductos de molinería del trigo	133
2.5.1.1	Afrecho de trigo	133
2.5.1.2	Afrechillo de trigo	134
2.5.1.3	Harinilla de trigo	135
2.5.2	Residuos de la industria molinera del arroz	135
2.5.2.1	Afrecho de arroz	135
2.5.2.2	Harinilla de arroz	135
2.5.2.3	Pulidos y puntas	136
2.5.3	Residuos de la industria molinera del maíz	137
2.6	RESIDUOS DE LA OBTENCIÓN DE ALCOHOL	137
2.6.1	Destilados del grano del maíz	137
2.6.2	Residuos de la destilación de la papa	138

2.7	RESIDUOS DEL PROCESADO DE PRODUCTOS HORTOFRUTÍCOLAS	139
2.7.1	Residuos del procesamiento de hortalizas	140
2.7.2	Residuos del procesamiento de frutas	142
2.7.2.1	Uso en alimentación de rumiantes	144
2.8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	147
CAPÍTULO 3		
	LOS RESIDUOS FORESTALES Y SU USO EN ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES	155
3.1	USO DE ASERRÍN Y VIRUTAS	156
3.1.1	Valor nutritivo	156
3.1.2	Tratamientos del aserrín para mejorar el valor nutritivo	157
	a) Uso de tratamientos químicos	157
	b) Uso de tratamientos físicos	158
3.1.3	Inclusión de aserrín en dietas para rumiantes	158
	a) Uso de aserrines sin tratar	158
	b) Uso de aserrines tratados	159
	c) Recomendaciones técnicas	160
3.2	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	161
CAPÍTULO 4		
	LOS RESIDUOS ANIMALES Y SU USO EN ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES	163
4.1	ASPECTOS GENERALES	163
4.2	EXCRETAS Y CAMAS DE AVES	167
4.2.1	Valor nutritivo	167
4.2.1.1	Composición de camas y deyecciones	168
4.2.2	Procesamiento y conservación de las camas	173
4.2.2.1	Métodos de conservación	173
4.2.3	Empleo de las camas como alimento	176
4.2.3.1	Regulaciones sanitarias	176
4.2.3.2	Uso en producción de carne	177
	a) Empleo en engorda de bovinos a corral	178
	b) Empleo en engorda de otros ruminantes a corral	182
	c) Suplementación de otros rumiantes a pastoreo	184
	d) Suplementación de otros rumiantes a pastoreo	186
	e) Alimentación de ganado lechero	188

4.3	FECAS DE CERDO	189
4.3.1	Valor nutritivo	190
4.3.1.1	Composición de las fecas de cerdo	190
4.3.2	Conservación de las fecas de cerdo	192
4.3.3	Empleo de fecas de cerdo como alimento	193
4.3.3.1	Uso en producción de carne	194
4.3.3.2	Engorda de rumiantes de corral	196
4.3.3.3	Suplementación de rumiantes a pastoreo	196
4.3.3.4	Alimentación de ganado lechero	197
4.4.	RESIDUOS Y DESECHOS DE MATADERO	197
4.4.1	Características de los derivados de matadero	198
4.4.2	Valor nutritivo	201
4.4.2.1	Composición	202
4.4.3	Uso en alimentación de rumiantes	202
4.4.3.1	Uso en producción de carne	203
4.4.3.2	Alimentación de ganado lechero	204
	a) Harinas de sangre	204
	b) Harinas de plumas	205
4.5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	206
	COMENTARIOS FINALES	211
	ANEXOS	214
	Resumen del uso de residuos en bovinos de leche	
	Resumen del uso de residuos en bovinos de carne	
	Resumen del uso de residuos en ovinos de carne	

Antecedentes generales

Pronto a iniciarse el tercer milenio, se hace vital reconocer que la mayor parte de la tierra utilizable del planeta está ocupada y que, como resultado de los esfuerzos destinados a satisfacer las necesidades alimenticias de una población en expansión, el medioambiente ha sufrido un deterioro severo. Una de las causas del problema se relaciona con el hecho de que las estrategias empleadas hasta la fecha, no han considerado las estrechas relaciones e interacciones que existen entre las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, ni los beneficios para la sustentabilidad que surgen del manejo integrado de estas actividades (IICA, 1993)¹. En el contexto de esta situación sumariamente descrita, este libro pretende ofrecer una opción de integración, por lo menos en el campo del empleo de los residuos o desechos de las tres áreas, agrícola, ganadera y forestal, como fuentes de principios nutritivos para los rumiantes.

La producción económica y rentable de insumos y alimentos de origen animal, para consumo humano, se logra combinando una serie de factores, muchos de los cuales están bajo el control y son responsabilidad del productor. Es él quien debe combinar los efectos derivados del genotipo y de la salud del animal, con las condiciones nutricionales y ambientales que permitan maximizar el potencial productivo de los animales, dentro de los límites que determinan las condiciones de sustentabilidad del sistema. Al mismo tiempo, debe asumir la obligación de hacer llegar a la cadena de transformación y comercialización de alimentos, productos de la mayor calidad sanitaria.

La selección realizada desde los inicios de la ganadería y luego la aplicación sistematizada de los resultados de las investigaciones realizadas en el área de genética y mejoramiento animal, han logrado el desarrollo de razas y tipos de animales de alto nivel productivo, que se ajustan cada vez mejor a las exigencias de los diferentes rubros de la producción

1. IICA, 1993. Agriculture and Sustainable Development, at the Third Iber-American Summit Meeting of Heads of State and Government. Inter American Institute for Cooperation on Agriculture (IICA), Sept. 1993. 111 p.

animal y a las características de los ecosistemas que los sustentan. A esto se suman los logros obtenidos en la sanidad animal, con estrategias y programas de prevención y con estudios profundos de los ciclos vitales de los agentes patógenos, que han permitido erradicar muchas enfermedades y disminuir las poblaciones parasitarias. Por otra parte, el avance logrado en el campo del conocimiento de los diferentes procesos que regulan el consumo, grado de utilización y destino de los principios nutritivos, sumado al establecimiento y permanente actualización de los requerimientos nutricionales de los distintos animales, para cada función productiva, así como la generación de sistemas rápidos, confiables y de menor costo para la evaluación de alimentos, han permitido aprovechar más eficientemente los diferentes recursos alimenticios que el medioambiente ofrece o que el hombre produce para estos fines. El gran impacto de la alimentación y nutrición sobre la producción animal ha generado la célebre frase "primero alimentar, después mejorar", lo cual significa que cualquier mejoramiento genético no se sustenta si los animales no están bien alimentados.

La estrecha integración entre estas tres disciplinas, genética, sanidad y nutrición, cuando se elaboran las estrategias de manejo, es fundamental si se quieren obtener mayores progresos en la producción animal. Además, cualquier sistema orientado a sustentar altos niveles de producción rentable por largos períodos, sólo podrá tener éxito si los animales disponen de adecuadas condiciones ambientales tales como alojamiento, clima favorable y manejo. En los sistemas productivos extensivos, el control fino de estos factores es más difícil y, muchas veces, su gravitación es encubierta por los efectos de las variaciones ambientales incontroladas. En la medida que se incorpora tecnología y se cambia a sistemas intensivos, donde existe mayor posibilidad de control sobre las variables ambientales, se facilita el manejo de los factores que dependen del hombre, a la vez que los efectos de dichas variables sobre los resultados económicos se hacen cada vez más gravitantes, especialmente si se considera el monto de las inversiones de capital requeridas.

En Chile, así como en muchos otros países latinoamericanos, la producción animal constituye un rubro importante dentro de la economía general del país y aporta un porcentaje importante al Producto Geográfico Bruto (PGB). Esta actividad se concentra entre la IV y XII Región, presentándose diferentes especies o diferentes sistemas de producción según la región en que se sitúe. En muchas de las explotaciones ganaderas de las zonas agroclimáticas comprendidas en las regiones mencionadas, la producción se desarrolla a base de praderas, incorporando mayor o menor nivel de tecnología en función del sistema de producción, del producto a generar y de las condiciones de mercado. Este grado variable de interdependencia entre ganadería y praderas, impone restricciones a la expresión del potencial genético productivo del animal y establece la existencia de períodos críticos determinados tanto por las condiciones climáticas, que limitan la productividad del animal, como por la disminución en calidad y cantidad de forraje de la pradera,

todo lo cual obliga a utilizar recursos alimenticios ya sea del mismo predio, conservados previamente (henos y ensilajes) o importados de otros sectores.

Los insumos alimenticios convencionalmente utilizados en los sistemas intensivos o semi-intensivos de producción animal, tales como los granos, afrechos de cereales, afrechos de oleaginosas, subproductos de la industria azucarera y otros, han alcanzado elevados precios de mercado, aun cuando sufren variaciones estacionales en sus precios a productor, lo que sumado a los altos costos de transporte, hace que en muchos casos no compense incluir estas fuentes nutritivas en los sistemas alimenticios. Además, la satisfacción de las necesidades de una población en aumento, con una cantidad limitada de alimentos, hará necesario emplearlos directamente en alimentación humana (granos) o en aquellos ciclos productivos energéticamente más eficientes (por ejemplo, monogástricos, crustáceos y peces). Por lo tanto, se hace necesario buscar otros recursos para la producción con rumiantes.

A nivel zonal o predial, existe una diversidad y cantidad de recursos que, por su contenido de materia orgánica y minerales, poseen un cierto valor alimenticio. Muchos de ellos, por desconocimiento, no se utilizan y son quemados o acumulados para su incorporación al suelo. Estos insumos pueden provenir de los cultivos del mismo predio, de la cosecha de frutas, de las agroindustrias o de explotaciones avícolas y porcinas. La acumulación o quema de estos residuos está provocando serios problemas de contaminación ambiental, y al mismo tiempo se está disminuyendo la eficiencia de producción global del ecosistema a nivel predial y zonal, al convertir la materia orgánica en CO_2 y perder la energía como calor.

El gran desarrollo experimentado por las agroindustrias procesadoras de frutas y hortalizas, destinadas a prolongar la vida útil de alimentos perecibles y facilitar su comercialización y empleo, así como el aumento de la superficie destinada a los cultivos que las proveen y la intensificación de ellos, especialmente los hortícolas y de chacarería, sumado al avance en el mejoramiento genético de las especies vegetales utilizadas y a los mejores y más eficientes métodos fitotécnicos (riego, fertilización, control de plagas y enfermedades), ha producido un significativo incremento en la producción de biomasa vegetal, tanto de aquella utilizable directamente por el hombre como aquella de carácter residual. De la biomasa total producida por el hombre en sus diferentes cultivos, generalmente sólo utiliza entre 30 y 50%, ya que la diferencia corresponde a follaje, frutos de desecho, envolturas y raíces, los que quedan en el terreno. La cantidad y calidad de biomasa recuperable por unidad de superficie va a depender de diversos factores, entre los cuales destacan la especie cultivada, la variedad, las condiciones de cultivo (riego, secano, invernadero), el nivel de fertilización, el sistema de cosecha y otros.

La información referente al valor nutritivo de estos residuos y a su uso potencial en animales, es muy limitada y dispersa, lo que ha frenado un mayor uso en la producción

Clasificación de subproductos y residuos

1. CLASIFICACIÓN GENERAL

1.1 DE ORIGEN VEGETAL

⇒ *De cultivos y frutales*

Pajas de cereales
Hojas y corona de remolacha
Chalas y corontas de maíz
Vainas y envolturas
Residuos de invernadero
Residuos de chacarería
Frutas de desecho
Pelón de almendra
Chapoda de frutales
Descarte en embaladoras
Residuos de secado

⇒ *De origen agroindustrial*

Subproductos de la molinería
Subproductos de la industria arrocerá
Subproductos de la industria azucarera
Subproductos de la industria aceitera
Subproductos de la industria cervecera
Subproductos de la industria hortofrutícola
Subproductos de la industria vitivinícola

1.2 DE ORIGEN ANIMAL

⇒ *De la industria avícola*

Cama de broiler
Excretas de ponedoras
Harina de vísceras
Harina de plumas

⇒ *De la industria porcina y bovina*

Fecas de cerdo
Harina de sangre
Desechos de matadero

2. CLASIFICACIÓN SEGÚN CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES

2.1 SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS FIBROSOS

(más de 18% de fibra cruda)

Pajas de cereales	Pulpa de cítricos
Pajas de legumbres	Pomasa de manzana
Cáscara de arroz	Pelón de almendra
Corontas y chalas de maíz	Chapoda de frutales
Residuos de invernadero	Orujo de uva
Residuos de chacarería	Torta de olivo
Pomasa de tomate	Hojas y corona de remolacha

2.2 SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS CONCENTRADOS

(menos de 18% de fibra cruda)

⇒ **Energéticos** (menos de 20% de proteína bruta)

Granos de cereales
 Afrechos y afrechillos de trigo
 Harinilla de arroz
 Coseta de remolacha
 Raíces de tubérculos
 Soap-stock
 Grasas de matadero
 Aceites de pescado
 Frutas de desecho
 Melaza y melazán

⇒ **Proteicos** (más de 20% de proteína bruta)

Afrechos de oleaginosas
 Malteados de cerveza
 Destilados de granos
 Gluten de maíz
 Harinas de carne y hueso
 Harina de plumas
 Cama de broiler
 Cama de ponedoras
 Fecas de cerdo

3. CLASIFICACIÓN SEGÚN SU NIVEL DE DIGESTIBILIDAD

3.1 DE ALTA DIGESTIBILIDAD

(sobre 75%)

Coseta de remolacha	Malteado de cerveza
Harinilla de arroz	Raíces y tubérculos
Melaza-melazán	Frutas de desecho
Pomasa de manzana	Aceites de pescado
Pulpa de cítricos	<i>Soap-stock</i>
Residuos de invernadero	Hojas y coronas de remolacha

3.2 DE MEDIANA DIGESTIBILIDAD

(entre 50 y 75%)

Afrecho y afrechillo de trigo	Gluten de maíz
Granos de desecho	Harina de carne y huesos
Chapoda de frutales	Harina de plumas
Residuos de cervecería	Cama de broiler
Pomasa de tomate	Cama de ponedoras
Pelón de almendra	Fecas de cerdo

3.3 DE BAJA DIGESTIBILIDAD

(menos de 50%)

Pajas de cereales	Pajas de legumbres
Caña de maíz	Vainas y capotillos
Corontas y chalas	Orujo de uvas
Pelón de almendra	Aserrines y virutas

Glosario de términos

Acido láctico: producto final de la fermentación anaeróbica en el ensilaje.

Afrecho: subproducto de la industria molinera o de la industria aceitera.

AGV (Acidos grasos volátiles): productos residuales de la fermentación ruminal: acético-propiónico y butírico. Son utilizados por el rumiante como base de su metabolismo energético.

Alimentación: proceso de entregar al animal los alimentos para que sean consumidos.

Celulosa: carbohidrato soluble, componente de la pared celular de las células vegetales.

CEN (Cenizas): representa la fracción mineral de un alimento.

Concentrado: alimento con alta cantidad de un determinado nutriente, ya sea energía o proteína.

DAP (Digestibilidad aparente): diferencia porcentual entre la materia seca consumida y la excretada en fecas. Se determina por el método de colección total de fecas.

DE (Densidad energética): relación entre el contenido en unidad forrajera de un alimento y su valor lastre o de sustitución.

Degradabilidad del alimento: cantidad porcentual de la ingesta que es degradada en el rumen por los microorganismos ruminales

DENZ (Digestibilidad enzimática): digestibilidad determinada utilizando celulosa para incubar muestras de alimentos.

Digestibilidad de un alimento: fracción del alimento que no aparece en las fecas y puede ser absorbido. Se expresa como porcentaje de la materia seca (MS) o de la materia orgánica (MO).

DIV (Digestibilidad *in vitro*): digestibilidad determinada mediante el método de Tilley y Terry, consistente en incubar la muestra por 48 horas y luego digerir con pepsina en medio ácido.

EB (Energía bruta): energía calórica generada al quemar una cantidad de alimento en un calorímetro. Se expresa en Kcal/k o Mcal/k.

ED (Energía digestible): energía del alimento que es absorbida por el animal para uso metabólico y que no es excretada en las fecas. Se calcula por diferencia entre la energía bruta y la energía que aparece en las fecas.

EE (Extracto etéreo): fracción de un alimento que se obtiene por extracción simple con éter y representa los componentes lipídicos del alimento. Incluye, además de las grasas, sustancias como pigmentos, clorofila y ceras.

Efluentes: fracción líquida que escapa del silo y se produce principalmente durante los primeros días de fermentación.

EM (Energía metabolizable): energía absorbida que no es eliminada en fecas y orina, por lo que representa la energía del alimento disponible para los procesos metabólicos.

EN (Energía neta): representa la energía gastada en mantención y la depositada en el producto útil (carne, leche, lana, etc) .

ENL (Energía neta de lactancia): cantidad de energía que el animal deposita en leche, como grasa, proteína y lactosa.

ENM (Energía neta de mantención): cantidad de energía que el animal destina a mantener todas sus funciones vitales.

ENMC (Energía neta de mantención y crecimiento): energía que el animal destina tanto a la mantención como al depósito de proteínas musculares, grasas de depósito y estructura ósea.

Ensilado: proceso de almacenamiento en condiciones anaeróbicas y producción de ácido láctico, que baja el pH e impide otras fermentaciones no deseadas.

FB, FC (Fibra bruta o fibra cruda): representa la fracción de un alimento indigestible por los monogástricos. Incluye la celulosa, hemicelulosa y cantidades variables de la lignina.

FDA (Fibra detergente ácido): incluye la celulosa y la lignina, pero no la hemicelulosa, cuyo contenido se calcula por diferencia entre FDN - FDA.

FDN (Fibra detergente neutro): representa el contenido de pared celular de un alimento. Incluye la celulosa, la hemicelulosa y la lignina.

Forraje: alimentos constituidos por la parte aérea de las plantas forrajeras, ya sea en verde, o conservadas.

Grasas: compuesto formado por la unión de una molécula de glicerol con tres ácidos grasos iguales o diferentes.

Hemicelulosa: carbohidrato de baja solubilidad, comúnmente asociado con la lignina en la pared celular de las células vegetales.

Lignina: compuesto formado por moléculas de polifenoles, constituyente de la pared celular de los vegetales e importante para dar resistencia a la estructura vegetal.

Metano: gas producido durante el proceso de fermentación en el rumen, por reducción del CO_2 . Su generación implica una pérdida de energía metabolizable.

MO (Materia orgánica): comprende todos los nutrientes excepto la fracción mineral. Se obtiene al restar a la materia seca, las cenizas, que se determinan por calcinación a 550°C .

MOD (Materia orgánica digestible): comprende aquella fracción de la materia orgánica que es susceptible de ser degradada por los microorganismos ruminales.

MS (Materia seca): lo que queda del alimento al ser secado a 105°C hasta peso constante.

NNP (Nitrógeno no proteico): fracción nitrogenada de un alimento de la que se excluyen las proteínas verdaderas.

Nutrición: ciencia que interrelaciona los requerimientos del animal con los nutrientes que le aporta el medio.

PB o PC (Proteína bruta): representa la concentración de materias nitrogenadas de un alimento. Se obtiene multiplicando el porcentaje de N por un factor de 6,25.

PD (Proteína digestible): representa la cantidad de proteína bruta que es digerida en el estómago e intestino y que puede ser absorbida por el animal.

PDI: proteínas verdaderas no degradadas en el rumen pero digestibles en el intestino.

PDIA: PDI que proviene de las proteínas del alimento.

PDIM: PDI que proviene de las proteínas microbiales del rumen.

PDIME: PDIM cuya síntesis es debida principalmente al contenido de energía fermentescible en el rumen y esta energía proviene del contenido de MOD de la dieta.

PDIMN: PDIM cuya síntesis se debe principalmente al contenido de nitrógeno fermentescible de la dieta, a nivel ruminal.

Peso metabólico: corresponde al peso vivo elevado a la potencia 0.75. Esta expresión relaciona los pesos vivos con las superficies corporales y permite realizar comparaciones entre animales de diferente peso.

pH: indica la concentración de iones hidrógeno en una sustancia

Proteína degradable: representa la fracción de la proteína bruta que es degradada en el rumen por los microorganismos.

Proteína metabolizable: representa la sumatoria de las diferentes fracciones proteicas que llegan a los sitios de absorción y pueden ser absorbidas (proteínas dietarias no degradadas, proteínas microbiales, proteínas endógenas).

Pulpa: residuo sólido que queda luego de la extracción de los jugos, en frutas, tubérculos, raíces, etc.

Residuo: producto generado en un proceso agrícola o agroindustrial, sin valor agregado y sin un uso productivo.

Silo: estructura que permite almacenar materiales fermentables, en condiciones de anaerobiosis.

Subproducto: producto secundario obtenido de un proceso agrícola o agroindustrial, que ya posee un valor agregado por tener un uso posterior.

TND: comprende el total de los nutrientes que son digeridos por el animal. Esta expresión se utiliza muy poco, aunque muchas tablas aún presentan valores. Se relaciona estrechamente con la energía digestible.

UF (Unidad forrajera): expresión energética que se basa en los efectos de un kilo de cebada como alimento de referencia. Existe la UF de leche (UFL), que es la cantidad de energía neta para la producción de leche contenida en un kilo de cebada de referencia (85% de MS) y 2,72 Mcal/kg de E. metabolizable. También existe la UF de carne (UFC), que es la cantidad de energía neta contenida en un kilo de cebada de referencia (85% de MS), para el mantenimiento y producción de 1,5 kg.

1 UFL = 1,73 Mcal/kg de ENL .

1 UFC = 1,86 Mcal/kg de ENMC.

Valor "k": representa la eficiencia de uso de la energía metabolizable para pasar a energía neta tanto de mantención (km) como de producción (kl = para leche; kc = crecimiento y engorda).

Valor nutritivo de un alimento: capacidad del alimento para aportar los nutrientes necesarios para sustentar los requerimientos de mantención y producción.

Residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes

En la actividad agrícola, especialmente la de cultivos, se genera un gran número de diversos subproductos y residuos que, en general, no son utilizados o lo son en pequeña proporción para alimentación de animales. Estos residuos corresponden a aquellas porciones de la biomasa aérea que no son cosechados para uso en alimentación humana o en la agroindustria. Se trata de residuos que se originan, por ejemplo, en los cultivos de cereales, legumbres, hortalizas, chacarería e industriales y están compuestos principalmente por tallos, hojas, envolturas de los granos, tubérculos o raíces.

El valor nutritivo es variable entre residuos y también dentro de un mismo residuo. Eso se debe a la proporción de los componentes, grado de madurez de ellos, especie y variedad de cultivos. Los de menor valor nutritivo corresponden a los cultivos de cereales (trigo, avena, cebada y arroz), seguidos por los residuos de legumbres (frijoles, lentejas, arvejas y garbanzos). De mayor valor alimenticio son los residuos provenientes de cultivos de hortalizas (tanto de invernadero como de cultivo tradicional), de chacarería y algunos industriales como es el caso de la remolacha. A estos residuos hay que agregar todos aquellos provenientes de la actividad frutícola a nivel de huerto, compuestos por tallos y hojas derivados de la poda y chapoda (ramón de olivo, zarcillos de vides) y frutas de desecho en las plantas de embalaje. En la actualidad, los ganaderos, especialmente medianos y pequeños, utilizan muchos de estos residuos, que constituyen alternativas forrajeras de gran importancia ya que hacen económicamente viables sus explotaciones al bajar los costos de alimentación.

1.1 RESIDUOS DE CULTIVOS DE CEREALES

Todos los cultivos generan en mayor o menor grado una cantidad importante de masa residual. Esta tiene un potencial alimenticio para los animales, sean éstos rumiantes o monogástricos. En este último caso, y dadas las características propias de ellos, no pueden aprovechar la parte fibrosa de estos residuos, a diferencia de los rumiantes. Por la superficie involucrada y el porcentaje de materia residual por unidad de superficie, los cereales son los que aportan una mayor cantidad de residuos.

La paja es el principal residuo que deja el cultivo de un cereal y desde tiempos remotos ha sido utilizada como alimento para animales. Sin embargo, en las últimas décadas, debido al desarrollo de una ganadería más tecnificada, con razas de mayor exigencia, ha ido perdiendo importancia. A esto se suma la cada vez mayor separación espacial entre los sectores dedicados a la producción animal y aquellos dedicados a cultivos, siendo poco rentable transportar largas distancias estos productos, que son muy voluminosos y que además presentan baja concentración de nutrientes. A pesar de esto, las pajas siguen constituyendo un recurso alimenticio importante a nivel de pequeño y mediano productor, especialmente durante períodos de sequías prolongadas u otro tipo de alteraciones climáticas.

A futuro, en un mundo cada vez más exigente de un medio ambiente no contaminado y de productos alimenticios carentes de pesticidas, fertilizantes o herbicidas, es muy probable que todos estos residuos recuperen su importancia en alimentación animal y no sigan siendo quemados aumentando los niveles de contaminación y el efecto invernadero. Hoy, en muchos países europeos las quemas están prohibidas, por lo que se han integrado estos residuos ya sea a la producción animal o a la industria, para fabricación de papel, cubierta de muros u obtención de productos químicos.

Las cantidades de pajas que se generan en los distintos cultivos varían según la especie, variedad, tipo de cultivo (riego o seco), nivel de fertilización y otros factores, pero existe cierta relación entre cantidad de grano cosechado y paja producida (Kossila, 1984), lo que permite estimar fácilmente la cantidad total de paja en una superficie determinada (Cuadro 1.1).

Cuadro 1.1

Relaciones utilizadas para determinar la cantidad de residuos en base al rendimiento del grano en distintos cultivos (base materia seca)

TIPO DE CULTIVO	RELACIÓN ¹	RELACIÓN AJUSTADA ²
Trigo	1,00	0,60
Cebada	1,20	0,72
Avena	1,30	0,78
Centeno	2,00	1,20
Sorgo	4,00	2,40
Raíces y tubérculos (frescos)	0,20	0,12
Legumbres secas	4,00	2,40
Nueces y almendras	2,00	1,20
Oleaginosas	4,00	2,40
Hortalizas frescas	0,25	0,15
Frutas y bayas frescas	0,40	0,24

¹ Cuociente entre la producción de residuo vegetal y la producción de producto útil.

² Cuociente entre la producción de forraje cosechable y la producción de producto útil.

Fuente: Kossila (1984).

De acuerdo con estas relaciones, en Chile la cantidad de paja proveniente de cultivos de cereales y legumbres, según la superficie cultivada en 1997, sería de 3.000.000 de toneladas de materia seca, de las cuales 1.800.000 toneladas estarían disponibles para uso en producción animal, las que se distribuyen entre la VI y X Región. De esta cantidad el mayor porcentaje corresponde a paja de trigo, que representaría un 66%, equivalente a 1.188.000 toneladas. Estos volúmenes de forraje, limitados por su valor nutritivo y aceptabilidad por los animales, equivaldrían en términos de materia seca a la producción anual de 225.000 hectáreas de pradera, con rendimientos anuales de 8,0 toneladas de materia seca por hectárea, cifras que son figurativas por la gran diferencia entre estos recursos (Klee, 1992). Si el total se utilizara en producción animal, permitiría la mantención potencial de 328.000 vacunos de 500 kilos de peso vivo, durante un año.



Figura 1.1 Residuo del cultivo de trigo



Figura 1.2 Fardos de paja antes del picado y tratamiento químico

A nivel predial es fácil realizar un cálculo para determinar los posibles volúmenes que se dispondrán, para lo cual se debe multiplicar el total de la producción por el factor 0,6 para el caso del trigo, 0,7 para la cebada y 0,8 para la avena.

1.1.1 VALOR NUTRITIVO

Las pajas de cultivos, especialmente las de los cereales, se caracterizan por un bajo valor nutritivo y bajo nivel de consumo por parte del animal, lo que se debe al escaso contenido de proteína y al alto contenido de fibra o pared celular, generalmente muy lignificada (Cuadro 1.2). Eso hace que este recurso sea poco consumido por los animales y que pierdan peso cuando su alimentación se basa exclusivamente en él; sin embargo, pueden constituir un aporte de fibra a la dieta y servir para situaciones de emergencia, especialmente si se utilizan técnicas de procesamiento adecuadas, que mejoren su aprovechamiento.

Cuadro 1.2
Composición química y digestibilidad de la materia seca de pajas de cereales (%)

TIPO DE PAJA	MS	PB	EE	FC	FDN	CENIZA	DMS	LIGNINA
PAJA DE TRIGO								
Valor máximo	94,00	4,50	0,9	44,6	84,40	8,0	52,70	11,7
Valor mínimo	85,00	3,20	0,5	37,0	44,10	6,8	38,58	8,5
PAJA DE CEBADA								
Valor máximo	90,00	4,40	--	45,2	--	8,5	50,00	--
Valor mínimo	85,00	4,00	--	40,2	--	4,4	45,40	--
PAJA DE AVENA								
Valor máximo	90,00	4,90	--	41,4	46,90	6,0	49,00	--
Valor mínimo	85,00	3,70	--	37,1	--	5,8	--	--
PAJA DE CENTENO								
Valor máximo	85,00	3,80	--	44,0	--	3,6	44,00	--
Valor mínimo	85,50	3,30	--	35,2	--	--	--	--
PAJA DE ARROZ								
Valor máximo	--	11,01	--	--	76,68	--	42,33	9,2
Valor mínimo	--	3,00	--	--	72,98	--	34,50	4,3
MAÍZ CHOCLO								
• Hojas	94,80	4,50	--	28,0	80,40	8,7	55,60	4,0
• Tallos	96,60	3,10	--	35,0	70,00	0,7	59,70	6,1
• Chalas	94,10	4,70	--	33,0	79,30	0,8	66,10	3,9
• Corontas	94,70	4,70	--	34,0	82,40	2,1	58,10	4,7
MAÍZ GRANO								
• Hojas	94,60	4,80	--	--	72,10	11,9	54,80	5,7
• Tallos	95,20	2,80	--	--	78,90	0,2	43,00	9,8
• Chalas	93,90	3,10	--	--	84,40	2,6	57,70	3,6
• Panoja	95,40	6,50	--	--	66,30	8,7	55,20	6,6

Su composición química y valor nutritivo varía en función de la especie y variedad cultivada, así como también de las condiciones climáticas y de los métodos de cultivo. El porcentaje de proteína bruta tiende a ser relativamente semejante dentro de un tipo de paja, pero la digestibilidad presenta mayor variabilidad.

1.1.1.1 Valor energético de las pajas

En general todas las pajas presentan bajos valores de energía metabolizable, debido al alto porcentaje de pared celular y cenizas, así como a la baja digestibilidad. El valor de reemplazo de estos residuos es muy bajo comparado con heno o granos. Ninguno de ellos aporta por sí solo la cantidad de energía necesaria para cubrir los requerimientos de mantención. En el Cuadro 1.3 se presentan las concentraciones energéticas y valores de reemplazo de algunas pajas de cereales. El valor de reemplazo de las pajas en relación a 1 kilo de grano de cebada es bajo, siendo la caña de maíz la que mejor valor de reemplazo presenta, seguida por la paja de avena. Existe una estrecha relación entre el contenido de energía metabolizable y el nivel de reemplazo.

Cuadro 1.3
Valores energéticos y de reemplazo de pajas y caña de maíz

El tipo de clima es otro factor que afecta la calidad de las pajas, presentándose en climas

EXPRESIÓN ENERGÉTICA	PAJA DE TRIGO	PAJA DE CEBADA	PAJA DE AVENA	CAÑA DE MAÍZ
Dig. MO (%) ¹	45,00	43,10	46,10	--
E. metabolizable (MJ)	6,08	6,06	6,39	--
U.F. de engorda ²	0,46	0,34	0,38	7,53
U.F. de lactancia ²	0,24	0,45	0,49	0,48
U.F. escandinavas ³	0,34	0,30	0,31	0,58

¹ Wainman *et al.* (1984).

² Alibes and Tisserand (1983).

³ Andersen and Just (1983).

templados pajas de mejor calidad que aquellas provenientes de climas tropicales. Esto se debe a una menor proporción de pared celular y lignina en los cultivos desarrollados en zonas templadas. El grado de enmalezamiento, especialmente de hierbas verdes, al momento de la cosecha, es otro factor que afecta el valor nutritivo ya que la mezcla total cosechada tendrá un mayor contenido proteico y una mayor digestibilidad. Finalmente, el tiempo de permanencia de la paja en el potrero también afecta su valor nutritivo, ya que la exposición a la irradiación solar y a las lluvias provoca una disminución del contenido de nutrientes, además de la infestación con hongos (Cuadro 1.4).

Cuadro 1.4
Digestibilidad de la materia orgánica (%) de pajas de cereales,
al momento de la cosecha y después en el potrero

CALIDAD DE PAJA	PAJA DE TRIGO	PAJA DE CEBADA	PAJA DE AVENA
Recién cosechada	50,6	54,9	58,7
Después de 1 mes en potrero	46,2	50,7	56,0
% de disminución	8,6	7,6	4,5

Fuente: Kjos *et al.* (1987).

La materia orgánica digestible de la paja disminuye al estar un mes a la intemperie, lo cual sumado al hecho que hay pérdidas de hojas secas y contaminación con hongos, deriva en forrajes de mucho menor calidad y aceptabilidad por los animales. Por ello, resulta muy importante que el productor coseche la paja inmediatamente después de la recolección del grano.

1.1.2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LOS DISTINTOS TIPOS DE PAJAS

1.1.2.1 Paja de trigo

La paja de trigo es la más abundante de todas y se produce en la mayor parte de Chile continental, especialmente entre la V y X Región. Es una de las menos apropiadas como alimento animal, ya que tiene estructuras muy toscas, una digestibilidad de la materia orgánica de alrededor de 40% y un contenido de proteína no superior a 4%. La calidad nutritiva cambia en función de la variedad. Las pajas provenientes de trigos de invierno son más altas, con cañas más duras, más lignificadas y de menor valor nutritivo que las variedades de primavera. Otro factor es el nivel de fertilización, el cual afecta el contenido de proteína (fertilizantes nitrogenados) o la digestibilidad (fertilizantes fosforados). Este recurso es muy utilizado en ganaderías extensivas, así como de pequeños propietarios, como forraje de invierno. También es usada como base de camas para distintos animales, especialmente en la crianza y engorda de broilers, dando origen a la "cama de broiler", muy apetecida por los vacunos y de buen valor nutritivo.

1.1.2.2 Paja de cebada

El cultivo de la cebada se presenta entre la V y IX Región, distribuyéndose con cierta frecuencia en los secanos interiores y costeros y en la precordillera, por lo que es común su uso en ganaderías de bovinos de carne y de ovinos. La paja de cebada presenta mejor valor nutritivo y aceptabilidad por parte de los animales que la de trigo. La digestibilidad de la materia orgánica puede fluctuar entre 45 y 50%, presentando una textura menos

tosca que la anterior. Su contenido de proteína puede variar entre 4 y 6% en cultivares con alto nivel de fertilización nitrogenada. Este recurso es muy solicitado en las ganaderías del sur, especialmente aquellas dedicadas al rubro carne.

1.1.2.3 Paja de avena

El cultivo de avena para grano se sitúa preferentemente entre la VII y X Región, utilizándose tanto el grano como la paja en alimentación animal. La paja de avena es la mejor de las pajas de cereales, debido a que su digestibilidad es la más alta de todas (50%) y por su estructura más suave, los animales la prefieren. La ausencia de barbas en las envolturas del grano es otro factor que contribuye a su mejor valor nutritivo y mayor aceptabilidad por los animales.

1.1.2.4 Paja de arroz

El cultivo de arroz se distribuye entre la VII y VIII Región, principalmente en los sectores de riego y en suelos arcillosos. La paja de arroz se diferencia de las anteriores en que presenta menor contenido de lignina (6 a 7%), pero un alto contenido de sílice, que puede llegar hasta 16% de la materia seca, lo cual hace que su estructura sea muy dura y que en algunos casos provoque daños en las mucosas del tracto digestivo. Además este alto contenido de cenizas que posee, diluye el contenido de materia orgánica y por lo tanto reduce el valor alimenticio total de esta paja. El contenido de proteína es más alto que el de las otras pajas, llegando hasta 11% (Ferreira *et al.*, 1990) y su digestibilidad fluctúa entre 45 y 48%. La dureza de la fibra hace que este residuo no sea muy aceptado por los animales, a menos que se troce o se someta a tratamientos químicos. No se recomienda su inclusión en niveles sobre 30% de la dieta, aunque en casos de emergencia puede constituir el 100% de ella.

1.1.3 USO DE LAS PAJAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

1.1.3.1 Sistemas de producción de carne

Por las características extensivas de la producción de carne bovina, la inclusión de pajas de cereales en las raciones en estos sistemas es muy común. Estas constituyen recursos forrajeros que permiten cubrir parte de los requerimientos de mantención a un bajo costo y muchas de las explotaciones ganaderas generan dichas pajas al destinar parte de la superficie predial a cultivos cerealeros, lo cual facilita la integración de estos rubros, aumentando la eficiencia global del predio.

Las características físicas y nutritivas de las pajas, analizadas en los acápite previos, determinan que su uso esté limitado a períodos o etapas de menores requerimientos, aún cuando se puede recomendar su inclusión en cualquiera de las categorías de animales componentes del rebaño. En general, no conviene incluir niveles altos en las dietas de bovinos en producción, ya que afectan negativamente los procesos productivos. Si se proporcionan como único alimento en raciones de novillos en crecimiento o en engorda o en vacas en gestación, se provocarán disminuciones de peso que pueden fluctuar entre 200 y hasta 500 g/día (Manterola *et al.*, 1991).

En vacas de carne, durante el período otoño e invierno, su inclusión puede aumentarse a 40-50% de la dieta, pero debe ser complementada con otro forraje de mejor calidad, ya sea heno o ensilaje. En novillos, durante la etapa invernal, al practicar el crecimiento compensatorio, puede constituir hasta 60-70% de la dieta, lográndose leves ganancias de peso y cambios fisiológicos y metabólicos que potenciarán el posterior crecimiento compensatorio. En la etapa de crianza-engorda de los novillos (sobre 300 kilos), su nivel de inclusión no debe sobrepasar el 15-20%, ya que al limitar el consumo, afecta la ingestión de los nutrientes requeridos para las ganancias de peso esperadas (Cuadro 1.5).

Cuadro 1.5
Raciones tipo para distintas categorías de vacunos de carne

TIPO DE ANIMAL	RACIÓN 1		RACIÓN 2		RACIÓN 3		RACIÓN 4	
Vacas UTG ¹	Ensilaje V/A ²	50%	Heno ballica	30%	Ensilaje maíz	50%	Afrecho raps	5%
Pastoreo + ración	Paja	30%	Paja	40%	Paja	20%	Paja	40%
	Cama broiler	20%	Cama broiler	30%	Cama broiler	20%	Cama broiler	40%
					Afrecho raps	10%	Heno ballica	15%
PB (%)		11,75		12,9		13,3		14,6
EM (Mcal/kg)		2,24		1,93		2,28		1,82
Vacas post parto	Ensilaje V/A	70%	Heno ballica	50%	Ensilaje maíz	50%	Cama broiler	30%
Pastoreo + ración	Paja	20%	Paja	25%	Paja	20%	Paja	30%
	Cama broiler	10%	Cama broiler	25%	Cama broiler	30%	Afrecho raps	10%
							Heno ballica	30%
PB (%)		11,5		14,1		11,1		15,95
EM (Mcal/Kg)		2,47		2,0		2,51		1,96
Novillos-vaquillas	Ensilaje V/A	50%	Heno ballica	40%	Ensilaje maíz	60%	Cama broiler	30%
crecimiento/engorda	Paja	10%	Paja	20%	Paja	10%	Paja	15%
	Cama broiler	20%	Cama broiler	20%	Cama broiler	20%	Heno alfalfa	30%
	Afrecho trigo	20%	Afrecho trigo	15%	Afrecho raps	10%	Heno ballica	25%
			Afrecho raps	5%				
PB (%)		14,25		15,6		13,75		16,42
EM (Mcal/Kg)		2,45		2,15		2,37		2,16

¹UTG= Ultimo tercio de gestación

²V/A= vicia/avena



Figura 1.3. Novillos Hereford suplementados con paja de trigo durante el período invernal



Figura 1.4. Estructura para proporcionar paja de cereales

Utilizando las raciones tipo propuestas, se pueden lograr ganancias entre 600 y 1.100 g/día, dependiendo de la calidad y cantidad de pradera que se esté pastoreando, así como de la calidad del ensilaje que se use. Es recomendable usar la paja picada a 1-2 pulgadas y mezclarla homogéneamente con los restantes componentes de la ración, de manera de evitar al máximo la selección que pueda hacer el animal.

1.1.3.2 Sistemas de producción de leche

En vacas de lechería, durante su período seco, puede incluirse paja hasta 30-40%, siempre que el resto de los componentes de la dieta sean de adecuada calidad (Cuadro 1.6). En vacas de alta producción puede incluirse en bajos niveles, principalmente como aporte de fibra para estimular la motilidad ruminal. Al incluir porcentajes superiores al 30%, se provoca una disminución de la producción de leche, aunque es esperable un aumento en el contenido de materia grasa de ella.

Por los efectos negativos que provoca la paja sobre la velocidad de paso de la ingesta en el rumen y por lo tanto sobre el consumo, no es conveniente su uso en vacas que produzcan más de 25 L/día y, de hacerlo, la inclusión no debe ser mayor de 10-15%. En el caso de vacas en estabulación permanente, es recomendable mezclar la paja ya sea con el heno o con el ensilaje, o hacer una mezcla completa con las fracciones concentradas, de modo de evitar al máximo la selección. En vacas a pastoreo, la paja se puede ofrecer en conjunto con el ensilaje en los comederos de potrero.

Cuadro 1.6
Raciones tipo incluyendo paja de cereales, para diferentes
niveles de producción de leche

NIVEL DE PRODUCCIÓN	14 - 18 L	20 - 24 L	25 - 28 L	> 28 L
ALIMENTOS	% DE INCLUSIÓN			
Ensilaje de pradera	50	--	--	--
Ensilaje de vicia/avena	--	53	--	--
Ensilaje de maíz	--	--	35	30
Heno de alfalfa	--	--	23	17
Paja de cereal	20	10	5	5
Cama de broiler	13	--	--	--
Triticale	--	15	--	20
Cebada	--	--	20	10
Afrecho de soya	5	10	10	15
Afrecho de trigo	10	10	5	--
Mezcla mineral	2	2	2	3
APORTE DE NUTRIENTES				
Proteína bruta (%)	13,53	15,30	15,50	17,50



Figura 1.5. Vacas de lechería pastoreando rastrojo de trigo

1.1.3.3 Otros sistemas productivos

En la crianza de ovejas, por sus características de mayor rusticidad, puede hacerse un mejor uso de este recurso, especialmente durante el período post-encaste y primeros 60 días de gestación. En este caso, es recomendable no superar el 50-60% de la dieta total. Sin embargo, en corderos su uso es más limitado, dados los altos requerimientos de crecimiento que ellos tienen, por lo que no se recomienda incluir niveles sobre 15%. En caprinos, al igual que en los ovinos, el uso de pajas de cereales se recomienda restringirlo a animales adultos, como ración de mantención. Al incluirse en dietas para cabras en producción de leche, debe acompañarse con otros ingredientes a fin de mejorar el aporte de nutrientes. En cabritos no es conveniente utilizar pajas de cereales, ya que pueden provocarles daños en el tracto digestivo.

En conejos, tanto de carne como angora, es posible incluir pajas de cereales hasta en un 15%, lo cual en el caso de los conejos angora previene la formación de bolos de pelo en el intestino, situación muy común en ellos.

1.2 RESIDUOS DE CULTIVOS DE LEGUMINOSAS DE GRANO

1.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los cultivos de leguminosas de grano como garbanzos, porotos o lentejas generan menores cantidades de residuos que los de cereales; sin embargo, la calidad de éstos, especialmente de las pajas, es muy superior, tanto en contenido proteico, como en digestibilidad y por lo tanto en energía digestible. De esta forma estos residuos, a diferencia de los anteriores, permiten abastecer los requerimientos de mantención de la ganadería mayor y menor e incluso sustentar ciertos niveles de producción.

1.2.1.1 Paja de lenteja (*Lens culinaris*)

El área de cultivo se distribuye entre la VI y IX Región, concentrándose principalmente en los sectores de secano interior y costero, y se desarrolla en propiedades agrícolas de pequeño y mediano tamaño. Debido a que este cultivo se cosecha cuando la planta está recién iniciando la senescencia, presenta mayor concentración de nutrientes y digestibilidad que las otras pajas de legumbres. El valor nutritivo se caracteriza por presentar contenidos de proteína entre 8 y 17% (Manterola *et al.*, 1993; Cerda *et al.*, 1987) y la digestibilidad entre 50 y 60% (Cuadro 1.7). Este recurso es muy apetecido por los rumiantes, debido a su estructura suave y a sus tallos relativamente delgados. Se utiliza para el período invernal, combinado con pajas de cereales, lo que tiene la ventaja de aumentar el consumo y utilización de estas últimas.

Cuadro 1.7
Composición química y digestibilidad de la materia seca de pajas
de legumbres (%)

TIPO DE PAJA	MS	PC	EE	FC	FDN	CENIZA	DMS	LIGNINA
PAJA DE LENTEJA								
Máximo	95,50	16,6	2,1	40,6	68,00	8,2	59,0	11,0
Mínimo	85,50	8,06	--	31,0	51,65	5,0	50,0	10,0
PAJA DE POROTOS								
Máximo	94,50	14,00	1,4	44,4	63,00	12,2	70,2	9,0
Mínimo	86,30	6,80	--	29,0	42,90	5,0	61,0	7,8
PAJA DE GARBANZO	92,40	7,40	--	23,2	65,00	--	60,0	--
PAJA DE CHÍCHAROS	88,6	18,90	--	23,2	--	3,4	--	--
PAJA DE ARVEJA								
Máximo	88,6	11,40	1,7	42,5	--	6,5	57,8	--
Mínimo	65,2	7,60	--	35,2	--	4,1	51,0	--
LUPINO								
Máximo	91,0	13,80	1,4	43,2	--	10,2	70,2	--
Mínimo	81,5	6,60	0,9	31,8	--	7,0	34,0	--
POROTO SOYA	89,4	6,20	1,0	45,4	--	6,8	58,0	--

Fuente: Laboratorio Nutrición Animal. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile.

1.2.1.2 Paja de porotos (*Phaseolus vulgaris* L.)

El área de cultivo se sitúa entre la V y IX Región, desarrollándose en sectores de riego del valle central, así como también en el secano costero. Este residuo se caracteriza por valores de proteína entre 7 y 14%, digestibilidades entre 60 y 70% y contenidos de lignina de 7 a 9% (Cuadro 1.7) (Cerdea *et al.*, 1987). Comparada con la paja de lenteja, su estructura es más dura, con tallos principales gruesos y vainas con alto contenido de sílice, todo lo cual provoca una menor utilización por el ganado. A pesar de esto constituye un buen recurso forrajero invernal que, al igual que la paja de lentejas, mejora el consumo de las pajas de cereales al usarlas mezcladas.

1.2.1.3 Paja de garbanzos (*Cicer arietinum* L.)

El área de cultivo se extiende entre la V y VII Región, concentrándose casi exclusivamente en los secanos interior y costero. Su estructura está compuesta por tallos principales gruesos y duros, tallos secundarios delgados y suaves con pocas hojas y parte de la raíz,

ya que se cosecha a mano. Este recurso puede ser mejor utilizado por los animales si se ofrece picado. Su valor nutritivo es inferior al de los porotos, pues presenta un valor de proteína de 7 a 8% y una digestibilidad de 60% (Cuadro 1.7) (Manterola *et al.*, 1993).

1.2.1.4 Paja de chícharos (*Lathyrus sativus* L.)

El área de cultivos se extiende entre la VI y VIII Región, tanto en los sectores de precordillera como en los secanos interior y costero. Es un cultivo muy asociado a la pequeña propiedad y se utiliza principalmente en animales de tiro y vacas de lechería casera. La paja de este cultivo es superior en valor nutritivo a la paja de garbanzos y de porotos, y muy similar a la paja de lenteja (Cuadro 1.7). Asimismo su aceptabilidad por los animales es alta, ya que sus estructuras de tallos principales y secundarios son suaves y relativamente delgadas. Además las hojas no se desprenden como en el caso del garbanzo.

1.2.1.5 Paja de arvejas (*Pisum sativum* L.)

El área de cultivo está concentrada en la V y VI Región, por encontrarse allí las principales agroindustrias compradoras del grano. La paja de este cultivo tiene un valor nutritivo similar a la de porotos. El contenido proteico fluctúa entre 7 y 11% y la digestibilidad entre 50 y 60% (Cuadro 1.7). Su estructura es más suave que la del poroto, por presentar tallos más finos y largos y gran cantidad de guías laterales. Como normalmente se cosecha el grano en verde, la paja es muy apetecida por los animales.

1.2.2 USO EN ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

Las pajas de legumbres, por su mayor valor nutritivo y aceptabilidad por parte de los animales, se pueden incluir en niveles más altos que las pajas de cereales. Como único recurso forrajero, cubre los requerimientos de mantención de vacas durante los primeros 2/3 del período de gestación. En vacas de carne, durante la lactancia puede servir de complemento al ensilaje y mejorar el aporte proteico, especialmente en ensilajes de maíz.

En novillos, puede incluirse hasta un 40% en la ración, siempre que los otros componentes sean de buena calidad (Cuadro 1.8). En vacas de lechería, durante el período final de gestación, puede incluirse hasta en un 30%; y durante el período de lactancia, en vacas sobre 25 litros, no conviene incluir más de 15-20%, por las limitaciones en el consumo.

Cuadro 1.8
Raciones tipo incluyendo paja de legumbres,
para diferentes niveles de ganacia de peso en novillos

PESO DEL ANIMAL			200-300 KG		300-400 KG			
GANANCIA PESO (GR/DÍA)	500 - 700		750 - 900		700 - 950		1.000 - 1.300	
ALIMENTOS			% INCLUSIÓN					
Pradera ballica/trébol ¹	--	--	--	--	--	48	60	--
Ensilaje de pradera	50	30	--	--	--	--	--	--
Ensilaje de vicia/avena	--	--	35	20	--	--	--	--
Ensilaje de maíz	--	--	--	--	40	--	--	45
Heno de alfalfa	--	--	--	10	--	--	--	--
Paja de leguminosa	30	35	25	20	10	25	15	10
Cama de broiler	13	18	20	--	15	10	--	20
Maíz	10	--	--	20	10	15	18	19
Cebada	--	--	15	--	--	--	--	--
Afrecho de raps	5,0	7	5	--	10	--	5	13
Afrecho de soya	--	--	7	8	--	--	--	--
Afrecho de trigo	--	8	11	--	13	--	--	--
Mezcla mineral	2	2	2	2	2	2	2	2
APORTE DE NUTRIENTES								
Proteína bruta (%)	15,7	15,9	15,8	16,8	15,	14,9	15,8	15,8
E. metabolizable (Mcal/kg)	2,5	2,3	2,7	2,5	2,5	2,5	2,7	2,6

¹ La pradera de trébol se da como *soiling*.

1.3 RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAÍZ

1.3.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO

El cultivo de maíz se distribuye entre las Regiones IV y VIII, concentrándose la mayor superficie en las Regiones Metropolitana y VI con un 75% de la superficie total, que fluctúa entre 100.000 y 105.000 hectáreas. Este cultivo genera una gran cantidad de biomasa aérea, de la cual el hombre cosecha el 50% en forma de grano. El resto corresponde a diversas estructuras de la planta tales como caña, hojas, limbos, coronta y otras. La producción de biomasa residual que genera el maíz de grano (cañas, hojas, chalas y corontas) fluctúa entre 20 y 35 ton/há y en el maíz de choclo (cañas y hojas) varía entre 16 y 25 ton/há, por lo que existiría una disponibilidad potencial total entre 2 y 3,5 millones de toneladas. La proporción entre los componentes del residuo depende de la variedad, nivel de fertilización, tipo de cultivar y otros factores, pero en promedio se ajusta a los porcentajes presentados en el Cuadro 1.9.

Cuadro 1.9
Proporción de los diferentes componentes de una planta de maíz

ESTRUCTURAS DE LA PLANTA	% DEL PESO SECO DEL MAÍZ
Limbos o panoja	12,0
Tallos	17,6
Pedúnculos y espatas (chalias)	8,9
<i>Total caña</i>	<i>38,5</i>
Coronta	11,8
Grano	49,7
<i>Total espiga</i>	<i>61,5</i>

Fuente: Alibes, X. (1978).

Cada una de estas estructuras posee características físico-químicas propias, lo que le confiere un valor nutritivo muy diferente, dependiendo de si el residuo corresponde a maíz de grano o maíz para consumo en fresco. Los tallos presentan las estructuras más lignificadas (Cuadro 1.10) y de menor contenido de PB (3,1%) y las hojas entre 4-7% (Alibes and Tisserand, 1981; Manterola *et al.*, 1993). La composición química indica que el rastrojo de maíz es bajo en materias nitrogenadas (4,5% de PB promedio). La pared celular presenta un mayor porcentaje de hemicelulosa que de celulosa. Su bajo porcentaje de lignina lo hace ser más digestible que las pajas de cereales, siendo asimismo más rico en azúcares solubles que éstas (Demarquilly y Petit, 1976; Manterola *et al.*, 1993). Por esta razón este residuo presenta un valor energético superior al de las pajas de cereales, fluctuando entre 1,69 y 2,1 Mcal/kg de MS. El valor de energía neta, expresado en UFL (unidades forrajeras lecheras), es de 0,59 y en UFC (unidades forrajeras de crecimiento) llega a 0,50 (Alibes and Tisserand, 1981). La tasa de degradación de la materia seca a nivel ruminal es baja y lenta, alcanzando niveles de 22%, lo que afecta el consumo, que no supera los 1,2 a 1,5 kg/100 kg^{0.75} para bovinos (Beranger, 1974).

Cuadro 1.10
Composición química y valor nutritivo de los componentes del rastrojo de maíz

ESTRUCTURA	MO	PB	FDN	FDA	CEL	HCEL	LIGN	DMS	ED	EM
				%					MCAL/KG	
Hojas	85,4	4,5	80,4	46,8	34,1	33,6	4,0	55,6	2,01	1,69
Tallos	90,6	3,1	70,0	39,7	32,8	30,2	6,1	59,7	2,6	2,1
Chalias	94,9	4,7	79,3	36,5	31,8	42,8	3,9	69,1	2,4	2,0
Corontas	95,3	4,7	82,4	37,9	31,0	44,5	4,7	58,0	2,6	2,1
Caña + hojas ¹	90,1	4,2	81,7	48,9	--	--	7,9	55,8	2,27	1,86

¹ Andrieu *et al.*, (1976).

Fuente: Manterola *et al.*, (1993), excepto lo indicado.

Por otra parte y dependiendo del tipo de cultivo (consumo en fresco o grano), el método de cosecha y almacenamiento, la calidad puede variar fundamentalmente. En maíz destinado a uso en fresco, el residuo que queda en el campo es de mejor calidad en cuanto a digestibilidad y proteína, pero con deficiencia de energía, ya que se ha retirado la mazorca. La digestibilidad de este residuo, así como la concentración de nutrientes, será significativamente superior a la del residuo de maíz destinado a grano.

1.3.2 RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y ENSILAJE

Aún cuando la biomasa producida en este cultivo es alta, en el caso de cosecha mecanizada un porcentaje importante de los componentes no se puede coleccionar, ya que quedan muy trozados; sin embargo se puede utilizar directamente con animales a pastoreo. Se estima que al pastorear un rastrojo de maíz con bovinos, se pierde entre un 50 y 70% (Demarquilly y Petit, 1976), pudiendo mantenerse 1,5 unidades animales (UA) por hectárea durante 90-100 días.

En el caso del maíz de consumo en fresco, se puede recolectar con una ensiladora de maíz o por corte manual para posterior ensilado. El uso de ensiladora tiene la ventaja que el residuo quedará trozado, por lo tanto el animal hará mejor uso de él. El ensilado de la caña es una práctica común en muchos países europeos, así como en Estados Unidos, requiriéndose agregar agua en el caso de cañas secas. Se han obtenido buenos resultados al adicionar urea y minerales al momento de ensilar, elevando su tenor nitrogenado a 10%, lo cual mejora significativamente la ingestión y la fermentación ruminal. Debido a que la fibra de la caña de maíz es muy larga, tiende a permanecer mucho tiempo en el rumen, siendo necesario trozarla para mejorar la tasa de pasaje y el consumo. En el caso de rastrojos de maíz secos, el tratamiento químico con NaOH, al igual que en las pajas de cereales, ha demostrado ser efectivo, obteniéndose mejoramientos de 12 unidades porcentuales en digestibilidad y de 25 unidades porcentuales en el consumo (Dulphy y Gómez Cabrera, 1977).



Figura 1.6. Rastrojo de maíz de grano picado con chopper

1.3.3 USO EN ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

1.3.3.1 Uso en bovinos de carne

El rastrojo de maíz puede utilizarse en casi todas las categorías de vacunos de carne, a excepción de los terneros recién destetados. Sin embargo es necesario tener en cuenta que es un recurso fibroso, con bajo contenido de proteínas y aportes limitados de energía. Al ser utilizado en pastoreo directo, y por razones de rotación cultural, podrá usarse durante un corto período antes de roturar el suelo para el siguiente cultivo.

Al cosechar el rastrojo de maíz, éste puede incluirse en raciones de novillos en niveles que pueden fluctuar entre 20 y 60%, dependiendo de la calidad del rastrojo y de los otros componentes de la dieta. Al incluir entre 20 y 30% de caña de maíz, se pueden obtener ganancias entre 800 y 900 g/día, siempre que ésta se ofrezca trozada (Bolsen, 1977). Al incluirla en niveles de 60%, las ganancias de peso bajan a 500-650 g/día (Colenbranden *et al.*, 1971; Muller *et al.*, 1967). En vaquillas de reemplazo, puede usarse en niveles de 60%, obteniéndose ganancias de peso de 500 g/día.

Cosechado y almacenado, puede constituir un excelente recurso invernal para la alimentación de vacas en su último tercio de gestación. También para alimentar novillos en el período otoño/invierno, cuando se quieren obtener bajas tasas de ganancia de peso, para aprovechar el crecimiento compensatorio que se producirá con los pastos de primavera.

1.3.3.2 Uso en vacas de lechería

El rastrojo de maíz puede ser pastoreado directamente por vacas lecheras, siempre que éstas estén secas o tengan producciones inferiores a 15 L/día. Al ser cosechado, debe ofrecerse picado, a fin de disminuir los rechazos. En este caso, puede incluirse en niveles de 20-30% en raciones de vacas lecheras que produzcan 18-20 L/día, teniendo la ventaja de aportar la fibra necesaria para el funcionamiento del rumen y mantención de la materia grasa de la leche, especialmente cuando las vacas reciben cantidades altas de concentrado. En vacas que pastorean praderas de alfalfa, es conveniente hacerlas consumir este recurso antes de su acceso a la pradera, a fin de evitar problemas de meteorismo. Las vaquillas de reemplazo pueden pastorear directamente el rastrojo, obteniéndose ganancias de 400-500 g/día. Durante el período invernal, el rastrojo picado puede incluirse en niveles de 30-50%, dependiendo de las ganancias de peso que se desee obtener.

1.3.3.3 Uso en otras especies

El uso directo del rastrojo está reservado más bien a vacunos, ya que dado el grosor de los tallos, los ovinos y caprinos no pueden aprovechar bien este recurso, debiendo trozarse

y aún así habrá un alto porcentaje de rechazo. Para los períodos críticos de otoño/invierno, que coinciden con el último tercio de gestación en ovinos, este recurso puede ser importante para cubrir los requerimientos de mantención y parcialmente los de gestación, pero deberá complementarse con otros productos tales como cama de broiler, heno, etc.



Figura 1.7. Pastoreo de rastrojo de maíz



Figura 1.8. Ensilaje de caña de maíz

1.4 RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO DE PAJAS

Antes de incluir estos forrajes toscos en la dieta de los rumiantes, es preciso tener en cuenta que se trata de recursos forrajeros pobres en nutrientes, que no sustentan ningún proceso productivo y sólo permiten en algunos casos la mantención de los animales. La mayor parte de estos residuos requieren de algún tratamiento o adición de nutrientes para mejorar su utilización por el rumiante. Para ello se deberán estimar los costos de mejorar su calidad, comparándolos con forrajes alternativos, como henos de leguminosas o ballicas.

Las pajas, así como la caña de maíz, pueden pastorearse directamente en el potrero, lo que permite al animal seleccionar aquellas estructuras de mejor valor nutritivo. Este sistema es el más económico ya que no hay costos de cosecha ni transporte; sin embargo, se producen elevadas pérdidas por pisoteo, contaminación con guano, orina y tierra, así como por efectos climáticos. A ello se agrega la ventaja adicional de disminuir la biomasa seca que deberá quemarse o enterrarse y además el hecho de aportar materia orgánica al suelo por las fecas y orina.

La cosecha de la paja puede realizarse a mano, con chopper o con máquina enfardadora. En los dos primeros casos, ésta debe almacenarse en parvas protegidas de la lluvia y viento, con plástico. Cuando se cosecha con enfardadora, los fardos deben acumularse en galpones o ser cubiertos con plástico si están al exterior. También las pajas y caña de maíz pueden almacenarse en forma de ensilaje. Para ello se disponen en capas dentro

de un silo, agregando agua para aumentar la compactación, lo cual puede aprovecharse para adicionar urea y mejorar así su tenor nitrogenado. Asimismo, al ensilarlas puede incorporarse cama de broiler, de modo que la mezcla sea de un valor nutritivo mayor.

La paja debe ofrecerse en lo posible picada y mezclada con los otros componentes de la dieta, de tal forma de evitar pérdidas y minimizar la selección por el animal. Los comederos a utilizar con pajas deben ser anchos y profundos y poseer un reborde interior cuando se dé la paja picada (Figura 1.9). En caso de pajas enteras, éstos deben estar provistos de rejilla en la parte superior, de modo que el animal obtenga el bocado de entre las rejillas y no del comedero (Figura 1.10).

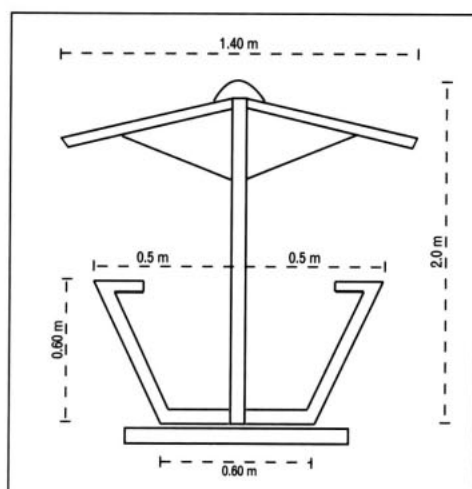


Figura 1.9. Diseño de comedero para pajas picadas

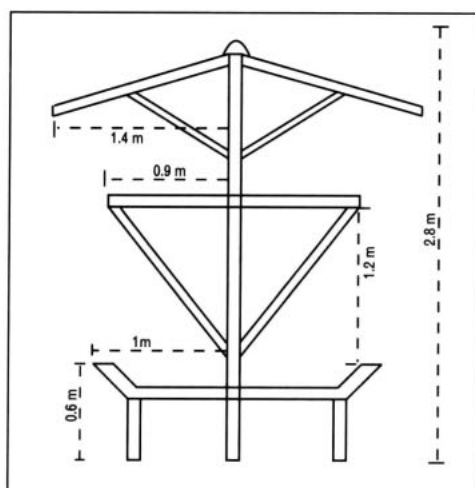


Figura 1.10. Diseño de comedero para pajas enteras

1.5 MEJORAMIENTO DEL VALOR NUTRITIVO DE FORRAJES TOSCOS

Las pajas de cultivos y otros forrajes toscos presentan serias limitaciones en su valor nutritivo para lograr las respuestas productivas que se pretende obtener, al incluirlas en las dietas de los rumiantes. Estas limitaciones se deben al bajo contenido de proteína y al elevado contenido de pared celular, que determinan bajas digestibilidades y consumos.

El valor nutritivo de estos forrajes toscos puede mejorarse significativamente si se someten a cualquiera de los siguientes procedimientos:

- Tratamientos físicos

- Tratamientos químicos

- Adición de los nutrientes limitantes

1.5.1 TRATAMIENTOS FÍSICOS

Se han estudiado diversos tratamientos de tipo físico para mejorar el valor nutritivo de las pajas de cereales y de legumbres. El más común y antiguo consiste en el simple trozado de la paja, con el fin de reducir el largo de la fibra, con lo que se logra mejorar el consumo. Los resultados de este proceso en general son positivos, incrementando el consumo en alrededor de un 10%, pero sin cambios en la digestibilidad. Se produce un aumento en la tasa de pasaje y menores rechazos por los animales. Sin embargo, el aprovechamiento de las pajas se mejora sólo levemente y en muchos casos no se modifica. Otros tratamientos incluyen la molienda fina o el peleteado de la paja, los cuales si bien pueden aumentar el consumo, provocan generalmente disminuciones en la digestibilidad debido a un incremento significativo en la tasa de pasaje, que disminuye la fermentación ruminal. Procesos más tecnificados incluyen la hidrólisis de las pajas a altas temperaturas y presión, obteniéndose excelentes resultados en cuanto a incrementos en la digestibilidad y en el consumo (Walker, 1984).

En los predios de pequeños productores, donde la principal fuente de forraje durante los periodos invernales la constituyen las pajas de cereales y legumbres provenientes de la cosecha de sus granos, la alternativa de trozar las pajas es, sin duda, un método importante a recomendar.

1.5.2 TRATAMIENTOS QUÍMICOS

Los tratamientos químicos a pajas y otros forrajes toscos han sido estudiados desde el siglo pasado. Los primeros trabajos, publicados por Beckmann en 1919, reportan resultados positivos, al aumentar la digestibilidad de la paja de centeno, de 46% inicial a 71%, utilizando NaOH en solución al 1,5%. En general, muchos de los estudios fueron realizados en Europa, durante la II Guerra Mundial, ante la escasez de forrajes (Homb, 1984).

En la actualidad, el método desarrollado por Beckmann ha sido modificado y se utiliza el tratamiento por inmersión, desarrollado por Sundstol (1981), en el cual la paja se embebe en una solución de NaOH al 1,5% por 1/2 a 1 h y luego se almacena por 5-6 días en lugar de lavarse. Utilizando este método, la digestibilidad de la paja puede aumentar desde un valor inicial de 45-50% a 70-75%. Sin embargo, el uso de NaOH presenta serios riesgos en la aplicación por ser muy cáustico, debido a lo cual se han estudiado tratamientos químicos alternativos con sustancias menos peligrosas. En reemplazo del NaOH se puede utilizar Ca(OH)_2 en concentraciones entre 6 y 8%, logrando aumentar la digestibilidad de la paja de trigo desde 42-52% a 68% (Manterola, 1984) (Cuadro 1.11). El Ca(OH)_2 tiene la ventaja de provocar similares incrementos en la digestibilidad que el NaOH, con menor riesgo de causticidad.

Cuadro 1.11
Efecto del tratamiento químico sobre algunas características
de la paja de trigo y comportamiento del animal

VARIABLES	PAJA SIN TRATAR	PAJA + NAOH	PAJA + CAO	PAJA + CA(OH) ₂	ALFALFA (HENO)
DIV MO (%)	41,50	63,03	65,44	61,47	72,40
FDN (%)	64,40	54,40	57,50	--	43,50
Consumo (g/kg ^{0.75} /d) ovinos	52,20b ¹	--	--	64,60a	67,30a
DA MO (%)	52,00c	--	--	59,00b	67,60a
DA pared celular (%)	51,90b	--	--	59,10a	59,90a
DA celulosa (%)	53,50b	--	--	65,00a	66,00a
DA hemicelulosa (%)	69,40a	--	--	82,50b	70,70a
Balance de N (gr/d/an)	1,02a	--	--	3,04b	1,80b
AGV (a 6 h pp.) (mg/100 ml)	27,40b	--	--	46,10a	52,40a

¹ Letras diferentes sobre la columna indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Fuente: Manterola *et al.* (1978).

Al incluir pajas tratadas hasta 80%, en raciones de rumiantes, el consumo, la digestibilidad aparente de la ración y la retención de nitrógeno tienden a aumentar, y a nivel ruminal se producen incrementos significativos en la concentración de AGV totales, todo lo cual indica que el rumiante está haciendo un adecuado uso de ellas para su mantención y producción. Sin embargo, es necesario compensar posibles alteraciones por exceso de sodio o de calcio, debiéndose adicionar en el primer caso, alguna fuente de potasio y en el segundo, alguna fuente de fósforo, que equilibre las respectivas relaciones.

Otro método químico que ha tenido bastante éxito es el tratamiento con amoníaco, desarrollado en Noruega entre 1970 y 1975. Consiste en envolver con polietileno los fardos de paja para luego inyectar amoníaco (Sundstol *et al.*, 1978). Este método se utiliza en diversos países europeos y se ha estado estudiando en el país, aunque tiene como limitante el alto costo de aplicación. El efecto del tratamiento con amoníaco sobre la digestibilidad de las pajas es inferior al que se logra con el uso de NaOH o Ca(OH)₂. Sin embargo, presenta la ventaja de ser fácil de aplicar y, además, tiene un cierto grado de acción fungicida, por lo que no es necesario secar la paja después del tratamiento y se puede aplicar a gran cantidad de fardos. Las respuestas en digestibilidad son mayores al aumentar la temperatura, el tiempo de tratamiento, nivel de amoníaco y el contenido de humedad de la paja (Klee, 1992).

Los aumentos en digestibilidad, obtenidos por diferentes autores, fluctúan entre 10 y 22 unidades porcentuales, dependiendo del tipo de paja (cebada, trigo, avena), calidad de la paja, variedad e intensidad del tratamiento (Cuadros 1.12 y 1.13). Los resultados indican que el mejor método es el de uso de NaOH en paja mojada, seguido por la aplicación

de Ca(OH)_2 o de NaOH en seco. Resultados intermedios se logran con el NH_3 y los resultados más bajos se obtienen con urea. En países europeos (España, Francia, Alemania), los forrajes toscos, del tipo de las pajas de cereales, son procesados por la industria, donde se los somete a molienda, luego se les adiciona NaOH o Ca(OH)_2 , urea y otros nutrientes y finalmente se peletizan. Algunas industrias procesadoras de alimentos mezclan estas pajas tratadas con heno de alfalfa, generando un producto de calidad intermedia y de menor costo.

Cuadro 1.12
Variaciones en la digestibilidad de la materia orgánica (%)
en función de la calidad de paja, cultivo y tipo de tratamiento químico

CALIDAD DE PAJA	TRATAMIENTO	PAJA DE TRIGO	PAJA DE CEBADA	PAJA DE AVENA
Paja de buena calidad	Sin tratar	50,6	54,9	58,7
	Tratada con amoníaco	62,5	61,8	66,3
	Tratada con NaOH	70,0	69,1	71,9
Paja dañada por lluvia	Sin tratar	46,2	50,7	56,0
	Tratada con amoníaco	56,9	60,7	65,5
	Tratada con NaOH	69,5	69,9	70,9

Fuente: Kjos *et al.* (1987)

Cuadro 1.13
Efecto de diferentes métodos químicos sobre la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) y de la fibra cruda (DFC) de paja de cebada

TIPO DE TRATAMIENTO	DMO (%)	DFC (%)
Paja sin tratar	52,4	50,6
Paja sin tratar + urea en el comedero	52,0	60,8
Paja tratada con Ca(OH)_2	68,0	--
Paja tratada con orina + ureasa	57,1	65,0
Paja tratada con urea	56,4	66,8
Paja tratada con urea + ureasa	59,0	71,4
Aplicación de NH_3 anhidro	67,8	79,0
Aplicación de NH_3 acuoso	59,0	71,4
Aplicación de NH_3 anhidro en horno	63,6	74,5
Tratamiento con NaOH (método Beckmann)	75,7	83,8
Aplicación de NaOH sobre paja mojada	72,8	86,8
Aplicación de NaOH (método de inmersión)	73,6	88,9
Aplicación de NaOH en paja seca	67,8	81,8

Fuentes: Wanapat *et al.* (1985); Manterola *et al.* (1978).

Las pajas de cereales tratadas también pueden ser sometidas a un proceso de "ensilaje", requiriendo un alto nivel de humedad para lograr una adecuada compactación. (Wilkinson, 1984b). Para ello, la paja se troza con chopper o picador, antes del tratamiento químico, el cual puede durar entre una semana a varios meses. Inmediatamente después de tratada, se almacena en silos zanjias. Para impedir la acción de hongos se debe extraer el aire por compactación o vacío.



Figura 1.11. Tratamiento de paja con amoníaco

1.5.3 RESPUESTAS PRODUCTIVAS AL INCLUIR PAJAS TRATADAS

Las respuestas productivas que se pueden obtener con los diversos tratamientos dependen del tipo de tratamiento y calidad de la paja, lográndose en el caso del consumo, aumentos que van desde 18 a 45% con pajas tratadas ya sea con NaOH o con NH_3 , a aumentos de 7-27% con pajas molidas y peletizadas (Flachowsky *et al.*, 1985; Dias da Silva y Sundstol, 1986; Klee y Vidal, 1986). Si se aplican concentraciones muy altas de álcalis, el pH de la paja puede subir a niveles que provocan rechazo por el animal, especialmente cuando estas pajas tratadas se incluyen en porcentajes superiores a 50% (González Santillana, 1978).

Las respuestas productivas, ya sea en ganancias de peso o producción de leche, que se pueden obtener al incluir distintos niveles de pajas tratadas, son variables dependiendo del tipo de raciones utilizadas, así como del tipo de animal. En vacas de lechería, la inclusión de pajas de cereales tratadas o sin tratar sólo se justifica para animales con producciones menores de 15 L/d o en vacas secas durante las primeras etapas de gestación (Cuadro 1.14). En estos casos, los niveles de inclusión pueden llegar hasta 50% si la paja es tratada. En vacas con producciones medias (20-25 L/d), los niveles de inclusión no deben superar el 15-20% y principalmente como aporte de fibra para estimular la motilidad ruminal. En vacas de alta producción, debido a la limitada capacidad de ingestión en relación al nivel de producción, no sería recomendable incluir paja tratada en su dieta.

Cuadro 1.14

Comportamiento productivo de vacas lecheras al incluir paja tratada (PT) o sin tratar (PST) en su dieta

TIPO DE ANIMAL	TRATAMIENTO-ALIMENTACIÓN	PRODUCCIÓN LECHE (KG)	MATERIA GRASA (%)	REFERENCIAS
Vacas adultas	PST 50% + conc. 50%	12,27	3,74	Greenhalgh <i>et al.</i> (1978)
	PT NaOH 50% + conc. 50%	17,6	3,54	
Vacas adultas	Sólo heno y concentrado	15,0	3,48	Robb <i>et al.</i> (1978)
	PT (NaOH) 10% + Heno y conc. 90%	14,7	3,52	
	PT (NaOH) 20% + Heno y conc. 80%	14,8	3,53	
	PT (NaOH) 30% + Heno y conc. 70%	14,4	3,65	
	Sólo heno y concentrado	25,2	3,60	
Vacas adultas	PT NaOH 50% + conc. 50%	25,2	3,50	Robb <i>et al.</i> (1978)

Cuando se utilizan raciones para novillos de 300 kilos que incluyen 70-80% de paja trata-
 da se pueden lograr ganancias entre 600-700 g/d, sin embargo en la medida que este
 porcentaje aumenta, las ganancias tienden a cero, e incluso se presentan pérdidas de
 peso. Los niveles de inclusión que provocan las mejores respuestas fluctúan entre 40 y
 60%, siempre que el otro componente sea un concentrado (Cuadro 1.15).

Cuadro 1.15

Ganancias de peso obtenidas en bovinos y ovinos al incluir paja tratada (PT)
o paja sin tratar (PST) en la dieta

TIPO DE ANIMAL	PESO (KG)	TRATAMIENTO - ALIMENTACIÓN	GANANCIA DIARIA (G/D)	REFERENCIAS
Novillos	320	Paja tratada (PT) (100% inclusión)	< 450	Tinker (1988)
		PT 50% + concentrado 50%	900-1.000	
		PT 50% + ensilaje 50%	600-700	
		PT 70-80% + concentrado 20-30%	600-700	
Novillos	300	Dieta sin paja . Sólo concentrado	1.160	Pirie y Greenhalgh (1978)
		PST 40% + concentrado 60%	780	
		PT 40% + concentrado 60%	1.030	
		PT 60% + concentrado 40%	820	
		Paja en rama ST 60% inclusión	740	
		PT en rama 60%	1.090	
		PST picada 60% inclusión	710	
		PT picada 60% inclusión	1.180	
Novillos	300	PT fresca 60% inclusión	1.000	Greenhalgh <i>at al.</i> (1978)
		PT ensilada 60% inclusión	1.080	
Novillos	212	PST 84% + concentrado15%+urea 1%	290	Klee y Vidal (1986)
		PT 3%NH ₃ 88% + concentrado 12%	510	
Novillos	421	PST 93% + afrecho raps	-180	Klee (1983)
Novillos	365	PST 52% + heno trébol rosado	270	Siebald <i>et al.</i> (1989)
		PST 95% + afrecho raps 5%	260	
Corderos	25	Sólo concentrado	235	Greenhalgh <i>et al.</i> (1976)
		PT (NaOH) 50% + concentrado 50%	140	
		PST 50% + concentrado 50%	74	

Como recomendación general, las pajas de cereales pueden ser incluidas hasta en un 50% en raciones de novillos, siempre que estas pajas estén tratadas. En caso contrario, no deberían incluirse en más de 20-30% de la ración. En raciones de crianza/engorda de corderos la inclusión de 50% de paja tratada puede reducir en un 40% las ganancias de peso y en un 70% si la paja no es tratada. La decisión de incluirlas o no, va a estar dada por el precio de la paja, el costo de transporte, el precio de forrajes alternativos, el costo del tratamiento químico y el precio del animal a productor.

Otro aspecto importante de destacar cuando se incluyen pajas tratadas en la ración, se refiere a la conducta de consumo de los animales, los que disminuyen la frecuencia de ingestión, pero tienden a consumir cantidades mayores durante las 24 horas del día. Las ganancias de peso van a depender del tipo de paja, del tratamiento aplicado y de los demás componentes de la dieta. En novillos en engorda (sobre 350 kilos) los resultados tienden a ser mejores que en novillos de menor peso y que están aún en crecimiento.



Fig. 1.12. Vacas de lechería consumiendo paja suplementada con bloques alimenticios

1.5.4 ADICIÓN DE NUTRIENTES LIMITANTES

Las pajas de cultivos, especialmente las de cereales, además de presentar digestibilidades bajas, son deficientes en proteína, carbohidratos solubles y minerales, de tal forma que los tratamientos químicos o físicos no son suficientes por sí solos para mejorar su utilización por parte del rumiante y obtener respuestas productivas importantes. La adición de melaza a pajas de cereales mejora substancialmente el consumo ya que es muy apetecida por el rumiante; sin embargo la digestibilidad y el aprovechamiento de ellas no suben en igual proporción ya que siguen siendo deficientes en proteína. Mejores resultados se logran aportando fuentes proteicas, las que, además de entregar nitrógeno y energía para la síntesis proteica microbial, entregan proteína directamente al animal. Es así como al aportar

afrecho de raps a novillos alimentados con paja de trigo, se logran incrementos de peso del orden de 350 - 400 g/d, comparado con la paja sola, que provoca pérdidas de peso.

Como las bacterias ruminales pueden convertir urea en proteína microbial, un porcentaje importante de la fracción proteica de la dieta puede ser reemplazada por urea, la que aportará el nitrógeno requerido por los microorganismos. La urea puede ser aportada sin riesgo de toxicidad, formando parte de bloques alimenticios que además contengan carbohidratos solubles y semisolubles así como minerales. Al aportar urea, carbohidratos y minerales a animales alimentados ya sea con paja de trigo o con praderas naturales secas, se han logrado incrementos entre 15 y 20% en el consumo y ganancias de peso de 417 g/d en el caso de novillos y 30 g/d en ovejas (Cuadro 1.16).

Cuadro 1.16
Comportamiento productivo en rumiantes alimentados con forrajes toscos
y suplementados con bloques alimenticios

ESPECIE	TIPO ANIMAL	ALIMENTO	GANANCIA PESO (G/D)	CONSUMO (KG/D)	FUENTE
Bovinos	Novillos	Paja trigo sola	-51,4	15,90	Manterola <i>et al.</i> (1991)
		Paja trigo + Veterblock	417,0	6,30	
Bovinos	Terneros	Paja trigo picada	-43,5	4,67	Illesca (1980)
		Paja trigo + Veterblock	81,5	5,50	
		Paja trigo + afrecho raps	598,0	7,70	
Ovinos	Ovejas	Pradera natural seca	-20,0	1,21	Manterola <i>et al.</i> (1979)
		Pradera natural seca + Veterblock	30,0	1,42	

1.6 RESIDUOS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS

1.6.1 DISPONIBILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL

Estos residuos se generan en los sectores agrícolas relativamente cercanos a los centros urbanos. En general están constituidos ya sea por la planta completa o por parte de ella, dependiendo del tipo y objetivo del cultivo de que se trate. En estos residuos es posible encontrar hojas, tallos, inflorescencias, frutos y tubérculos, en distintas proporciones, lo cual hace que su valor nutritivo varíe considerablemente. La mayor parte de ellos posee un valor nutritivo elevado ya que la cosecha del producto se efectúa cuando la planta está en un estado fenológico temprano, caracterizado por una alta concentración de nutrientes tanto en las estructuras aéreas como en frutos de desecho. En Chile los culti-

vos hortícolas se desarrollan a lo largo de casi todo el territorio nacional, con una superficie que fluctúa entre 100.000 y 110.000 hectáreas, las que se ubican mayoritariamente entre la V y VII Regiones, área que suma el 94,6% de toda la superficie. En la Región Metropolitana se concentra el 40% del total. Estos cultivos se producen a lo largo de todo el año, fluctuando entre 1,5 y hasta 3 cultivos/año, lo que genera una gran cantidad de residuos a través de todo ese período (Cuadro 1.17). Sin embargo, este sistema obliga a retirarlo inmediatamente a fin de iniciar el cultivo siguiente, lo cual dificulta su uso potencial en alimentación animal.

Cuadro 1.17
Cronograma de disponibilidad de residuos de cultivos hortícolas

CULTIVOS	REGIONES					
	IV	V	MET	VI	VII	VIII
Acelga	Ene - Dic	Ene - Dic	Ene - Dic	Ene - Dic	Ene - Dic	Ene - Dic
Alcachofa	Nov - Dic	Dic - Feb	Dic - Feb	Dic - Feb	Mar - Abr	Mar - Abr
Arveja verde	--	Sep - Oct	Sep - Oct	Oct - Nov	--	--
Ají	Dic - Feb	Ene - Feb	Feb - Mar	Feb - Mar	Mar - Abr	--
Apio	Jun - Sep	Jul - Oct	Sep - Nov	Sep - Nov	Oct - Nov	--
Betarraga	--	Ene - Dic	Ene - Dic	--	--	--
Brócoli	--	May - Ago	May - Ago	Jun - Sep	--	--
Coliflor	Jul - Oct	Jul - Oct	Sep - Nov	Sep - Nov	Oct - Nov	--
Espárrago	--	Ene - Mar	Ene - Mar	Feb - Abr	Feb - Abr	Mar - Abr
Haba	Oct - Nov	Nov - Dic	Nov - Dic	Dic - Ene	Feb - Mar	Feb - Mar
Lechuga	Ene - Dic	Ene - Dic	Ene - Dic	Ene - Dic	Ene - Dic	Ene - Dic
Maíz choclero	Nov - Dic	Dic - Ene	Dic - Ene	Ene - Feb	Ene - Mar	Feb - Mar
Melón	--	Ene - Mar	Ene - Mar	Feb - Abr	Feb - Abr	Feb - Abr
Pimiento	Ene - Feb	Ene - Feb	Feb - Mar	--	--	--
Poroto verde	Sep - Oct	Dic - Ene	Dic - Ene	Dic - Ene	Ene ^a - Feb	Ene - Feb
Poroto granado	--	Dic - Ene	Dic - Ene	Dic - Ene	Ene ^a - Feb	Ene - Feb
Repollo	--	Jul - Nov	Jul - Nov	Sep - Dic	--	--
Sandía	--	Ene - Feb	Ene - Mar	Ene - Mar	Feb - Mar	--
Tomate	Jun - Oct	Ago - Nov	Dic - Mar	Dic - Mar	Ene - Mar	Feb - Mar
Zanahoria	Abr - Ago	Jun - Sep	Jun - Nov	Abr - Nov	--	--
Zapallo	Ene - Feb	Feb - Mar	Feb - Mar	Mar - Abr	Mar - Abr	--
Zapallo italiano	Oct - Nov	Oct - Dic	Oct - Dic	Nov - Ene	--	--

Fuente: Manterola *et al.* (1993).

La producción casi continua a través del año se hace más evidente en aquellos cultivos que se realizan bajo invernadero, cuya superficie ha aumentado notoriamente en los últimos años y en los cuales la producción de biomasa residual puede hasta triplicar la del cultivar tradicional (Manterola *et al.*, 1993). Considerando 1,5 a 2 cultivos/año y que cada cultivo deja un residuo estimado en 2.5 ton/há de MS, existiría una biomasa residual potencialmente disponible entre 412.500 y 550.000 ton/año, la que permitiría teóricamente mantener entre 51.500 y 68.700 unidades animales/año (1 UA= 1 vacuno de 500 kg).

En el cronograma se observa que en la IV Región gran parte de los residuos se generan durante el período de primavera y verano, aunque aquellos bajo invernadero se generan principalmente a fines de otoño y durante el invierno. En las Regiones V, VI y Metropolitana, la mayor cantidad de residuos se producen durante el período de primavera y verano.

Los cultivos hortícolas, a diferencia de los cultivos más extensivos (cereales, chacarería), utilizan superficies relativamente pequeñas, normalmente alejadas de las principales áreas de producción ganadera. De ahí que su uso se justificaría principalmente en lecherías intensivas o semi-intensivas de bovinos y caprinos o en sistemas de crianza-engorda de vacunos en feed-lot. Dependiendo de la especie y tipo de cultivo, la generación de estos residuos puede ser a lo largo de todo el año o muy estacional, como ya se indicó.

1.6.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO

Estos residuos están compuestos por hojas y tallos en diferentes proporciones y en algunos casos, por inflorescencias y frutos residuales. El estado fenológico en que se cosecha el producto principal corresponde al vegetativo, caracterizado por estructuras verdes, relativamente tiernas y con una alta concentración de nutrientes en hojas, tallos, frutos y flores, altos contenidos de proteína bruta, bajos porcentajes de pared celular y una alta degradabilidad y digestibilidad.

Poseen un valor nutritivo muy superior a aquellos de cereales o de chacarería, destacándose el contenido de proteína bruta que se sitúa entre 15 y 30%. Paralelamente, el contenido de fibra bruta y pared celular es bajo, con niveles entre 6 y 45%. Ello se traduce en una digestibilidad sobre 65%, la cual se asemeja a un buen heno de alfalfa (Cuadro 1.18).

Cuadro 1.18
Valor nutritivo de diversos residuos de cultivos hortícolas
(%)

TIPO DE RESIDUO	MS	PB	EE	FB	FDN	DMO	CEN	TND
Alcachofa								
Tallos y hojas	--	5,1	1,1	18,0	--	48-55	7,7	60,0
Tallos y hojas ¹	--	13,0	--	--	--	75,1	--	--
Apio	9,9	15,3	1,7	10,2	20,4	80-90	16-25	62,0
Betarraga								
Residuo tubérculo	--	12,6	0,8	6,3	--	--	8,7	76,8
Hojas	--	24,2	3,3	14,3	--	--	--	53,0
Cebollas (hojas)	--	12,6	2,0	22,6	--	--	8,0	57,6
Coliflor (hojas, tallos e inflorescencia)	--	27,0	2,2	11,1	--	70-75	16,3	70,0
Espárrago seco (hojas y tallos)	--	15,6	1,0	31,9	--	50-55	7,7	49,0
Habas								
Semillas	--	29,2	1,5	8,8	--	--	4,0	78,8
Vainas	--	7,7	1,1	37,9	--	80-83	4,2	52,0
Paja	--	6,8	1,6	45,0	--	60-70	8,3	49,0
Lechugas								
Milanesea	8,0	22,3	4,1	--	34,4	84,6	3,3	--
Costina	11,0	12,9	--	11,2	32,1	85,0	5,1	--
Melón								
Var. cantaloupe	13,0	15,0	3,3	23,0	33,8	76,1	2,1	--
Var. tuna	13,0	13,3	3,2	23,0	44,3	76,6	2,0	--
Poroto verde (paja)	23,0	14,5	1,7	24,0	33,9	70,0	14,5	51,0
Repollo	16,0	25,3	4,2	15,8	--	--	14,7	85,0
Repollo brócoli	--	33,0	2,8	13,8	--	--	10,1	70,0
Sandía (hojas, tallos y frutos desecho)	13,5	14,0	3,2	18,0	--	--	8,0	72,0
Tomate								
Fruto	6,0	13-16	5,0	9,1	41-56	64,0	1-2	70,0
Tallos	15,0	8,5	1,7	--	59,5	65,8	0,2	--
Hojas	14,0	17,0	--	--	32-43	74-79	1,3	3,2

¹ Boza y Ferrando (1989).

Fuente: Manterola *et al.* (1993), excepto lo indicado.

1.6.3 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE CADA RESIDUO

1.6.3.1 Residuo de cultivo de la acelga (*Beta vulgaris L. ssp cycila*)

Este cultivo se realiza entre la V Región, la Región Metropolitana y la VI Región, concentrándose el 66% de la superficie total en la Región Metropolitana. Se produce durante todo el año, ya que de cada cultivar se extraen al menos 4 cosechas de hojas por temporada. La biomasa total generada en cada corte, especialmente a partir del segundo, alcanza en promedio a 4,6 toneladas MS/há, de las cuales queda un residuo que puede fluctuar entre 0,6 y 0,8 ton MS/há por cosecha, por lo que el cultivar puede generar al año, un total de 2,4 - 3,2 ton MS/há. De este residuo, el 63% corresponde a hojas, el 14% a tallos y 13% a coronas. Los cálculos realizados en función de la superficie indican que habría un potencial de residuo estimado en 265 ton de MS por cada cosecha, por lo cual al año se dispondría de 1.060 ton de MS.



Figura 1.13. Residuo de cultivo de acelga

El valor nutritivo se caracteriza por un elevado contenido de proteína bruta, alto contenido de cenizas por la contaminación con tierra y un valor intermedio de digestibilidad (Cuadro 1.19). Además presenta una elevada cantidad de sales de oxalatos, las que pueden causar problemas en la absorción del calcio en el caso de vacas lecheras o provocar cálculos renales.

Cuadro 1.19
Valor nutritivo de los componentes del residuo de cultivo de acelga

CARACTERÍSTICAS	TALLOS	HOJAS	CORONAS
Materia seca (%)	7,5	8,0	5,8
Materia orgánica (%)	69,5	67,7	64,7
Cenizas (%)	26,6	30,1	31,0
Proteína bruta (%)	20,0	24,6	20,6
Digestibilidad MS (%)	64,1	64,9	63,9

Fuente: Manterola y Cerda, 1990.

Este residuo puede usarse con pastoreo directo, como *soiling* o ensilado para uso posterior. En este último caso se debe tener en cuenta que por el alto contenido de proteína podrían desarrollarse fermentaciones anormales, que afectarían el consumo por parte de los animales. Su inclusión en dietas para rumiantes se justifica principalmente en bovinos de carne para cualquiera de sus categorías, especialmente en terneros recién destetados o en novillos de crianza, ya que su nivel de proteína permite abastecer el total de los requerimientos proteicos de estos animales. En novillos en la etapa de engorda, debe incluirse en menor porcentaje de la ración total y suplementar con algún grano o fuente energética para compensar el menor aporte de energía. En el caso de vacas lecheras, sólo se recomienda su uso en aquellas de producciones medias a bajas o durante la etapa de último tercio de gestación. Este criterio es válido también para cabras lecheras en el período de máxima producción.

1.6.3.2 Residuo de cultivo del apio (*Apium graveolens* L. var. *Dulce*)

Este cultivo se desarrolla principalmente en las Regiones IV, V, VI y Metropolitana, distribuyéndose mayoritariamente en la Región Metropolitana y en la V Región. El residuo se compone principalmente de los tallos basales con sus hojas y la corona, que es lo que queda en el suelo después de la cosecha.

La producción de biomasa total medida en diferentes cultivares (Manterola y Cerda, 1990) alcanza a 105,8 ton de MV/há, equivalente a 6,6 ton de MS/há. Después de la cosecha, queda una biomasa residual entre 30-40 ton de MV/há, equivalente a 2,5-3,8 ton de MS/há. En dicho residuo las hojas aportan el 52%, los tallos el 36% y las coronas el 12%. Este residuo presenta un buen valor nutritivo caracterizado por niveles medios de proteína, bajo contenido de pared celular y altas digestibilidades, sin embargo contiene altos porcentajes de agua y de cenizas (Cuadro 1.20).

Cuadro 1.20
Valor nutritivo de los componentes del residuo de cultivo de apio

CARACTERÍSTICA	TALLOS	HOJAS	CORONAS
Materia seca (%)	10,5	9,0	12,0
Materia orgánica (%)	56,7	63,2	56,6
Cenizas (%)	36,5	29,8	37,4
Proteína bruta (%)	10,7	14,9	9,7
Pared celular (FDN) (%)	30,0	25,1	30,0
Digestibilidad MS (%)	83,5	84,6	78,3

Fuente: Manterola *et al.* (1993).

El residuo presenta valores entre 10 y 15% de PB, siendo éstos más altos en las hojas que en los tallos y corona. Destaca el elevado contenido de cenizas que, al igual que en el residuo del cultivo de acelga, se debe a la contaminación con tierra. Este alto contenido de cenizas limita el consumo de materia orgánica y por lo tanto el consumo de energía. Sus características organolépticas lo hacen muy atractivo para las diferentes especies de rumiantes, por lo que su incorporación en cualquier sistema de alimentación no tiene ningún problema, excepto por el alto contenido de agua y de cenizas.

Este residuo de apio responde muy bien al proceso de ensilaje, aún cuando su contenido de agua es muy alto, lo cual podría provocar problemas de efluentes y mantener el pH alto, lo que impediría el desarrollo de una fermentación normal. Los estudios que se han realizado al respecto (Vallejo, 1993) indican que el ensilaje que se obtiene es de excelente calidad, disminuyéndose incluso su aroma característico. Las concentraciones de ácido láctico medidas en ensilajes de este residuo son altas y comparables a aquellas de un buen ensilaje de maíz; el pH baja de un valor inicial de 5,8 a 3,9, característico de fermentación.

Este residuo se puede utilizar en las distintas especies de rumiantes y en los diferentes tipos de producción. En todos los casos, el uso puede ser por talajeo directo, *soiling* o ensilado. El pastoreo directo tiene la desventaja que se pierde una gran cantidad de biomasa residual, por pisoteo y contaminación con heces y orina. En terneros recién destetados puede resultar restrictivo el alto contenido de agua, pero realizando un premarchitamiento previo, este problema tiende a ser menor.

En novillos durante el período de crianza/engorda, puede constituir sobre 60% de la dieta, aún cuando a estos niveles debe incluirse una fuente energética como granos, coseta, etc. para compensar la baja concentración energética de este residuo. En vacas de lechería, la inclusión de este residuo puede inducir algún efecto de tipo lactogénico, pero también puede afectar el consumo total, por el contenido de agua, de modo que no se recomienda incluirlo en más de un 40% de la ración total para vacas con producciones entre 20 y 25 litros. Para producciones menores (15-20 litros), puede incluirse en niveles de 60%.

1.6.3.3 Residuo de cultivo de coliflor (*Brassica oleraceae* L. var. *Botrytis*)

El cultivo de coliflor se realiza principalmente en las Regiones V, VI y en la Región Metropolitana, las cuales concentran el 85-88% de la superficie total. La biomasa total previa a la cosecha, medida en diferentes cultivares, fluctúa entre 190-200 ton/há de materia verde, de la cual queda una biomasa residual de 29-30 ton de MV/há equivalente a 2,8-3,0 ton MS/há. El residuo está compuesto por un 59% de hojas, un 28% de inflorescencias

y un 13% de tallos (Manterola y Cerda, 1990). Presenta un valor nutritivo caracterizado por altos contenidos de proteína, especialmente en la inflorescencia y altas digestibilidades; sin embargo contiene elevados porcentajes de cenizas, debido a contaminación con tierra de las hojas basales (Cuadro 1.21).

Cuadro 1.21
Valor nutritivo de los componentes del residuo de cultivo de coliflor

CARACTERÍSTICA	TALLOS	HOJAS	INFLORESCENCIA
Materia seca (%)	13,0	10,0	15,0
Materia orgánica (%)	75,3	69,6	--
Cenizas (%)	16,3	21,5	--
Proteína bruta (%)	15,9	15,5	21,4
Digestibilidad de MS (%)	76,0	87,1	--
Digestibilidad de MO (%)	74,9	87,5	--

Fuente: Manterola *et al.* (1993).

El principal problema para usarse en alimentación animal deriva de su aroma característico, el cual se acentúa al cortarse y premarchitarse. Estos aromas y sabores pueden afectar la calidad de la leche, otorgándole características organolépticas no deseables. El residuo de coliflor se puede pastorear, o bien dar como *soiling*, lo que permitiría un mejor aprovechamiento. La conservación como ensilaje no debería presentar problemas ya que el contenido proteico de las hojas y tallos es intermedio. Para el ensilaje el principal inconveniente derivaría del alto contenido de agua, el cual se puede corregir con premarchitamiento, secado previo o agregando heno.

Su uso en rumiantes se debe orientar principalmente a bovinos de carne en cualquiera de sus categorías. Su contenido proteico permite cubrir gran parte de los requerimientos de los terneros recién destetados y de novillos en crianza/engorda. Cuando se usa en la fase final de engorda, se debe aportar alguna fuente de energía complementaria. Por el alto contenido de agua y ceniza, es conveniente no superar el 60% de la ración total en novillos en crianza/engorda. En vacas lecheras, se recomienda su uso durante el último tercio de gestación o durante el período seco, de preferencia en pastoreo. De usarse en vacas en producción, debe ensilarse previamente, ya que en este proceso pierde gran parte de su olor. En este caso puede incluirse en niveles de 30 a 40% en raciones para vacas con producciones entre 20 y 25 litros.

1.6.3.4 Residuo de cultivo del repollo (*Brassica oleraceae* L. var. *Capitata* L.)

El repollo se cultiva principalmente en la V Región y Región Metropolitana, que concentran el 85-90% de la superficie total. Este cultivo se realiza entre los meses de julio a noviembre. La biomasa residual previa a la cosecha, medida en diversos cultivares, fluctúa entre 25-26

ton de MV/há, equivalente a 1,6 -1,7 ton de MS/há, de las cuales el 82% corresponde a hojas y el 18% a tallos. El valor nutritivo de este residuo se caracteriza por el elevado contenido de proteína y bajos niveles de fibra bruta, lo cual lo constituye en una buena fuente de proteínas para el ganado. La cantidad de cenizas es intermedia, por lo que no constituye un factor limitante en el aporte de energía metabolizable (Cuadro 1.22).

Cuadro 1.22
Valor nutritivo de los componentes del residuo de cultivo de repollo

CARACTERÍSTICA	HOJAS	TALLOS
Materia seca (%)	9,0	12,0
Materia orgánica (%)	90,0	82,0
Cenizas (%)	10,0	12,0
Proteína bruta (%)	21,0	27,0
Extracto etéreo (%)	3,0	2,0
Fibra cruda (%)	10,0	24,0

Fuente: INIA (1982); Manterola y Cerda (1990).

El principal problema para usarlo en alimentación de rumiantes, especialmente en vacas lecheras, se deriva, al igual que en el caso de la coliflor, de los aromas que presenta, los cuales se acentúan en la medida que madura el cultivar o se marchita el residuo. Estos aromas pueden ser transmitidos a la leche, alterando sus condiciones organolépticas normales.

La aceptabilidad por el ganado mayor es alta y se pueden obtener adecuadas ganancias de peso al pastorear cultivares ya cosechados. El uso más recomendable es por talajeo directo, ya que no se justifica emplear maquinaria de recolección por la baja densidad de residuo en el potrero. La conservación de este residuo en forma de ensilaje es riesgosa, ya que los altos niveles de proteína podrían determinar fermentaciones anormales y con aromas desagradables, que provocarían rechazo en los animales. El contenido de proteína que posee este residuo cubre en exceso los requerimientos de terneros destetados o novillos durante el periodo de crianza, por lo que podría incluirse hasta 60-70%, debiendo realizarse un premarchitamiento para disminuir el contenido de agua.

En novillos en engorda, debe adicionarse una fuente energética complementaria. En vacas de lechería, por los problemas de traspaso de aromas a la leche, su uso está restringido a vacas secas y vaquillas de crianza. En el caso de usarlo como ensilaje, se puede incluir hasta 30-40% en raciones para vacas de producciones medias.

1.6.3.5 Residuo de cultivo de tomate (*Lycopersicum sculentum*)

El cultivo del tomate se realiza principalmente entre la IV y VIII Regiones de Chile, con superficies que fluctúan entre 11.000 y 13.000 hectáreas. Las mayores superficies de cultivo se concentran en la V, VI y Región Metropolitana, esta última con el 60% de la superficie total. Existen diferentes tipos de cultivares, algunos destinados a concentrados o pulpas y otros a consumo, los cuales pueden ser cultivados en forma tradicional o bajo invernadero, presentando cada cultivar características propias en cuanto a biomasa residual, porcentajes de los componentes y valor nutritivo.

En las variedades destinadas a pulpa, la biomasa total medida en diferentes cultivares puede fluctuar entre 50 y 52 ton de MV/há, equivalente a 3,5-3,8 ton de MS/há. De esta cantidad, el residuo corresponde a 30-31 ton de MV/há equivalente a 2,5-2,6 ton de MS/há. De este residuo, el 57% corresponde a follaje (hojas y tallos) y el 43% a frutos de desecho. En las variedades para consumo en fresco y de cultivo tradicional (aire libre), la biomasa residual puede fluctuar entre 3,6 y 4,3 ton de MS/há de las cuales el 20% corresponde a tallos, el 45% a hojas y 35% a frutos de desecho o no cosechados (Manterola *et al.*, 1993). En el caso de variedades de invernadero, la biomasa residual puede variar entre 11 y 15 ton de MS/há, de las cuales entre 35-37% corresponde a hojas, 25% a tallos y 38% a frutos de desecho o no cosechados (Cuadro 1.23).

Cuadro 1.23
Composición del residuo de dos cultivares de tomate

TIPO CULTIVAR	COMPONENTE	MV (TON/HA)	% MS	MS (TON/HA)
Aire libre	Hojas	4,9	33,2	1,6
	Tallos	3,7	19,1	0,7
	Frutos	23,3	3,7	1,2
	Total	31,0	--	3,5
Invernadero	Hojas	23,9	17,5	4,2
	Tallos	19,8	14,5	2,9
	Frutos	119,8	3,7	4,4
	Total	163,5	--	11,5

Fuente: Manterola *at al.* (1993).

Las variedades cultivadas bajo condiciones de invernadero producen tres veces más residuo que las de los cultivos tradicionales, lo cual se debe a la gran biomasa que se desarrolla dentro del invernadero, inducida por el ambiente y el tipo de poda. En las variedades de invernadero los frutos son los que aportan el mayor porcentaje de residuo (38%), seguidos por las hojas (37%) y los tallos, que aportan 25%

(Manterola *et al.*, 1993). En las variedades al aire libre, el mayor porcentaje de residuo lo aportan las hojas (46%) seguidas por los frutos (35%) y los tallos con 20%. En el caso de los tallos, existen marcadas diferencias en la estructura, ya que los tallos de aquellas variedades de invernadero, por el tipo de poda, son más gruesos, más lignificados y de menor valor nutritivo, por lo que son menos consumidos por el ganado.



Figura 1.14. Residuo de cultivo de tomate bajo invernadero.

El residuo de las variedades de cultivo tradicional presenta mejor valor nutritivo que el de aquellas de invernadero, ya que estas últimas, por el mayor desarrollo del follaje, son más lignificadas, tienen menores contenidos de proteína y menor digestibilidad (Cuadro 1.24).

Dentro de este residuo, los frutos de desecho tienen mayor contenido de proteína y digestibilidad. El valor nutritivo de cada componente estructural del residuo es diferente y estas diferencias están presentes entre variedades para un mismo componente (Escandón, 1983). La proteína bruta, en las variedades para pulpa y consumo (cultivo al aire libre), se presenta en mayor concentración en los frutos que en el follaje. Sin embargo, en las variedades de invernadero, las hojas presentan mayor concentración de este nutriente. Los promedios de aporte proteico, ponderados por el porcentaje de incidencia de cada componente, son similares para las distintas variedades.

Cuadro 1.24
Valor nutritivo de las distintas estructuras componentes de residuo de cultivo
de tres variedades de tomate

CARACTERÍSTICA	VAR. PARA PULPA		VAR. CONSUMO TRADICIONAL			VAR. CONSUMO INVERNADERO		
	FOLLAJE	FRUTO	HOJAS	TALLOS	FRUTOS	HOJAS	TALLOS	FRUTOS
MS (%)	14,9	5,4	33,2	19,1	5,3	17,5	14,5	3,7
MO (%)	70,7	86,1	70,8	83,9	87,9	80,4	87,1	89,3
PB (%)	10,9	15,9	10,9	9,8	21,2	17,0	8,5	13,0
FDN (%)	34,0	48,6	32,5	52,1	45,9	43,4	59,5	66,2
FDA (%)	--	--	28,7	40,8	45,4	34,3	50,0	47,5
DIG. MS (%)	77,9	53,4	79,9	68,6	58,4	74,0	64,8	50,7
DIG. MO (%)	77,0	54,7	79,5	69,4	43,3	74,0	65,8	53,7
CELUL. (%)	--	--	16,6	29,5	24,5	23,5	36,4	37,7
HEMICEL. (%)	--	--	3,8	11,3	0,5	9,1	9,6	18,6
LIGNINA (%)	--	--	8,9	10,8	8,9	9,5	13,3	9,5
CENIZAS (%)	--	--	3,2	0,5	2,0	1,3	0,2	0,4
ED (Mcal/kg)	--	--	2,3	2,4	2,6	2,8	1,7	2,4
EM (Mcal/kg)	--	--	1,9	1,9	2,1	2,3	1,4	1,9

Fuente: Manterola y Cerda (1990); Cerda *et al.* (1995).

Los frutos de desecho de las variedades para pulpa y para consumo (cultivo invernadero) presentan mayores porcentajes de fibra expresada como pared celular (FDN), debido a la presencia de cáscara, alvéolos y envoltura de las semillas. En el caso de la variedad de consumo (cultivo tradicional), los frutos presentan menores contenidos de FDN que los tallos, debido a la menor cantidad de semilla que estos frutos poseen. Los tallos concentran la mayor cantidad de lignina, especialmente en las variedades de invernadero, ya que tienen un crecimiento de tipo arbustivo y requieren mayor resistencia. La degradabilidad de la MS a nivel ruminal, de las diferentes fracciones, tiende a ser baja no superando el 40%, lo cual puede afectar el consumo diario, por el mayor tiempo de retención de la ingesta en el rumen.

El residuo de cultivo de tomate presenta un alto potencial para ser ensilado y obtener un silo de buenas características, ya que el contenido de humedad del residuo es más bajo que en otros cultivos, fluctuando entre 85 y 87%, pero aún alta respecto al óptimo recomendado por Demarquilly (1981), de 75%. Esto hace que existan riesgos de pérdidas por lixiviación y de dilución de los ácidos orgánicos, impidiendo que el pH baje a los niveles en que se establece la flora láctica. La calidad de ensilaje que se puede obtener con residuo del cultivo de tomate es comparable a la de un silo de maíz de buena calidad, con altas concentraciones de ácido láctico, pero con niveles

algo elevados de ácido acético. Ello podría otorgar al ensilaje un aroma característico, que podría afectar el consumo. La humedad del residuo se puede disminuir por premarchitamiento o utilizando acondicionadores de forrajes. El residuo del cultivo bajo invernadero es de más fácil recolección que el del cultivo tradicional, debido a la alta densidad de plantas y la gran cantidad de biomasa por unidad de superficie que presenta el primero. En ambos casos, se pueden usar máquinas cortadoras y elevadoras para la recolección.

En cuanto a su uso por rumiantes, la información obtenida indica que este residuo constituye una buena alternativa para ser utilizada en bovinos, ovinos o caprinos. Las experiencias observadas con bovinos en la zona de Limache y en cabrerías de la IV Región, señalan que este residuo es bien aceptado por los animales. Los rechazos corresponden principalmente a las porciones de tallos más gruesos, especialmente en cultivos de invernadero. En caso de que el residuo contenga pesticidas, no es recomendable su consumo inmediato y debe ser ensilado para uso posterior.

El valor nutritivo que posee este residuo permite sustentar ganancias de peso de 800-900 g/día en novillos de 250-300 kilos de peso vivo, siempre que se ofrezca en forma trozada y que no incluya la sección más dura de los tallos. En la etapa final de engorda puede incluirse en niveles de 60-80% y complementarse con una fuente energética. En vacas lecheras con producciones de 15-20 litros diarios, puede incluirse en niveles de 40-50% de la ración total. Es posible que con algunas variedades exista un cierto rechazo, por la presencia de sabores amargos. En cabras dedicadas a la producción de leche, este residuo no presenta ningún problema en el consumo y, dependiendo de la raza y de la etapa de la lactancia, puede constituir un 80% o más de la ración total.

1.6.3.6 Residuo de cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)

El cultivo de lechuga se realiza entre la IV y VIII Regiones, con una superficie que fluctúa entre 3.000 y 3.500 hectáreas (ODEPA, 1997). De éstas, el 26% está en la V Región, el 58% en la Región Metropolitana y el resto en las otras regiones. Las mediciones realizadas en diferentes cultivares (Cerdea *et al.*, 1994; Cerdeza *et al.*, 1995) indican cantidades de residuos que oscilan entre 500 y 600 kilos de MS/há, volumen que debe ponderarse por las veces que el cultivo se puede repetir en el año, que normalmente son tres. Esto daría un total teórico acumulado de 1.500 a 1.800 kilos de MS/há/año. Los volúmenes de residuo son muy fluctuantes ya que dependen del precio de la lechuga en los mercados. Estos residuos corresponden normalmente a lechugas pequeñas o de desecho o a hojas que se han eliminado de la planta, por tener daños. La recolección es dificultosa y por lo tanto es aconsejable el pastoreo directo por los animales (Figura 1.15).



Figura 1.15. Residuo del cultivo de lechuga

Las dos variedades predominantes en la zona central son la Milanese y la Costina o Conconina, también llamada "de verano". Estas variedades son muy diferentes en biomasa residual y en estructuras, así como también en valor nutritivo (Cuadro 1.25). La variedad Milanese presenta una baja cantidad de residuo, el que está compuesto principalmente por hojas (81%). En la variedad Costina, la cantidad de residuo que se genera es tres veces mayor que en la milanese, lo cual se debe a que esta variedad es más alta y con mayor número de hojas/planta, las que representan el 64% del total y los tallos el 36%. El valor nutritivo de los residuos del cultivo de la lechuga es elevado, especialmente en la variedad Milanese, que presenta mayores concentraciones de nutrientes y más alta digestibilidad que la variedad Costina (Cuadro 1.26). Existe una gran variación en los niveles de proteína entre las diferentes variedades, observándose contenidos de 22% de PB para la variedad Milanese, 12,9% en la Conconina y 10% en algunas variedades europeas (Escandon, 1983; Wernli, 1982; Bath, 1980). La fibra de este residuo, expresada como FDN, es baja y de una alta degradabilidad y digestibilidad (84 y 82%), lo cual asegura una elevada absorción de los nutrientes. El contenido de ceniza es alto al compararlo con otros residuos de cultivos hortícolas, concentrándose un mayor porcentaje en las hojas, especialmente en la variedad Conconina.

Cuadro 1.25

Composición y cantidad de residuo en el cultivo de dos variedades de lechuga

VARIEDAD	COMPONENTE	MV (TON/HÁ)	% DE MS	MS (TON/HÁ)
Milanese	Hojas	6,8	5,8	0,39
	Tallos	1,4	6,5	0,09
	Total	8,2	--	0,48
Costina	Hojas	3,1	28,8	0,89
	Tallos	2,8	17,9	0,51
	Total	5,9	--	1,40

Fuente: Manterola *et al.* (1993).

Cuadro 1.26
Valor nutritivo de los componentes del residuo del cultivo
de dos variedades de lechuga

VARIEDAD VARIABLE	MILANESA			CONCONINA		
	HOJAS	TALLOS	PROMEDIO PONDERADO	HOJAS	TALLOS	PROMEDIO PONDERADO
MO (%)	75,0	81,4	76,2	78,7	90,8	83,0
PB (%)	22,0	23,6	22,3	12,8	12,8	12,9
FDN (%)	35,0	32,3	34,4	31,8	32,7	32,1
FDA (%)	30,2	25,8	29,3	28,0	25,9	27,2
DMS (%)	84,1	87,1	84,6	81,9	81,8	81,8
DMO (%)	84,2	86,2	84,6	85,8	83,7	85,0
CELUL.(%)	17,2	17,1	17,2	12,4	17,2	14,3
HEMICEL.(%)	4,8	6,5	5,1	3,9	6,8	4,9
LIGNINA (%)	9,0	7,9	8,8	8,1	7,9	8,0
CENIZA (%)	3,9	0,8	3,3	7,5	0,8	5,1
EB (Mcal/kg)	3,5	3,7	3,6	3,3	4,1	3,6
ED (Mcal/kg)	3,0	3,2	3,0	2,7	3,3	2,9
EM (Mcal/kg)	2,4	2,6	2,5	2,2	2,7	2,4

Fuente: Manterola *et al.* (1993)

Este residuo es de gran aceptación por los animales, tanto monogástricos como rumiantes. La principal limitante es el alto contenido de agua en las hojas, lo que se puede disminuir con premarchitamiento. En la zona de Colina así como en la zona costera, los pequeños productores alimentan durante ciertos períodos a sus vacas, novillos y ovejas con lechugas de desecho, obteniendo buenos resultados en cuanto a producción de leche y ganancias de peso. El ensilaje de este residuo es una buena alternativa, siempre que se haga un premarchitamiento a fin de evitar la dilución de los ácidos orgánicos y la fermentación anormal por exceso de agua.

1.6.3.7 Residuo del cultivo de pepino de ensalada (*Cucumis sativus* L.)

Este cultivo se desarrolla en las Regiones IV, V y Región Metropolitana, alcanzando una superficie de alrededor de 1.000 hectáreas. La mayor parte se realiza al aire libre y sólo un pequeño porcentaje, bajo condiciones de invernadero. Las mediciones efectuadas en terreno (Manterola *et al.*, 1993) indican un gran potencial de producción de materia seca por há en el cultivo bajo invernadero, alcanzando cifras de 75 ton/há de MV, equivalentes a 15,8 ton/há de MS. En cambio, el cultivo al aire libre

produce alrededor de 3,0 ton/há de MS (Cuadro 1.27). Las hojas y tallos constituyen la mayor parte de este residuo (58-63%). Al igual que en otros cultivos bajo condiciones de invernadero, la producción de residuo (base materia seca) casi sextuplica la tradicional, tanto en hojas y tallos como en frutos, lo cual desde el punto de vista práctico permite una mayor eficiencia en la recolección (Figura 1.16).

Cuadro 1.27
Composición y producción de residuo en el cultivo de pepino de ensalada

TIPO CULTIVO	COMPONENTE	MV (TON /HÁ)	% MS	MS (TON /HÁ)
Invernadero	Hojas y tallos	12,4	72,2	8,9
	Frutos	62,9	10,8	6,8
	Total	75,3	--	15,8
Tradicional	Hojas y tallos	5,0	5,8	1,7
	Frutos	20,5	4,9	1,0
	Total	26,2	--	2,7

Fuente: Cerda *at al.* (1995).



Fig. 1.16 Residuo de pepino de ensalada bajo invernadero

El valor nutritivo se caracteriza por un contenido intermedio de PB, que fluctúa entre 10 y 12%; una digestibilidad elevada, especialmente en el residuo del cultivo de tipo tradicional (Cuadro 1.28). En ambos tipos de cultivo, se destaca el mayor contenido de PB en los frutos, sin embargo la mayor incidencia del follaje en la MS hace bajar este contenido a valores de 13 y 11% para ambas variedades. Otros autores (Silva, 1983; Escandon, 1987) han determinado contenidos de PB de 17%, lo cual puede atribuirse a variedades y niveles de fertilización nitrogenada. El contenido de fibra expresado como FDN es bajo, tanto en hojas como en frutos,

lo cual es un factor positivo ya que aumenta la fracción soluble, de alta digestibilidad. Se observa, sin embargo, que el contenido de lignina en la variedad de invernadero es 42% mayor que en el cultivo tradicional, lo cual disminuye la digestibilidad de la materia orgánica.

El aporte energético a nivel metabolizable es mediano a bajo, por lo que al incluirse en raciones para producción de carne o leche, debe complementarse con algún suplemento energético. La degradabilidad ruminal de la MS y de la PB es relativamente baja, lo cual asegura que un porcentaje importante de PB pueda pasar al estómago e intestino para ser utilizado directamente por el animal.

Cuadro 1.28
Composición y valor nutritivo del residuo de cultivo del pepino de ensalada

CULTIVO VARIABLE	INVERNADERO			AIRE LIBRE		
	FOLLAJE	FRUTOS	PROMEDIO PONDERADO	FOLLAJE	FRUTOS	PROMEDIO PONDERADO
MO (%)	75,0	88,5	80,8	63,7	87,0	72,0
PB (%)	10,7	15,5	12,7	8,6	16,3	11,5
FDN (%)	46,3	41,1	44,2	36,0	26,7	32,6
FDA (%)	38,8	38,7	38,7	36,4	24,1	31,8
DMS (%)	77,9	64,1	71,2	79,6	86,1	82,0
DMO (%)	76,1	65,4	71,5	79,8	86,2	82,1
CELUL. (%)	23,5	25,1	24,2	10,4	16,7	12,7
HEMICEL. (%)	7,5	2,7	5,5	0,4	2,7	1,25
LIGNINA (%)	12,0	13,5	12,7	10,4	5,4	8,5
CENIZA (%)	3,2	0,1	1,9	10,0	1,9	7,0
EB (Mcal/kg)	3,1	4,5	3,7	2,5	4,3	3,1
ED (Mcal/kg)	2,4	2,9	2,6	2,0	3,7	2,6
EM (Mcal/kg)	2,0	2,4	2,1	1,6	3,0	2,1

Fuente: Manterola *et al.* (1993).

El valor nutritivo que posee este residuo permite utilizarlo como único ingrediente en dietas para novillos de 300 kilos y con ganancias esperadas de 700 g/día. Para ganancias superiores debe aportarse una fuente energética, que puede ser melaza, coqueta o algún cereal. En la etapa final de engorda debe aumentarse la suplementación con fuentes energéticas, para suplir el déficit de energía metabolizable que posee este residuo. En vacas lecheras, dependiendo del nivel de producción, puede incluirse hasta 80% de la ración. En vacas sobre 20L/día no es recomendable incluirlo más allá del 50% de la ración, ya que no cubre los requerimientos de proteína y energía necesarios para

esos niveles de producción. En vacas con producciones de 15 a 20 L/día, puede incluirse en niveles de hasta 70% de la ración. En otras especies, como ovinos y caprinos, este residuo se puede utilizar sin restricción durante la mayor parte del ciclo productivo y en el caso de cabras en ordeña es recomendable, según el nivel de producción, suplementar con alguna fuente energética.

1.6.3.8 Residuo de cultivo de melón (*Cucurbita melo*)

En Chile se siembran alrededor de 5.100 hectáreas de este cultivo, entre las IV y VIII Regiones, siendo la Metropolitana y VI Regiones, las que concentran la mayor superficie de cultivo. El residuo está disponible después de la tercera recolección, ya que desde ese momento quedan melones de pequeño tamaño sin valor comercial. El residuo está compuesto por tallos, hojas y frutos, todos con gran contenido de agua, especialmente los frutos, y queda disponible a partir de febrero o marzo según sea la zona (Cuadro 1.29).

Cuadro 1.29
Composición y producción de residuo en el cultivo de dos variedades de melón

VARIEDAD	COMPONENTE	MV (TON /HÁ)	% DE MS	MS (TON /HÁ)
Cantaloupe	Hojas	7,00	16,9	1,18
	Tallos	3,39	10,8	0,37
	Frutos	11,16	7,7	0,86
	Total	21,55	--	2,41
Tuna	Hojas	6,17	16,0	1,03
	Tallos	2,28	11,9	0,27
	Frutos	5,29	7,1	0,38
	Total	13,74	--	1,68

Fuente: Cerda *et al.* (1995).

Las variedades Cantaloupe y Tuna son las más comunes en los cultivares de las zonas indicadas y por sus volúmenes pueden constituir una buena alternativa para los medianos y pequeños propietarios, que son los que siembran este tipo de cultivo y que además tienen pequeñas ganaderías ya sea bovinas u ovinas. La variedad Cantaloupe produce más residuo, especialmente frutos, comparada con la variedad Tuna. El valor nutritivo del residuo del melón va a estar muy determinado por el porcentaje de frutos residuales, ya que en ellos se concentra una parte importante de la proteína y de los azúcares solubles (Cuadro 1.30).

Cuadro 1.30
Valor nutritivo del residuo de cultivo de dos variedades de melón

CULTIVO	VARIEDAD CANTALOUPE			VARIEDAD TUNA		
	HOJAS	TALLOS	FRUTOS	HOJAS	TALLOS	FRUTOS
MO (%)	62,7	79,6	88,6	70,7	86,9	86,9
PB (%)	15,3	11,3	16,3	13,7	7,7	16,0
FDN (%)	27,7	45,0	37,4	29,0	49,7	80,8
FDA (%)	24,7	38,2	34,3	23,8	36,2	32,5
DMS (%)	84,4	79,7	68,5	83,0	74,1	68,1
DMO (%)	80,3	77,8	69,4	79,8	75,4	69,0
CELUL.(%)	11,9	29,2	21,7	11,5	24,8	21,8
HEMICEL. (%)	2,9	6,2	3,1	5,2	13,4	48,3
LIGNINA (%)	8,8	9,2	12,3	9,4	11,2	9,8
CENIZA (%)	4,0	0,5	0,3	2,9	0,2	0,9
EB (Mcal/kg)	2,9	3,4	4,6	3,0	4,0	4,9
ED (Mcal/kg)	2,5	2,7	3,1	2,5	3,0	3,3
EM (Mcal/kg)	2,0	2,2	2,6	2,1	2,5	2,7

Fuente: Manterola *at al.* (1993).

Este residuo presenta buen valor nutritivo, dado por un porcentaje intermedio de PB, una alta digestibilidad y un adecuado aporte de EM (Cuadro 1.30). En general, los mayores aportes corresponden a los frutos y las hojas, lo cual hace que el valor nutritivo tenga un cierto grado de dependencia del porcentaje de frutos que se dejan sin cosechar. Un cálculo teórico permite estimar que la MS generada por una há de residuo de este cultivo podría mantener 1 Unidad Animal (UA), por 100 a 150 días. A nivel productivo, los nutrientes de este residuo generados en 1 hectárea permitirían sustentar 3 ó 4 novillos de 250 kilos de peso vivo, con ganancias diarias de 0,8 kg/día por 120 ó 90 días, respectivamente.



Figura 1.17. Residuo del cultivo de melón var. Cantaloupe

Las características nutritivas de este residuo permiten recomendarlo para ser usado en novillos durante la etapa tanto de crianza como de engorda. Por ser recomendable el pastoreo directo del residuo, el aporte de otras fuentes alimenticias sólo se justificará en la medida que la disponibilidad del residuo sea mínima o esté muy afectada por los factores ambientales o por el pisoteo y deyecciones animales.

El ensilaje de este residuo es de mala calidad, debido al alto contenido de agua del residuo (Cuadro 1.33), lo cual hace que el pH no baje y se produzca una gran actividad de la flora proteolítica, acética y butírica, impidiendo el establecimiento de la flora láctica. Como resultado se produce un ensilaje de mal olor y de baja palatabilidad para los animales. Por ello, es más recomendable utilizar el residuo con pastoreo directo, inmediatamente después de la última recolección, aún cuando esto signifique un incremento en las pérdidas por pisoteo, deyecciones y fermentaciones.

1.6.3.9 Residuo de cultivo de poroto verde (*Phaseolus vulgaris*)

El cultivo del poroto verde se realiza entre las Regiones IV y VIII, concentrándose la mayor parte entre las Regiones Metropolitana, VI y VII, con una superficie total promedio de 4.900 hectáreas. Las mediciones realizadas en terreno indican que la biomasa residual potencialmente aprovechable alcanza a 14 ton de MV/há (Manterola *et al.*, 1993), la cual en promedio presenta un 25,7% de MS, por lo tanto la producción residual expresada en MS será de 3,6 ton/há. Esto significa que en la superficie destinada a este cultivo se produce un total de 17.600 ton de MS/cultivo, lo que permite teóricamente mantener 3.200 U.A (bovinos de 500 kilos) por un año.

El valor nutritivo de este residuo es superior al de la paja de porotos, ya que es cosechado en un estado vegetativo verde, con los frutos en formación (Cuadro 1.31). Se caracteriza por presentar un buen nivel de proteína bruta, especialmente en los granos y vainas, que permite cubrir los requerimientos de crecimiento tanto en novillos como en vacas en gestación o en vacas de lechería, con producciones de leche inferiores a 15 litros. Contiene un bajo porcentaje de fibra y una alta digestibilidad, lo cual lo sitúa como una excelente alternativa para alimentación de rumiantes.

Cuadro 1.31
Composición nutritiva del residuo de cultivo de poroto verde

COMPONENTE	MS	MO	PB	FDN (%)	DMS	EE	CEN	EB	ED (Mcal/Kg)	EM
Parte aérea	33,0	94,0	14,0	34,0	70,0	2,0	6,0	3,6	2,55	2,15
Grano+vaina	10,0	96,0	24,0	--	--	3,0	8,0	3,8	3,1	2,6

Fuente: Manterola *et al.* (1993).

El silo que se obtiene de este residuo es de excelente calidad si se lo compara con un ensilaje de maíz. Esto se debe al bajo porcentaje de agua que posee y a los niveles intermedios de PB, que aseguran una fermentación de tipo láctico permitiendo la obtención de un ensilaje de buena calidad. Asimismo, los niveles de proteína y de carbohidratos solubles son los adecuados para producir una fermentación de tipo láctico y una baja concentración de NH_3 y de ácido butírico (Cuadro 1.33) (Manterola *et al.*, 1993).



Fig. 1.18. Residuo de poroto verde ensilado

El residuo del cultivo de poroto verde ya sea como *soiling* o ensilaje, puede ser utilizado tanto en bovinos como en rumiantes menores. En bovinos de carne, en la etapa de crianza, puede incluirse en niveles de 70 a 80% de la ración, siendo conveniente agregar cama de broiler para aumentar el tenor proteico y alguna fuente energética como melaza o afrechillo para mejorar el aporte de energía metabolizable y aumentar el consumo. En estas condiciones se pueden obtener ganancias de 700-800 g/día. Para mayores ganancias, debe disminuirse la inclusión de este residuo a niveles de 50-60%. En la etapa final de engorda, sobre 300 kilos, este residuo puede incluirse en niveles de 50-70% y debe suplementarse con algún grano que permita una adecuada terminación del novillo. En vacas de lechería con niveles de producción entre 12 y 18 L/día, este residuo puede constituir entre 50 y 70% de la dieta; sin embargo en vacas con mayores niveles de producción no debe superar el 30-40% de la dieta.

1.6.3.10 Residuo de cultivo de haba (*Vicia faba*)

El cultivo de habas se desarrolla entre la IV y IX Regiones, concentrándose la mayor parte entre las Regiones V, Metropolitana y VI Región, con una superficie total de 2.500 hectáreas. La biomasa residual que queda en el cultivar después de la cosecha fluctúa

entre 52 y 53 ton/há de MV, lo que expresado en materia seca significa 11 a 12 ton/há. Las variedades de invierno producen mayor cantidad de residuo que las de primavera, ya que alcanzan más altura. Este residuo se compone de hojas, tallos y vainas no cosechadas que contienen frutos en distintas etapas de desarrollo.

El valor nutritivo se caracteriza por un alto contenido de proteína bruta, una alta digestibilidad y un nivel de fibra intermedio (Cuadro 1.32), lo que lo hace muy similar a un heno de alfalfa. Estas características permiten utilizarlo tanto en vacunos de carne, como en vacas de lechería, ya sea en forma directa o ensilado.

Cuadro 1.32
Valor nutritivo de los componentes del residuo de cultivo de haba

CARACTERÍSTICA	PLANTA COMPLETA	GRANOS
Materia seca (%)	22,3	25,5
Materia orgánica (%)	89,7	94,5
Cenizas (%)	10,3	5,5
Proteína bruta (%)	18,8	44,7
FDN (%)	39,1	--
DMS (%)	67,8	--

Fuente: Manterola y Cerda (1990).

El ensilado de este residuo no presenta problemas, a pesar de los altos niveles de proteína bruta, que fluctúan entre 18 y 20%. Durante el proceso ensilativo el pH baja rápidamente a 3,5, ideal para el desarrollo de la flora láctica y al término del proceso, las concentraciones de ácido láctico, acético y butírico son similares a las de un ensilaje de vicia-avena (Cuadro 1.33). Tanto el color como el olor de ensilajes de este residuo son característicos de un silo de buena calidad (Cerda *et al.*, 1995).

El residuo del cultivo de haba es uno de los de mayor potencial para ser utilizado en alimentación de rumiantes, tanto por sus características nutritivas como por la aceptabilidad por parte de la mayoría de los animales. Se puede utilizar en talajeo directo del cultivar, una vez cosechadas las vainas, o bien como *soiling* o ensilado para uso posterior. Los únicos problemas que puede presentar el uso de este residuo derivan del alto contenido de tanino que poseen muchas de las variedades, reduciendo la actividad bacteriana del rumen.

En bovinos de carne, se puede usar en todas las categorías de animales, aunque es recomendable no incluirlo en las dietas de terneros hasta el destete, por la presencia de taninos que pueden afectar el crecimiento. En novillos durante la etapa de crianza, puede constituir hasta el 70-80% de la ración e incluso el 100% si están pastoreando un cultivar con residuo en buenas condiciones. En novillos en la etapa de engorda, conviene incluirlo en

un 50-60% de la ración, aportando el resto a través de praderas sembradas, de ensilaje de maíz o de algún grano o subproducto de molinería que aumente la energía metabolizable de la ración.

En vacas de lechería se puede utilizar en animales con niveles de producción entre 25-28 L/d, constituyendo el 50-60% de la ración. Para niveles de producción entre 18 y 25 L/d, es recomendable incluirlo en un 60-70% y con niveles inferiores a 18 L/d, puede constituir el 80-90% de la ración. Es preferible la recolección del residuo y su uso como *soiling* o como ensilaje, ya que el pastoreo directo produce grandes pérdidas de forraje por pisoteo y por contaminación con deyecciones. Además, al secarse la planta, se endurece y reduce substancialmente el consumo.

En rumiantes menores (ovinos y caprinos), este residuo puede utilizarse en hembras en los diferentes estados fisiológicos, aunque la eficiencia de uso será menor que con rumiantes mayores, dado que estos animales no consumen las partes más gruesas y duras de los tallos. En estas especies es aún más recomendable el *soiling* o el ensilaje, previo picado de las plantas. En corderos debe usarse cuando estos animales superen los 20 kilos de peso vivo y en ningún caso sobrepasar el 60% de la ración, debido a la presencia de tanino.

1.6.4 RECOMENDACIONES GENERALES

La mayoría de los residuos de cultivos hortícolas constituyen excelentes alternativas alimenticias para ser utilizadas en dietas de rumiantes. El valor nutritivo que poseen en general es alto y comparable a cualquier forraje de buena calidad. Sin embargo, juega en su contra el alto contenido de agua, que disminuye el consumo, encarece el transporte y dificulta el almacenamiento. El uso directo es recomendable sólo cuando el residuo es difícil de recolectar o cuando fermenta rápidamente o da origen a ensilajes de mala calidad. El mejor uso se logra con recolección y picado de éste, de modo de disminuir la selección por parte del animal. Pese a ello, la recolección es difícil especialmente en aquellos residuos de cultivos bajos y poco densos. El *soiling* se justifica cuando el residuo no posee características que den origen a un ensilaje de buena calidad.

Ciertos residuos como los de tomate y habas, deben ser utilizados en estado verde, ya que al secarse, los tallos se endurecen y no son consumidos por el ganado. Además, el residuo de algunos cultivares presenta compuestos tóxicos, ya sea alcaloides o tanino, que pueden afectar el consumo y la funcionalidad ruminal.

Cuadro 1.33
Potencial de ensilaje de residuos de distintos cultivos hortícolas

CULTIVOS	CARACTERÍSTICAS								
	MS %	CEN. %	PB %	CARBOHID. SOLUBLES %	PH	NH ₃ %	A. LACT G/KG	A. ACET G/KG	A. BUT G/KG
APIO									
Material fresco	9,9	23,1	17,9	37,0	5,8	--	--	--	--
30 días ensilado	10,0	26,0	16,1	27,5	3,9	7,9	69,3	3,8	0,18
MELÓN									
Material fresco	15,0	28,8	10,2	31,1	7,5	--	--	--	--
30 días ensilado	14,1	26,0	9,1	20,6	6,5	12,9	3,5	30,0	20,9
POROTO VERDE									
Material fresco	22,7	18,3	14,5	35,5	6,6	--	--	--	--
30 días ensilado	21,0	15,6	14,2	27,3	4,2	8,4	52,2	5,9	0,45
HABA									
Material fresco	22,3	10,3	18,8	29,1	5,3	--	--	--	--
30 días ensilado	21,7	9,7	19,1	22,9	3,5	6,9	53,5	5,1	0,9

Fuente: Cerda *et al.* (1995).

En general, no es rentable transportar estos residuos a más de 20-30 kilómetros de su fuente de origen y de hacerlo, es conveniente un premarchitamiento para disminuir el porcentaje de agua. El alto contenido de agua hace recomendable retirarlo periódicamente de los comederos ya que tiende a fermentar rápidamente y provocar problemas de hongos y fermentaciones bacteriales que pueden causar toxicidad a los animales.

Su inclusión en los sistemas de alimentación de las distintas especies de rumiantes va a depender del tipo y nivel de producción, de los otros recursos forrajeros de que se disponga y del período del año. En bovinos de carne, su uso más eficiente es durante el período de crianza/engorda, cuando los machos han alcanzado pesos de 250 kilos y son incorporados a sistemas de *feed lot* o se les suministra forraje suplementario a la pradera. Al empezar la fase de engorda, es recomendable disminuir el porcentaje de inclusión de estos residuos, ya que comúnmente son algo bajos en energía metabolizable, por el alto contenido de cenizas que presentan.

En bovinos de leche, su uso debe restringirse a vacas con niveles de producción entre 15 y 25 L/día, ya que con producciones mayores el contenido de agua y de cenizas provocaría déficit en el aporte de energía para esos niveles de producción.

Algunos residuos como el de las crucíferas (repollo, coliflor, brócoli) pueden traspasar ciertos olores a la leche, por lo que en estos casos debe restringirse su uso o no utilizarse en estos animales.

En ovinos y caprinos, su uso principal está orientado a hembras durante los períodos de último tercio de gestación y primer mes de lactancia, ya que en ese momento la pradera recién está iniciando su crecimiento, por lo que no cubre los requerimientos de estas etapas del ciclo productivo. En corderos y cabritos se recomienda usarlo cuando los animales hayan superado los 18 y 7 kilos respectivamente y en niveles que dependerán del tipo de residuo que se esté usando.

1.7 RESIDUOS DEL CULTIVO DE LA REMOLACHA

Del cultivo de la remolacha, queda un residuo compuesto por las hojas y coronas, las cuales se separan mecánicamente de la raíz durante la cosecha de ésta. Los volúmenes de este residuo son cuantiosos y cada há de remolacha puede dar entre 12 y 30 toneladas de residuo, cuya materia seca fluctúa entre 13 y 22%. En general, por cada tonelada de remolacha cosechada, se produce entre 60 y 90% de residuo, dependiendo esta cantidad, de la variedad, densidad de cultivo, fertilización, etc. Considerando que en la temporada 96-97 se sembraron 50.100 hectáreas de este cultivo, se habría generado entre 80.000 -200.000 toneladas de residuo. Este tiene gran importancia como recurso forrajero ya que posee un elevado valor nutritivo y es altamente palatable. Por la época de cosecha, que es a fines de otoño, su disponibilidad coincide con el período más crítico de las praderas, por lo que es frecuentemente utilizado como alimento principal, tanto en bovinos de carne como de leche.

1.7.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO

Por su contenido de nutrientes, este residuo se puede considerar como un alimento relativamente bien balanceado, presentando además un bajo contenido de fibra. Sin embargo tiene un alto contenido de cenizas, que deriva de la contaminación con tierra. Esto afecta negativamente el contenido de energía metabolizable (Cuadro 1.34).

Cuadro 1.34
Composición nutritiva del residuo de cultivo de remolacha

COMPONENTE	MS	MO	PB	FC	TND	EE	CEN	ED	EM
	(%)				MCAL/KG				
Valor mínimo	15	82	12,5	10	74	1,31	10,3	2,4	2,2
Valor máximo	20	78	13,7	14	77	4,0	22,8	3,26	2,7

Fuente: IANSA (1988); Klee (1992).

Además presenta un elevado nivel de ácido oxálico, el cual fluctúa entre 4 y 6% de la materia seca. Este ácido se combina con el calcio, formando oxalato de calcio, insoluble, por lo que el calcio no puede ser absorbido en el intestino (IANSA,1988).

El valor nutritivo de este residuo se caracteriza por un contenido intermedio de proteína (12-14%), que se concentra en las hojas y tallos; la energía es alta debido a la cantidad de azúcares presentes (10-12%) y la fibra es baja (10-14%). La digestibilidad de este residuo es muy alta, alcanzando valores de 75%, por lo cual es muy bien aprovechado por los rumiantes en los distintos procesos productivos. Si se compara con el ensilaje de maíz, 1 kilo de este ensilaje equivale a 1,75 kilos de ensilaje de hojas y coronas. Comparado con el heno de alfalfa, 1 kilo de heno equivale a 3,5 kilos de este residuo. En cuanto al contenido mineral, este residuo presenta niveles medianos a altos de Ca (0,6 -0,8%) y bajos en P (0,2-0,3%). El contenido de tierra por contaminación es un factor importante a considerar al usar este residuo y puede variar entre 10 y 30% de la materia seca (Anrique,1981) según las condiciones climáticas y el manejo de cosecha y post cosecha.

1.7.2 MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LAS HOJAS Y CORONAS

Para un adecuado manejo y uso de este residuo se debe evitar, en lo posible, que se contamine con tierra o barro del potrero, ya que ello disminuye el valor nutritivo y provoca trastornos digestivos a los animales. Por otra parte, una vez cosechada la remolacha, el residuo no debe permanecer mucho tiempo esparcido en el potrero ya que se producen pérdidas importantes de nutrientes, especialmente proteínas y vitaminas (IANSA,1988). Las hojas y coronas de la remolacha se pueden suministrar ya sea por pastoreo directo con animales o en comederos que se ubican en los corrales o en potreros.

El primer caso, si bien es la forma más económica, también es la que produce mayor pérdida de residuo, especialmente cuando hay lluvias. Se calcula que puede perderse hasta el 50% del residuo cuando se pastorea bajo malas condiciones climáticas y sin un plan de uso determinado. Bajo pastoreo directo, es conveniente utilizar cerco eléctrico, a fin de evitar el pisoteo que realiza el animal al ingresar a los potreros, recomendándose amontonarlo en hileras, a fin de disminuir la contaminación con tierra. Al ofrecerlo en comederos, se incrementa el costo del transporte y mano de obra, pero se utiliza la mayor parte del residuo. De ahí que conviene que los corrales o el potrero donde se ubiquen los comederos no estén muy lejos del lugar de recolección, ya que por el alto contenido de humedad, el costo de carga y transporte por unidad de nutriente se elevará.

La conservación de este residuo debe hacerse por medio de ensilaje, proceso que se desarrolla en forma muy satisfactoria. Para obtener un buen ensilaje, es conveniente que el material a ensilar no esté contaminado con tierra, ya que dificultará el proceso de fermentación. Además, debe dejarse al menos uno o dos días el residuo, para que baje el porcentaje de humedad, se reduzcan al mínimo las pérdidas por lixiviación y se atenúe

el efecto del ácido oxálico. Es recomendable picar las hojas y coronas, a fin de lograr una mejor compactación y además evitar problemas de atragantamiento. El alto contenido de carbohidratos solubles, aportados por las coronas, asegura una adecuada fermentación láctica, ya que el pH bajará rápidamente a niveles de 4,5 o menores.

1.7.3 USO EN ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

Este residuo se puede utilizar en las dietas de todos los animales rumiantes ya sea como única fuente de nutrientes o formando parte de una mezcla. Como posee un marcado efecto laxante además del contenido de ácido oxálico, no conviene dar cantidades muy altas y es más recomendable incluirlo en combinación con otros ingredientes. El efecto de este ácido se puede neutralizar incluyendo una mezcla mineral compuesta por harina de huesos y sal común. Los mejores resultados se obtienen cuando las hojas y coronas se dan en conjunto con heno de leguminosas y/o concentrados como granos o coseta. Debido a que la disponibilidad de este residuo ocurre entre abril y agosto según la zona, su uso principal está orientado a raciones de invierno de vacunos de carne y leche.

1.7.3.1 Uso en bovinos de carne

Las experiencias realizadas en distintos centros de investigación, indican que al usar este residuo como única fuente de alimentos y por períodos largos, se presentan una serie de alteraciones en los animales, dentro de las cuales están *atoramiento*, *meteorismo*, *acidosis ruminal*, *rumenitis*, *diarreas*, *cálculos renales* y *deshidrataciones* agudas, en muchos casos no recuperables.

En terneros recién destetados y hasta los 250 kilos, no es recomendable incluirlo en niveles sobre 30% y por períodos largos, por los problemas mencionados. Las respuestas que se obtienen al utilizarlo como única fuente de alimentos, fluctúan entre 0,2 y 0,3 kg/día de incremento de peso. Sin embargo, al incluirlo como parte de una dieta balanceada, en la que se incluyan además henos, concentrados proteicos y energéticos, se logran ganancias del orden de 0,6 a 0,9 Kg/día (Cuadro 1.35).

En este tipo de animales es muy importante adicionar fuentes minerales reforzadas en calcio y fósforo. En novillos en crianza/engorda, los niveles de inclusión pueden llegar a 50-60% de la dieta, con las precauciones debidas. Cualquiera sea la dieta a usar, es conveniente ofrecerla en dos raciones diarias y retirar los rechazos todos los días, ya que es muy susceptible a ataques de hongos y fermentaciones. Además se recomienda evitar una excesiva deshidratación, ya que aumentan las concentraciones de ácido oxálico y se produce un incremento de incidencias de *atoramiento*.

Cuadro 1.35

Alternativas de raciones para novillos, incluyendo hojas y coronas de remolacha
(Novillos de 300 kg y ganancias de peso entre 0,8 y 1,2 kg/día)

ALIMENTOS	DIETA 1	DIETA 2	DIETA 3	DIETA 4
Kg /día de alimento en estado natural				
Hojas y coronas	15	20	35	40
Heno de leguminosa	4	--	--	2
Coseta	3	4	--	1,5
Afrecho de raps	--	1	1	0,5
Afrecho de trigo	--	--	--	--
Ensilaje de maíz	--	--	--	--
Cama de broiler	1	2	2	1,5
Paja de cereales	2	1,5	1	--
Melazán	--	--	5	3
Mezcla mineral + Ca y P	0,2	0,2	0,2	0,2
APORTE DE NUTRIENTES				
PB (% base MS)	12,66	14,24	15,8	15,2
EM (Mcal/kg de MS)	2,3	2,5	2,5	2,5
Consumo (kg/an/día)	11,9	11,3	13,9	14,6

1.7.3.2 Uso en bovinos de leche

En vaquillas de lechería, los niveles de inclusión son similares a los recomendados para novillos en crecimiento y el nivel a usar dependerá de la tasa de crecimiento que se desee en las vaquillas. En vacas en lactancia, el porcentaje de inclusión dependerá del nivel de producción de la vaca. Se recomienda disminuirlo a medida que se incrementa la producción diaria, ya que a niveles altos se requiere un mayor aporte de proteína y energía y además hay un gran gasto de calcio y fósforo, por lo que la interacción con el ácido oxálico puede afectar al animal.

Este residuo tiene la ventaja que se degrada rápido en el rumen, por lo que su inclusión tiende a aumentar el consumo, lo cual puede derivar en ahorro de concentrado. Además se ha observado un cierto efecto lactogénico, por lo que habría un doble efecto sobre la producción de leche. Es recomendable no superar el 50% del consumo total en vacas con menos de 20 L/día y el 35% en vacas sobre 25 L/día (Cuadro 1.36).

Cuadro 1.36
Raciones propuestas para bovinos de leche incluyendo
hojas y coronas de remolacha

NIVEL DE PRODUCCIÓN	12 - 15 L	17 - 20 L	20 - 25 L	25- 30 L
ALIMENTOS	Kg/día de alimento en estado natural			
Hojas y coronas	30	25	20	10
Heno de leguminosa	1	4	2	3
Coseta	1	--	--	2
Afrecho de raps	1,5	--	--	2
Afrecho de trigo	--	--	--	2
Ensilaje de pradera	15,0	25	35	--
Ensilaje de maíz	--	--	--	20
Cama de broiler	--	--	--	1,5
Paja de cereales	--	--	--	--
Melazán	3	4	4	5
Mezcla mineral + Ca y P	0,15	0,2	0,2	0,2
APORTE DE NUTRIENTES				
PB (% base MS)	15,71	16,41	18,13	18,8
EM (Mcal/kg de MS)	2,50	2,5	2,6	2,7
Consumo (kg/an/día)	14,18	16,8	18,1	20,5

El principal problema en utilizar este residuo en vacas de alta producción, es la alta variabilidad en materia seca que presenta, lo cual tiene efecto directo sobre el consumo total de nutrientes.

1.8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alibes, X. 1978. Algunos aspectos para la utilización del cañote de maíz como fuente de energía para rumiantes. En: Gómez Cabrera , A. y García de Siles, J. L., eds. Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal. ETSIA. Córdoba, España, 338p. pp.129-153.

Alibes, X. et Tisseran, J.L. 1981. Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne. Institut Agronomique Méditerranéen de Zaragoza, Espagne.

Andersen, P. E. und Just, A. 1983. Tabeller over foderstoffers sammensætning m.m. Kvaeg. Svin. Det Kgl. danske Landhusholdningsselskab, Copenhagen.

- Andrieu, J., Beranger, C., Demarquilly, C., et al.** 1976. Alimentation des ruminants en période de pénurie fourragère. Bull. Tech. CRZV.Theix., INRA. 25, 65-89.
- Anrique, R.** 1992. Caracterización nutricional y uso de algunos subproductos para alimentación de rumiantes. En: Latrille, L. y Balocchi, O., eds. Producción animal. Valdivia, Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile.
- Bath, D.** 1981. Feed by-products and their utilization by ruminants. In: Hubert, T.J. Upgrading residues and by-products for animals. CRS Press. 125 págs. pp. 2-16.
- Bath, D., Dumber, J., King, J., Berry S. and Olbrich, S.** 1995. Byproducts and unusual feeds. Feedstuffs. Reference Issue. July 19, 1995. Vol. 67, N° 3.
- Beranger, C.** 1974. Intensification de l'utilisation du pâturage par les troupeaux allaitants et possibilité d'extension de ces troupeaux en zone de culture. Journées Theix (INRA-ITEB), pp. 346-361.
- Bolsen, K., Grimes, Ch. and Riley, J. G.** 1977. Milo stover in rations for growing heifers and lambs. J. of Anim. Sci. 45(2): 377-384.
- Boza, J. y Ferrando, G.** 1988. Situación actual en el estudio y aprovechamiento de los subproductos en España. En: Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal 3.
- Cerda, D., Manterola, H., Sirhan, L. e Illanes, R.** 1987. Validación y estudios comparativos de métodos estimadores de la digestibilidad aparente de alimentos para rumiantes. IV. Av. Prod. Anim. 12 (1-2): 87-97.
- Cerda, D., Manterola, H., Mira, J., Sirhan, L. y Vallejo, O.** 1994. Estudio del uso de residuos agroindustriales en alimentación animal. VIII. Estudio del potencial de ensilaje de residuos de cinco especies hortícolas. Av. Prod. Anim. 19 (1-2): 105-114.
- Cerda, D., Manterola, H., Sirhan, L. y Escobar, J. P.** 1995. Estudio del uso de residuos agroindustriales en alimentación animal. X. Estudio de la disponibilidad y valor nutritivo de cinco cultivos hortícolas en la zona central de Chile. Av. Prod. Anim. 20 (1-2): 191-210.
- Colenbrander, V. F., Müller, L. D., Wasson, J. A. and Cunningham, M. D.** 1971. Polyphosphate to corn stover silage on animal performance. J. Anim.Sci. 33(5): 1091-1096.
- Demarquilly, C. et Petit, M.** 1976. Utilisation des pailles et autres sous-produits cellulósiques des grandes cultures dans les systèmes de production animale intensifs. Comparaison avec les systèmes classiques. Consultation technique. FAO. Rome. 76p.
- Demarquilly, C.** 1981. Recent changes in silage production. INRA. Laboratoire des Aliments. Theix, France. 10p.
- Dias-Da-Silva, A. and Sundstol, F.** 1986. Urea as a source of ammonia for improving the nutritive value of wheat straw. Anim. Feed Sci. Technol. 14:67-79.

Dulphy, J.P. and Gómez-Cabrera, A. 1977. Utilisation des pailles traitées à la soude par les bovins. Bull. Techn. CRZV. Theix 30, 23-34.

Escandon, V. 1983. Utilización de subproductos agrícolas e industriales en la nutrición de animales herbívoros. Diferencias interespecíficas observadas. Tesis doctoral. Universidad de Granada.

Ferreira, J., García, R., Queiros, A., Silva, D., Reis, R. 1990. Rev. Soc. Bras. Zoot., 19 (1):39-43.

Flachowsky, G., Hennig, A., Ochrimenko, W. I., Lohnert, H. J., Richter, G. and Leon Hardt, J. 1985. Digestibility and fattening results of treated wheat straw. Agricultural Waste Utilization and Management. Proc. 5 Int. Symp. Agric. Wastes, Chicago A.S.A. E. Publication. pp. 13-85.

González Santillana, R. 1978. Valor nutritivo de la paja de cereal y su mejora mediante tratamiento con álcali. En: Gómez-Cabrera, A. y García de Siles, L., eds. Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal. ETSIA. Córdoba, España, 338p. pp. 165-215.

Greenhalgh, J., Pirie, R. and Reid, G. 1976. Alkali treated barley straw incomplet diets for lamb and dairy cows. Anim. Prod. 29, 159 (Abstr.).

Greenhalgh, J. 1978. Feeding value improvement of by-products: chemical treatment. En: Gómez-Cabrera, A. y García de Siles, J. L., eds. Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal. ETSIA. Córdoba España, 338p. pp. 274-289.

Homb, T. 1984. Wet treatment with sodium hydroxide. In: Sundstol, F. and Owen, E., eds. Straws and other fibrous by-products as feed. Elsevier, Amsterdam. pp. 106-126.

IANSA. 1988. Manual de utilización de subproductos de remolacha en alimentación de ganado. 50p.

Illesca, M. T. 1980. Uso de urea o afrecho de raps como suplementación a novillos alimentados con paja de trigo. Tesis de Licenciado en Agronomía. Facultad de Agronomía. Departamento de Ganadería y Producción Pratense. Universidad de Chile. 53p.

INIA. 1982. Tabla auxiliar química proximal de alimentos. 40p.

Jahn, E., Klee, G. y Bonilla, S. 1980. Coseta húmeda de remolacha azucarera en la alimentación de vacas en lactancia. Agric. Tec. 40 (3): 95-99.

Kjos, N. P., Sundstol, F. and McBurney, M. I. 1987. The nutritive value of weather-damage and good-quality straw of barley, wheat and oat, untreated and treated with ammonia or sodium hydroxide. J. Anim. Physiol. Anim. Nutrit. 57: 1-15.

Klee, G. 1983. Invest. y Prog. Agrop. La paja de trigo como componente importante de la ración para novillos. INIA. N° 18:2-8.

- Klee, G. y Vidal, R.** 1986. Efectos del tratamiento con amoníaco anhidro de la paja de trigo, en los aumentos de peso y consumo de novillos holandeses. *Agric. Tec.* 46 (1):3-8.
- Klee, G.** 1992. Valor nutritivo y uso de subproductos agroindustriales y forrajes toscos en la alimentación de bovinos. *Anais do Simposio utilizacao de subprodutos agroindustriais e residuos de colheita na alimentacao de ruminantes.* EMBRAPA. Sao Carlo, Brasil. pp. 261-296.
- Kossila, V.**1984. Location and potential feed used. In: Sundstol, F. and Owen, E., eds. *Straw and other fibrous by-products as feed.* Elsevier, Amsterdam. pp. 4-24.
- Manterola, H., Olivares, O y Bórquez, F.** 1979. Efecto de la suplementación con nitrógeno no proteico y la presencia de arbustos sobre la utilización de la pradera natural mediterránea. *Av. Prod. Anim.* 4(2): 129-134.
- Manterola, H.** 1984. Alternativas y valor nutritivo de algunos recursos alimenticios destinados a producción animal. Informe provisional N° 16. Fundación Internacional para la Ciencia. Santo Domingo, República Dominicana. pp. 43-72.
- Manterola, H. y Cerda, D.** 1990. Proyecto Valoración nutritiva, conservación y aprovechamiento de residuos derivados de la producción e industria hortícola en alimentación animal. (Informe N° 1 presentado a FIA). 29p.
- Manterola, H., Porte, E. y Cerda, D.** 1991. Efecto del consumo de nitrógeno y carbohidratos (aportados en forma de bloques) sobre el comportamiento productivo de novillos en distintas condiciones de alimentación. *Av. Prod. Anim.* 16(1-2): 157-163.
- Manterola, H., Cerda, D., Porte, E., Sirhan, L. y Mira, J.** 1993. Proyecto Valoración nutritiva, conservación y aprovechamiento de la producción e industria hortícola en alimentación animal. (Informe Final presentado a FIA). 159p.
- Müller, C. D., Colen Brander, V. F., Noller, C. and Laneg, C. T.** 1967. Feeding value and fermentation characteristics of corn stalk silage. *J. Anim. Sci.* 26 (6), 1491 (Abstr.).
- ODEPA.** 1997. Estadísticas agropecuarias.
- Pirie, R., and Greenhalgh, J.** 1978. Alkali treatment of straw for ruminats. 1. Utilization of complete diets containig straw by beef cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 3: 148-154.
- Robb, J.** 1978. Nutritionally improved straw. En: *Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal.* Gómez-Cabrera, A. y García de Siles, L., eds. ETSIA. Córdoba. 338p. pp. 290-303.
- Siebold, E., Goic, L. and Matzner, M.** 1989. Utilización de paja de cereales en bovinos; una alternativa para evitar la quema. *Invest. y Prod. Agropec.* INIA N° 10:37-38.

Silva Colomer, J. 1987. Evaluación de recursos alimenticios de la zona árida del ámbito del proyecto LUCDEME en ganado caprino. Tesis doctoral ETSIA. Córdoba.

Sundstol, F., Coxworth, E. and Mowat, D. N. 1978. Improving the nutritive value of straw and other low quality roughages by treatment with ammonia. *World Anim. Rev.* 26:13-21.

Sundstol, F. 1981. Methods for treatments of low quality roughages. In: J.A. Kateqile, A. N. Said and Sundstol, F., eds. *Porc. Workshop "Utilization low quality roughages in Africa"*. Arusha, Tanzania, 18-22 January 1981. Agric. University Norway, Agric. Development Report N° 1, pp. 61-80.

Tinker, P.B. 1987. Agriculture. Straw as an energy source. Comission of the European Communities. Luzembourg. 84p.

Vallejo, O. 1993. Potencial de ensilaje en residuos de cosecha de cinco especies hortícolas. Memoria de título. Escuela de Agronomía. Fac. de Cs. Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 109p.

Waiman, F.W., Dewey, P. J. S. and Brewer, A. C. 1984. Feedingstuffs evaluation units. Fourth report, 1984. Rowett Research Institute, Dep. Agriculture and Fisheries, Scotland.

Walker, H. G. 1984. Physical treatments. In: Sundstol, F. and Owen, E., eds. *Straws and other fibrous by-products as feed*. Elsevier, Amsterdam. pp. 79-105.

Wanapat, M., Sundtol, F. and Garmo, T. H. 1995. A comparison of alcali treatment methods to improve the nutritive value of straw. I. Digestibility and metabolizability. *Anim. Feed Sci. Technol.* 12: 295-309.

Wernli, C. 1982. Utilización de subproductos en la alimentación del ganado. VII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. Chillán, Chile. 88p.

Wilkinson, J. M. 1984b. Ensiling with sodium hydroside. In: Sundstol, F. and Owen, E., eds. *Straws and other fibrous by-products as feed*. Elsevier, Amsterdam. pp. 181-195.

Los Residuos agroindustriales y su uso en alimentación de rumiantes

En los últimos diez años, Chile ha tenido un gran desarrollo del sector agroindustrial, que se ha traducido en la creación de gran cantidad de plantas procesadoras, entre la V y VIII Regiones y en los últimos tres años en la IX y X Regiones. La base de estas nuevas agroindustrias han sido los rubros frutícola y hortícola, concentrándose muchas de ellas en la industrialización de manzanas y/o tomates para extraer jugos y concentrados y otras en la deshidratación y el congelado de diversos productos tanto frutícolas como hortícolas. Estos complejos agroindustriales generan una gran cantidad y variedad de productos residuales, que no son utilizados por la agroindustria, dando origen a serios problemas de espacio y contaminación, que en muchos casos afecta los cauces de esteros y termina afectando también los ríos en que desembocan y constituyendo, además, un excelente medio para la multiplicación de diversos insectos y hongos. Es por ello que su uso en alimentación animal permitirá reciclar estos residuos y convertirlos en producto útil, contribuyendo además a disminuir la contaminación ambiental.

La mayor parte de estos residuos presentan algún tipo de limitaciones para su inclusión masiva en producción animal; sin embargo, muchos de ellos poseen altas concentraciones de nutrientes y no tienen valor comercial, a excepción del costo del flete. La limitante más común en ellos es el alto contenido de agua, lo cual hace económicamente no viable su uso en predios que estén muy alejados de los complejos agroindustriales. Otro problema se deriva del alto contenido de azúcares fermentables que hay en algunos de ellos, lo cual afecta su conservación, haciéndolos muy susceptibles a fermentaciones y ataques de hongos. Como la disponibilidad potencial es elevada y se trata de posibles fuentes de alimentos para animales, es necesario conocer en detalle las características de cada residuo y realizar los análisis de rentabilidad necesarios antes de proceder a su adquisición.

Los residuos derivados de la agroindustria se pueden clasificar en los siguientes grupos según su origen: de la industria azucarera, de la industria aceitera, de la industria cervecera, de la industria molinera, de la industria del alcohol, de la industria hortofrutícola y de la industria vitivinícola.

2.1. RESIDUOS DE LA INDUSTRIA AZUCARERA

La industria azucarera nacional ha jugado un papel preponderante en el desarrollo de la ganadería bovina tanto de carne como de leche, impulsando la introducción de tecnologías asociadas a los diversos residuos y subproductos que se generan de la industrialización de la remolacha azucarera. Es así como desde hace varios decenios esta industria ha financiado investigaciones en el uso de estos subproductos por animales de diferente tipo. En la actualidad, ellos se usan en los diversos sistemas de producción y constituyen excelentes fuentes de nutrientes. Los subproductos que se generan son el melazán, la coseta húmeda y la coseta seca. Esta última puede encontrarse a granel, peletizada o enriquecida con otros ingredientes, constituyendo en este caso el cosetán (coseta, melaza, afrecho de oleaginosas, sales minerales y vitaminas).

2.1.1 COSETA Y COSETÁN

La coseta es el residuo fibroso que queda al someter la remolacha azucarera al proceso de extracción de la azúcar. A la salida de este proceso se obtiene la coseta húmeda que presenta un 93-96% de humedad, la que luego de un proceso de prensado disminuye a 76-80%. Bajo secado posterior, la humedad se disminuye a 12-13%, vendiéndose como coseta seca. Esta es de fácil incorporación en mezclas de concentrados ya que presenta alta aceptabilidad por los animales y evita problemas digestivos en ellos, por los efectos laxantes que posee. Es un alimento que por sus características debe darse asociado con otros ingredientes y en general no superar el 50% de inclusión en la dieta.

La mayor parte de la coseta seca, a nivel de las plantas de IANSA, se mezcla con melaza, afrecho de oleaginosas, sales minerales y vitaminas, comercializándose bajo el nombre de cosetán.

2.1.1.1 Composición química y valor nutritivo

La coseta es un alimento de tipo energético, con alto contenido de fibra, pero de muy alta digestibilidad, la cual es comparable a la de los cereales en el caso de los rumiantes. La degradabilidad de la fibra a nivel ruminal es más gradual que la del almidón de los granos, lo que permite un mejor aprovechamiento de la energía y del nitrógeno por las bacterias, disminuyéndose los riesgos de acidosis ruminal, especialmente cuando se están utilizando altos niveles de concentrado.

Los principales problemas observados en el uso de coseta en alimentación de rumiantes se refieren a deficiencias en proteínas, minerales y vitaminas, problemas de diarrea y fecas sanguinolentas y alteraciones de la córnea de los ojos (opacidad), cuando los nive-

les de inclusión son muy altos. En casos extremos se han detectado alteraciones ruminales tales como acidosis, parálisis y destrucción de la mucosa ruminal. El contenido de proteína bruta es bajo, oscilando entre 7 y 9%, por lo que debe ser suplementada con fuentes proteicas cuando se incorpora a dietas de animales en procesos productivos. La energía metabolizable es alta, fluctuando entre 2,9 y 3,1, similar a la de la cebada o centeno (IANSA,1988; Klee y Jahn,1992).

Cuadro 2.1
Composición nutritiva de la coseta de remolacha

COMPONENTE	MS	MO	PB	FC	TND	EE	CEN	ED	EM	Ca	P
	%	%	%	%	%	%	%	Mcal/Kg	Mcal/Kg	%	%
COSETA HÚMEDA											
Valor mínimo	19,0	95,0	8,5	20,0	84,0	0,5	3,3	3,5	2,9	0,56	0,07
Valor máximo	22,0	96,5	9,2	22,0	86,5	0,6	5,0	3,7	3,1	0,61	0,10
COSETA SECA											
Valor mínimo	85,7	95,5	8,0	20,9	86,7	0,4	3,3	3,7	2,54	0,57	0,08
Valor máximo	89,0	96,5	9,0	21,8	88,0	0,6	3,9	3,8	3,13	0,64	0,22

Fuente: IANSA (1988); Klee (1992).

El tipo de fibra que posee este subproducto debe evaluarse en forma diferente a la fibra aportada por los forrajes, ya que la fibra de la coseta es más corta, por lo que en el cálculo de raciones, especialmente en vacas lecheras, debe asegurarse un mínimo de 15% de fibra larga. De otra forma el proceso de rumia y la motilidad ruminal se verán afectadas, con los consiguientes riesgos de acidosis y parálisis ruminal. Además se afectará la flora celulolítica, lo cual derivará en un descenso en la concentración de ácido acético y menor porcentaje de materia grasa en la leche.

2.1.1.2 Uso en bovinos de carne

Al incluir coseta como único alimento en dietas de novillos, suplementadas sólo con sales minerales, las respuestas productivas son bajas, del orden de 200 a 400 g/an/día (Klee, 1992), debido a las deficiencias en proteína que presenta. Sin embargo al adicionar fuentes proteicas como afrecho de raps y heno de leguminosas, las ganancias aumentan a niveles de 600 a 700 g/an/día (Jahn *et al.*, 1980).

Por otra parte, al combinar la coseta con ensilaje de maíz y con otros subproductos como melaza o afrecho de trigo, se pueden lograr ganancias de 900 a 1.200 g/día.

La incorporación de coseta seca a ensilajes muy acuosos es una alternativa importante de tener en cuenta, ya que disminuye los efluentes y aporta carbohidratos solubles para mejorar la fermentación en el silo. Este procedimiento permite que el producto final tenga un mayor valor de energía metabolizable y un nivel y calidad de fibra adecuado para el funcionamiento ruminal. Además se produce un aumento en el consumo de ensilaje, por la mayor tasa fermentativa a nivel ruminal.

2.1.1.3 Uso en bovinos de leche

El uso de coseta seca o húmeda como única fuente de nutrientes en vacas lecheras provoca efectos negativos sobre la producción de leche y el contenido de materia grasa. Esto se debe a una alteración de la fermentación ruminal por ausencia de fibra larga, que provoca acidosis y disminución de la motilidad ruminal. Como consecuencia de esto baja el consumo y disminuye la producción de ácidos grasos volátiles, especialmente acético, lo que provoca disminución de la materia grasa. El límite de inclusión recomendable para vacas lecheras es de 30% del consumo total de materia seca o no más de 23-25 kg/an/día en el caso de coseta húmeda y de 50% de la dieta en el caso de coseta seca, equivalente a 9-10 kg/an/día. En ambos casos, se deben asegurar los niveles adecuados de fósforo, vitamina A y microelementos.

2.1.2 MELAZA Y MELAZÁN

La melaza corresponde al residuo que queda del proceso de cristalización y refinación del azúcar. Es un líquido denso y viscoso de color marrón claro y sabor dulce, con bajo contenido de agua, alto contenido de azúcares solubles (sobre 50%), compuestos nitrogenados, principalmente no proteicos, minerales y vitaminas. El melazán deriva de la melaza, a la cual se le agregan compuestos que impiden que sea utilizada para obtención de alcohol, y sólo tiene usos en la alimentación de ganado.

Es un alimento de tipo energético, que potencia el consumo sin producir efectos de sustitución y fomenta la actividad fermentativa ruminal, al aportar energía de rápida disponibilidad. Es muy aceptada por todos los animales y en muchos casos se utiliza como estimulador del consumo en forrajes toscos o en praderas de bajo valor nutritivo. Sirve además como portador de nutrientes o aditivos, que se deben utilizar en pequeñas cantidades. En ensilajes, además de mejorar el valor energético del forraje, permite el desarrollo de una mejor fermentación, aportando los carbohidratos solubles requeridos por las bacterias lácticas.

2.1.2.1 Composición química y valor nutritivo

El melazán está constituido principalmente por carbohidratos del tipo de azúcares simples, lo cual le otorga la categoría de suplemento energético. Como se le ha adicionado urea, su valor de proteína bruta se ha incrementado del 10% que posee la melaza, a 13-15% (Cuadro 2.2). Además contiene vitaminas del complejo B, especialmente ácido Pantotémico, Niacina, Riboflavina, Biotina y Colina y es una buena fuente de caroteno (pro-vitamina A). En cuanto a minerales, presenta un alto contenido de potasio (30-40% del total mineral) así como de calcio y azufre, pero es bajo en fósforo y magnesio (IANSA, 1988).

Cuadro 2.2
Composición nutritiva del melazán

COMPONENTE	MS %	MO %	PB %	FC %	TND %	EE %	CEN %	ED McAL/Kg	EM McAL/Kg	Ca %	P %
Valor mínimo	78,0	88,0	13,0	--	80,0	--	10,0	3,8	2,9	0,47	0,03
Valor máximo	81,0	90,0	14,8	--	87,5	--	13,0	3,7	3,1	0,56	0,08

Fuente: IANSA (1988); Klee (1992).

La proteína bruta está compuesta principalmente por sustancias nitrogenadas no proteicas, correspondientes a aminoácidos como betaína, glutamina, asparagina y además urea. Por ello, la proteína verdadera del melazán es muy baja, aspecto que debe tomarse en cuenta cuando se incorpora en raciones, ya sea de terneros pre-destete o en vacas lecheras de alta producción. Por sus características físicas y nutricionales, este subproducto no puede ser la única fuente de alimentación de los animales y sólo debe conformar parte de las dietas para mejorar la textura (evitar pulverulencia), mejorar el tenor energético y aumentar la palatabilidad y consumo de la dieta completa.

En términos generales, el melazán es una muy buena fuente energética complementaria para ser utilizada en rumiantes mayores y menores e incluso en equinos y cerdos. En el caso de sistemas de producción extensivos, basados en praderas naturales con períodos de restricción hídrica, este producto permite potenciar el consumo de la pradera seca o de los forrajes toscos que se utilicen como suplemento.

En sistemas más intensivos, el melazán permite aumentar el consumo de ingredientes que, por problemas de palatabilidad, son rechazados por los animales.

Además permite eliminar la pulverulencia de las dietas que incluyen concentrados, aportando energía adicional a los requerimientos animales. El melazán posee la gran ventaja de tener un bajo efecto de sustitución, es decir, su mayor consumo dentro de ciertos límites, no afecta el consumo de forrajes, más bien lo potencia, por lo que al incorporarlo en dietas de vacas en lactancia, aumentan el consumo total de materia seca.

2.1.2.2 Uso en bovinos de carne

En terneros lactantes, este subproducto constituye un excelente suplemento a dietas de *creep-feeding*, ya que induce a un mayor consumo y atrae a los animales. Sin embargo, se debe tener en cuenta su efecto laxante, por lo que en este tipo de animales no debe superar el 20% de la dieta. En terneros destetados puede incluirse en niveles de hasta 30% de la dieta, sin efectos negativos. En novillos de crianza/engorda (250-300 kg), alimentados con ensilaje de vicia/avena y cama de broiler, se puede incluir hasta un 40-60% de la ración, lo que equivale a 2,0 kilos de melaza/an/día obteniéndose ganancias de peso entre 800 y 1.100 g/día.

Cantidades superiores de melazán deben ir acompañadas de inclusión de fuentes proteicas, como afrecho de raps, maravilla o soya. En novillos sobre 300 kg, alimentados con dietas basadas en ensilaje, cama de broiler y heno, puede incluirse en niveles de 60-70% de la ración total, obteniéndose ganancias de 1.000 a 1.200 g/día. En el caso de alimentación invernal de novillos, en que sólo se requieren bajas ganancias de peso, para utilizar el crecimiento compensatorio de primavera, la inclusión de melaza promueve un mayor consumo y eficiencia de henos de baja calidad o pajas de cereales. Al utilizar heno de gramíneas y afrecho de raps, como base de la alimentación de novillos, la adición de melaza provoca respuestas inmediatas, lográndose excelentes ganancias de peso, con 0,6 a 0,9 kg de melaza/100 kg de peso vivo. Es importante destacar que en la medida que se aumenta el porcentaje de melaza en la dieta sobre ciertos niveles, se empieza a deprimir la fermentación del forraje, debido a cambios en la flora microbial ruminal.

2.1.2.3 Uso en bovinos de leche

Al incluir melazán en la alimentación de vacas lecheras se debe tener la precaución de mantener un aporte adecuado de fibra larga, que puede obtenerse del heno o del ensilaje. Este aspecto tiene especial importancia cuando la dieta se basa en forrajes con bajos niveles de fibra, como por ejemplo praderas muy tiernas, hojas y coronas, ya que en este caso se suma el efecto laxante que posee el melazán. Debido al efecto estimulante del consumo que tiene este producto, se debe tener presente que habrá una baja en la eficiencia de conversión de alimento a leche, que dependerá del nivel de melazán contenido en la dieta. Es así como esta conversión puede disminuir entre 0 y 8% cuando se incluye hasta 20% de melazán y 15 a 16% cuando se incluye en niveles de hasta 40% (IANSA, 1988; Anrique, 1992).

El melazán puede reemplazar hasta un 60% de la energía aportada por los granos como cebada o maíz; sin embargo, no es recomendable superar el 30% de inclusión respecto al total de la materia seca consumida, especialmente en vacas de alta producción.

Debido a que la fracción nitrogenada del melazán corresponde principalmente a nitrógeno no proteico, al incluirlo en dietas de vacas lecheras con niveles de producción altos es recomendable incluir una fuente de proteína como pueden ser afrechos de oleaginosas o harina de pescado que aseguren una cantidad de proteína de baja degradabilidad ruminal.

2.1.2.4 Manejo y conservación a nivel predial

El melazán debe mantenerse en algún tipo de contenedor que impida su contaminación con tierra, alimentos y aguas de lluvia, ya que estas sustancias afectarán su valor nutritivo. Lo más práctico es guardarlo en una zanja de dimensiones adecuadas para almacenar la cantidad a utilizar. Esta zanja, que debe estar provista de bordes de tierra que eviten la entrada de aguas de lluvia, se recubre con polietileno y además es conveniente colocar un techo (Figura 2.1).

El melazán se puede proporcionar al animal en estanques adicionales al comedero, de forma que lo consuma *ad libitum*. Este método, si bien es sencillo, tiene la desventaja de atraer moscas y además por su característica pegajosa se adhiere al hocico de los animales, los cuales la reparten por gran parte del cuerpo. Otro método consiste en aplicarlo con una regadera sobre el forraje en los comederos o premezclarlo con la fracción concentrada antes de ofrecerla a los animales. La mezcla con cama de broiler es una buena alternativa, ya que le quita pulverulencia a ella y la hace más palatable a los animales. En el potrero, el melazán se puede colocar en estanques provistos en su parte superior de una estructura flotante que permite que el animal pueda lamerla y regular así el consumo de este producto.

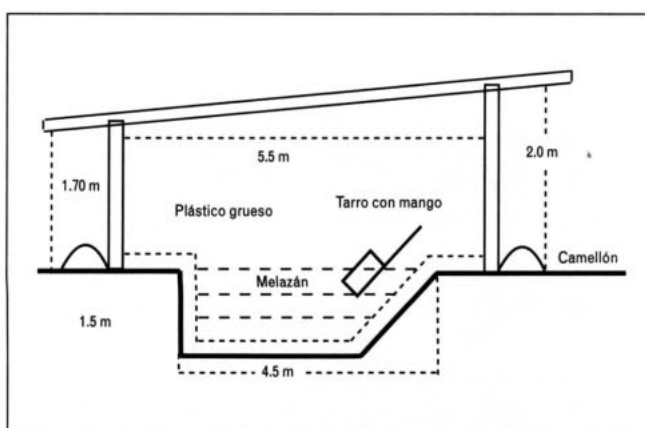


Figura 2.1. Diseño de estanque para almacenar melazán

2.2 RESIDUOS DE LA INDUSTRIA HORTOFRUTICOLA

Los principales residuos provenientes del procesamiento de las frutas son las pomasa, el pelón de almendra, frutas secas y los desechos de congelados y enlatados. Las pomasa se denominan de acuerdo a la fruta de origen, existiendo pomasa de manzana, tomate, cítricos y frambuesa. En general, corresponden al residuo que queda al extraer el jugo de la fruta, el que está compuesto por el mesocarpio exprimido, cantidades variables de semilla, cáscara y pedúnculos.

En algunas industrias, las semillas del residuo son separadas y sometidas a un proceso de extracción de aceite, quedando un afrecho o torta. Las pomasa son productos con alto contenido de agua, algunos de ellos deficientes en proteína, no así en energía y muy aceptadas por los animales. Los volúmenes generados son muy variables, pero estimaciones realizadas en las diferentes industrias indican que existirían alrededor de 500.000 toneladas considerando el total de los residuos mencionados.

2.2.1 POMASA DE MANZANA (*Malus pumila*)

En Chile existen alrededor de 27.000 hectáreas de manzanos, de los cuales el 90% se localiza entre la VI y VII Regiones, con una producción de más de 1.000.000 de toneladas. De esta producción, el 65% es exportado; el 15% va a mercados internos y el 20% restante se destina a la agroindustria, principalmente para obtener jugos concentrados, proceso del cual deriva la pomasa. De cada tonelada de manzanas que entra a procesamiento, dependiendo del proceso, entre un 15 y 30% queda como residuo. De esta forma, las 200.000 toneladas de manzana que se procesan en cada temporada, generarían entre 50 y 60 mil toneladas de pomasa.

Un porcentaje importante de este producto es entregado a costo mínimo a productores ganaderos de los predios cercanos a las plantas, los cuales la utilizan en alimentación de vacas lecheras, de novillos e incluso de cerdos.

2.2.1.1 Composición química y valor nutritivo

La pomasa de manzana se caracteriza por presentar alto contenido de humedad, el que normalmente fluctúa entre 75 y 85%, elevado contenido de azúcares solubles, bajo porcentaje de proteína y presencia de diversos compuestos orgánicos tales como ácidos, pectinas, ceras y taninos (Cuadro 2.3). Se la considera una buena fuente energética, dados sus altos porcentajes de azúcares y de pectinas (Anrique, 1992; Alibes *et al.*, 1984). El contenido de proteína de la pomasa de manzana es muy bajo y constituye la principal limitante para su inclusión en dietas de rumiantes. Estos contenidos de proteína no fluctúan mucho entre variedades u orígenes. La fibra bruta oscila entre 18 y 20%, lo cual se

considera bajo e insuficiente para asegurar un adecuado funcionamiento ruminal, por lo que se recomienda adicionar una fuente de fibra cuando se incluye la pomasa en niveles altos (Manterola *et al.*, 1993. II; Manterola *et al.*, 1993, IV; Egaña, 1987; Anrique, 1992). La pared celular es elevada, pero altamente digestible, por lo que no representa ningún problema para el consumo del animal. El extracto etéreo es muy variable, ya que depende de la cantidad de semillas que contenga la pomasa.

En pomasa con semilla, el extracto etéreo puede llegar a valores de 8%, debido al alto contenido de ácidos grasos presentes en ellas, lo cual permite que este residuo aporte mayor cantidad de energía metabolizable a la ración. Los niveles de energía metabolizable están dentro de los rangos intermedios a altos (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3
Composición química y valor nutritivo de la pomasa de manzana

COMPONENTE	AUTORES					
	1	2	3	4	5	6
MS (%)	19,5	--	--	23,3	16,0	24,2
PB (%)	4,5	--	5,0	6,7	6,3	6,9
FB (%)	18,5	--	17,5	20,5	18,0	20,5
FDN (%)	50,3	30,1	--	--	--	48,9
FDA (%)	37,8	25,2	--	--	--	41,5
EE (%)	2,7	3,3	--	6,8	8,0	2,7
EB (Mcal/K)	4,8	4,6	--	--	4,1	--
EM (Mcal/K)	--	--	--	2,5	2,5	2,2
Cenizas (%)	2,3	--	--	--	2,9	1,8
DMS (%)	--	--	57,8	68,6	82,0	60,0

(1) Givens y Barver (1987); (2) Gasa, Castrillo y Guada (1988); (3) Sharma y Sharma (1984); (4) Medina (1990); (5) Manterola *et al.* (1992 a); (6) Anrique (1992).



Figura 2.2 Ensilaje de pomasa de manzana

Todas estas características permiten deducir que este residuo es un alimento que principalmente aporta energía; no sustenta por sí solo los requerimientos proteicos de crecimiento de los vacunos así como tampoco los de vacas lecheras de producciones medias a altas (sobre 15 L/día). Por ello, la pomasa de manzana debe usarse mezclada con otros ingredientes que aporten los nutrientes limitantes. Su uso en niveles altos sólo se recomendaría en la etapa de acabado de los animales o en el período de bajos requerimientos.

2.2.1.2 Recomendaciones generales para su uso

La pomasa de manzana, debido a la gran apetencia que tienen los animales por ella, debe darse mezclada con los otros ingredientes. Esta práctica presenta la ventaja de que permite aumentar el consumo de alimentos poco palatables o disminuir la pulverulencia de algunos ingredientes. Por el alto contenido de agua y azúcares fermentables, se deben tomar las precauciones necesarias que impidan la fermentación, que puede alterar el total de la ración, recomendándose ofrecer una cantidad que sea consumida durante el día, a fin de que no queden residuos en el comedero, ya que éstos fermentarán. Al incluirse en altos porcentajes en la ración de animales en crecimiento o en producción de leche, es imprescindible agregar una fuente proteica, para compensar las deficiencias que tiene este residuo.

Además, por el tipo de fibra que posee, que es corta y de alta digestibilidad, no estimula la motilidad ruminal y provoca una fermentación amilolítica, por lo cual disminuye la cantidad de ácido acético, que se reflejará en una baja significativa en el contenido de grasa de la leche. En este caso, es conveniente incluir una fuente de fibra larga como un heno, ensilaje o paja.

El acostumbamiento de los bovinos y ovinos a la inclusión de pomasa de manzana en la dieta es rápido, no tomando más allá de 2-3 días, lo que demuestra una gran avidez por ella, que se puede convertir en un factor negativo, ya que si la pomasa no está mezclada con el resto de los ingredientes, los animales la preferirán al resto de la dieta, consumiendo en la mañana casi exclusivamente la pomasa y en la tarde el resto. Por ello, es conveniente dar la pomasa mezclada con el total de la dieta, lo cual tiene además la ventaja de provocar un aumento en el consumo total.

La conservación de este residuo puede hacerse mediante almacenamiento en silos de tipo canadiense (Figura 2.3) o tipo zanja (Figura 2.4), en la cual se ha recubierto el piso y las paredes con plástico a fin de evitar contaminación con tierra y pérdidas de efluentes. Debido a que el pH es muy ácido (3,5-3,8), no se producen fermentaciones típicas de un ensilaje y el producto se mantiene en buenas condiciones por

varios meses. Dependiendo del contenido de azúcares que posea al momento de ser ensilada, desarrollará un cierto grado de fermentación alcohólica, que se inhibirá cuando se termine el oxígeno.

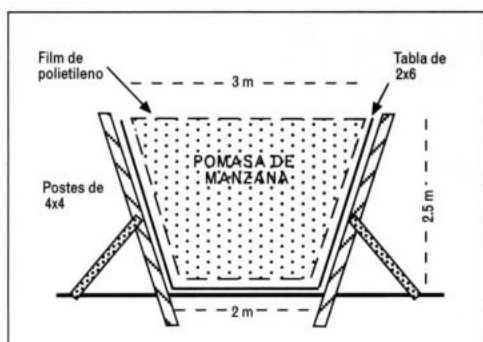


Figura 2.3. Diseño de silo tipo canadiense para almacenamiento de pomasa

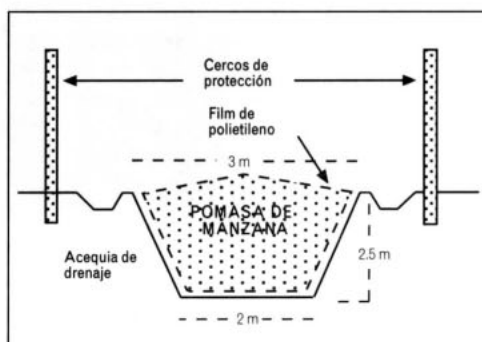


Figura 2.4. Diseño de silo tipo zanja para almacenamiento de pomasa

2.2.1.3 Uso en bovinos de carne

La pomasa de manzana, por su bajo contenido proteico y alto contenido de agua, no debe darse como único alimento a ninguna de las categorías de los bovinos de carne. En terneros durante el período pre-destete no es recomendable incluirla en niveles sobre 15%, ya que se afecta las ganancias de peso. Sin embargo, por sus características organolépticas puede ser incluida en raciones de *creep-feeding* para aumentar el consumo.

Al utilizar pomasa de manzana deshidratada en concentrados de iniciación para terneros, en reemplazo del maíz, no se presentan efectos negativos hasta 50% de sustitución (Naharang y Lal, 1985). Para este tipo de animales, debe tenerse la precaución de limpiar periódicamente los comederos, a fin de evitar fermentaciones fungosas que provocarían trastornos digestivos.

En toritos de crianza-engorda (200-320 kg), este producto se puede incluir en niveles de hasta 80% (Manterola *et al.*, 1993), pero se debe tener presente que sobre 40% de inclusión, las respuestas productivas son decrecientes (Figura 2.5) (Casanova, 1994; Bustamante y Matte, 1984).

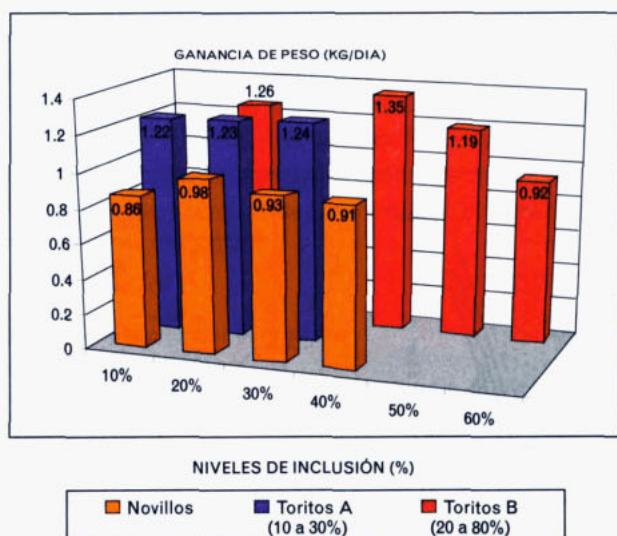


Figura 2.5 Ganancias de peso en toritos alimentados con raciones que incluyen distintos niveles de pomasa de manzana

En estos animales la pomasa de manzana se puede ofrecer asociada con ensilaje de vicia-avena, cama de broiler, heno de gramíneas o de leguminosas (Cuadro 2.4). En niveles de inclusión de hasta 40%, y con raciones balanceadas se pueden obtener ganancias de peso entre 900 y 1.350 g/día.

Durante la etapa de finalización, los niveles de inclusión recomendados son de 20 a 30%, con lo cual se pueden obtener ganancias de peso entre 900 y 1.100 g/día (Cuadro 2.4). Niveles de inclusión superiores al 30% disminuyen la eficiencia de conversión y provocan aumentos en los espesores de grasas internas y externas (Casanova, 1994), aunque no se afectan ni el color ni la calidad de estas grasas.

Se debe tener en cuenta que el ensilaje de vicia/avena, el heno de leguminosas, la cama de broiler y la pomasa presentan una gran variación tanto en la materia seca como en el aporte proteico y la digestibilidad, por lo que las respuestas esperadas pueden variar considerablemente respecto a lo calculado. En este aspecto, es altamente recomendable hacer los análisis de calidad nutritiva a estos ingredientes, antes de formular las raciones.

Cuadro 2.4
Dietas alternativas para novillos entre 250 y 400 kg de peso vivo
que incluyen pomasa de manzana

ALIMENTOS	DIETA 1		DIETA 2		DIETA 3		DIETA 4	
	250-300 Kg		250-300 Kg		300-400 Kg		300-400 Kg	
	0,6-0,8 Kg/d		0,9-1,1 Kg/d		0,8-1,2 Kg/d		1,2-1,5 Kg/d	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
Ensilaje vicia/avena	4,0	9,54	0,0	--	0,0	--	0,0	--
Ensilaje de maíz	0,0	--	4,0	11,32	4,0	9,3	4,0	8,66
Heno de leguminosa	0,0	--	0,0	--	0,0	--	1,0	6,49
Cebada grano	0,0	--	0,0	--	0,0	--	1,0	6,28
Maíz grano	1,5	13,69	1,0	8,30	2,0	13,63	3,0	19,05
Cama de broiler	3,0	23,34	2,5	17,68	2,5	14,52	1,0	5,41
Paja de cereales	1,0	9,85	0,0	--	0,0	--	0,0	--
Pomasa de manzana	20,0	33,20	30,0	45,26	30,0	37,18	30,0	34,63
Afrecho raps	1,0	9,85	1,0	8,96	1,5	11,04	1,0	6,85
Afrecho soya	0,0	--	1,0	8,02	1,0	6,58	2,0	12,27
Mezcla mínima + Ca y P	0,05	0,52	0,05	0,47	0,05	0,39	0,05	0,36
APORTE DE NUTRIENTES								
PB (% base MS)	14,17	--	16,22	--	16,37	--	16,42	--
EM (Mcal/kg de MS)	2,52	--	2,63	--	2,69	--	2,76	--
Consumo (kg/an/día)	9,64	--	10,61	--	12,91	--	13,86	--

2.2.1.4 Uso en bovinos de leche

El alto contenido de agua y bajo contenido proteico son las principales limitantes de la pomasa de manzana para ser incluidas en porcentajes altos en dietas de vacas lecheras de alta producción. En vacas con producciones de 12 a 15 L/día, puede incluirse en niveles de hasta 40% de la MS total, lo cual significa alrededor de 6,5 kilos de pomasa (b.m.s.) en la ración (Edwards y Parker, 1995). En la medida que la producción de leche es mayor, los porcentajes de inclusión deben disminuir (Cuadro 2.5), ya que a pesar de su alta palatabilidad y efecto promotor del consumo, éste tiende a afectarse por la elevada cantidad de agua. En cualquier caso, es recomendable incluir una fuente de fibra larga.

En vacas de mayor producción, con niveles de 17 a 22 L/día, se puede incluir hasta 25% de la MS total de la dieta (Cuadro 2.5) y con producciones sobre 25 L, no debe excederse el 17-18% de inclusión (Bath, 1981). En ambos casos es fundamental incluir además

una fuente de fibra larga, a fin de estimular el funcionamiento ruminal e impedir además problemas de acidosis ruminal y una baja en la materia grasa de la leche. Al comparar este residuo con el ensilaje de maíz, algunos autores (Schmidt, 1972; Bovard *et al.*, 1977) consideran que es más eficiente para producir leche en cuanto a cantidad, pero no en porcentaje de materia grasa. Podría desarrollarse un cierto efecto lactogénico derivado del mayor aporte de carbohidratos solubles que aumentarían la síntesis de lactosa a nivel de la glándula mamaria (Rook and Thomas, 1983).

Las dietas indicadas en el Cuadro 2.5 sólo constituyen una referencia, ya que se debe tener en cuenta la gran variación que existe en los diferentes componentes de la dieta en contenido de materia seca, proteína, digestibilidad, etc. por lo cual es recomendable al formular la ración, tener los análisis de valor nutritivo, de modo de asegurar el aporte real de nutrientes a los animales.

Cuadro 2.5
Raciones sugeridas, incluyendo distintos niveles de pomasa
de manzana para vacas lecheras

ALIMENTOS	DIETA 1 12-15 L	DIETA 2 17-22 L	DIETA 3 23-28 L	DIETA 4 > 28 L	DIETA 5 > 28 L
ALIMENTO EN FRESCO (Kg)					
Ensilaje vicia/avena	15,0	20,0	0,0	0,0	0,0
Ensilaje de maíz	0,0	0,0	15,0	18,0	20,0
Heno de leguminosa	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0
Cebada grano	0,0	1,0	1,0	2,0	0,0
Maíz grano	1,0	2,0	3,0	2,5	3,0
Pomasa de manzana	40,0	30,0	20,0	30,0	15,0
Triticale	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
Afrecho de raps	2,0	1,5	2,0	2,8	2,5
Afrecho de soya	0,5	2,0	2,7	4,0	3,2
Mezcla mínima + Ca y P	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
APORTE DE NUTRIENTES					
PB (% base MS)	14,58	16,62	17,78	18,27	18,49
EM (Mcal/kg de MS)	2,46	2,56	2,66	2,73	2,69
Consumo (kg/an/día)	15,96	17,36	18,58	19,55	21,61

2.2.1.5 Uso en ovinos

La pomasa de manzana puede utilizarse en cualquiera de las categorías de ovinos. Es muy adecuada para sistemas de *creep-feeding*, cuyo objetivo es lograr pesos mayores al destete, ya que estimula el consumo. En dietas de corderos destetados precozmente (15-18 kg), al incluir pomasa de manzana en niveles de hasta 40% base MS de la ración, se logran altos consumos y ganancias de peso (Figura 2.6). Sobre 40%, tanto el consumo como la ganancia de peso disminuyen significativamente (Martínez, 1992).

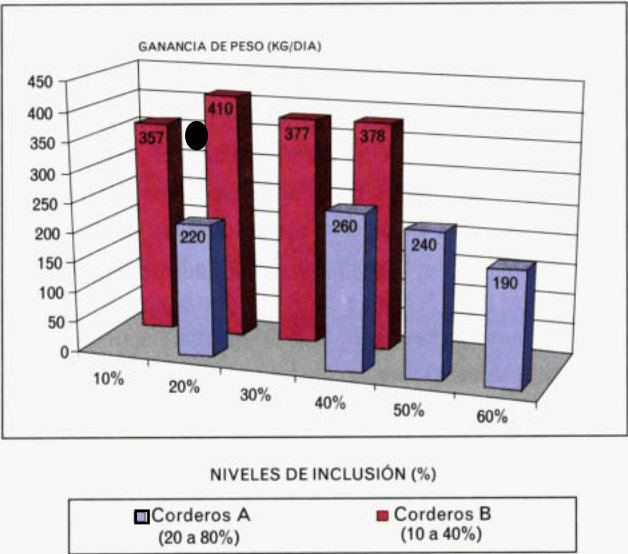


Figura 2.6. Respuestas productivas de corderos alimentados con dietas incluyendo pomasa de manzana (Manterola *et al.*, 1993)

Al formular dietas para corderos, que contengan pomasa de manzana en porcentajes altos, se debe contemplar la inclusión de fuentes proteicas y de fibra, aspectos en los cuales la pomasa es deficiente. La aceptación de la pomasa por los corderos es muy alta y el acostumbramiento es muy rápido, por lo que al tercer día pueden alcanzar el consumo estable (Martínez, 1992). En ovejas en gestación o en lactancia, puede utilizarse como suplemento a la pradera o al heno o ensilaje. En el primer caso, no se recomienda incluir más allá de un 30% de la MS total a consumir, por el alto contenido de agua y la limitada capacidad de consumo de la oveja gestante. En ovejas lactantes, se puede incluir en niveles más altos pudiéndose llegar a 40% de la MS de la ración total, con lo que se logran aumentos importantes en el consumo total de MS.



Figura 2.7. Corderos en *feed-lot* alimentados con raciones incluyendo pomasa de manzana

2.2.2. POMASA DE TOMATE (*Lycopersicum sculentum*)

Durante los últimos cinco años la superficie dedicada al cultivo del tomate en Chile ha sido cercana a 22.000 hectáreas, las cuales se concentran principalmente entre la IV y VIII Regiones. De esta superficie, alrededor del 50% se dedica a tomate de uso industrial, para obtención de jugos y concentrados. Esta superficie genera entre 800 y 900 mil toneladas de tomate a procesamiento, en las diversas agroindustrias, localizadas principalmente entre las Regiones V, VII y Metropolitana. Por cada tonelada de fruto que entra al proceso industrial, entre un 8 y 11% queda como residuo o pomasa, por lo que considerando los volúmenes procesados, se calcula que existe una disponibilidad entre 80.000 y 100.000 toneladas de pomasa de tomate.

La disponibilidad de este residuo es marcadamente estacional, concentrándose entre los meses de diciembre a marzo; sin embargo, como no presenta problemas de almacenamiento en forma de ensilaje, los productores pueden almacenarla y utilizarla en otras épocas. Este residuo está constituido por cantidades variables de piel, semillas y pulpa residual, lo que hace que su valor nutritivo también varíe considerablemente. Además, algunas agroindustrias separan la semilla para extraer el aceite, lo cual disminuye el valor energético del residuo, aumentando la variabilidad. Al salir de la planta procesadora, la pomasa tiene un 90-95% de agua, ya que en la etapa final del proceso se agrega agua para facilitar su salida por los tubos a las canchas de almacenamiento. En la actualidad, un porcentaje importante de esta pomasa está siendo procesada para extraer los pigmentos antociánicos y el resto es utilizado por diversos productores cercanos a las agroindustrias. Al igual que en el caso de la pomasa de manzana, el alto porcentaje de agua que contiene obliga a utilizarla en predios cercanos, distantes no más de 50 km del lugar de origen, ya que el costo del flete por unidad de nutriente impide que compita con otros alimentos, en sectores más alejados.



Figura 2.8. Ensilaje de pomasa de tomate

2.2.2.1 Composición química y valor nutritivo

La pomasa de tomate presenta, en general, un valor nutritivo que es comparable al del heno de alfalfa de alta calidad, caracterizándose por el alto contenido de agua, alto contenido de proteína bruta, que se almacena principalmente en las semillas, alto contenido de extracto etéreo y una digestibilidad intermedia (Cuadro 2.6).

Cuadro 2.6
Composición química y valor nutritivo de la pomasa de tomate

COMPONENTE	AUTORES					
	1	2	3	4	5	6
MS (%)	29,5	34,0	20,0	23,0	--	14,7
PB (%)	19,2	20,0	18,0	23,5	23,0	21,5
FB (%)	40,9	11,2	30,0	31,4	26,0	--
FDN (%)	--	--	--	--	55,0	58,1
FDA (%)	--	--	--	--	50,0	49,0
EE (%)	--	--	--	--	10,6	11,6
EB (Mcal/Kg)	--	--	--	--	--	5,9
EM (Mcal/Kg)	--	--	--	--	2,4	3,2
Cenizas (%)	--	--	--	--	6,0	4,6
DMS (%)	--	--	--	--	64,0	67,6

(1) Bath *et al.* (1982); (2) Drouliscos (1976); (3) Egaña (1987); (4) Hinman *et al.* (1978); (5) Feedstuffs (1990); (6) Barbieri (1992).

La materia seca puede fluctuar entre 15 y 34%, valor que depende del tiempo transcurrido desde la salida de planta del residuo y de la cantidad de agua que se le agregue para facilitar su transporte por los ductos de salida. Este alto contenido de agua constituye la principal limitante para su inclusión en niveles altos en dietas para rumiantes y su transporte a sectores distantes de la agroindustria de origen. El contenido de proteína bruta de este residuo es elevado, fluctuando entre 18 y 24% (Cuadro 2.6), lo cual lo hace comparable a un heno de alfalfa de alta calidad. Esta proteína se sitúa principalmente en las semillas, donde puede alcanzar niveles de 25% (Tsatsaronis y Boskou, 1975; Brodowski y Geisman, 1980; Barbieri, 1993; Machado, 1993). Parte importante de esta proteína pasa directamente al estómago e intestino como proteína *by-pass*, ya que está protegida por el tegumento de la semilla y por las grasas que existen dentro de ella. En cuanto a la calidad de la proteína, los estudios realizados en la composición aminoacídica revelan que es algo deficiente en aminoácidos sulfurados (Metionina y Cisteína), pero muy rica en lisina, la cual es superior a la de la proteína del maíz y del afrecho de soya.

La variedad de tomates utilizada, así como el uso de semillas para extracción de aceites, son factores determinantes en el valor nutritivo de la pomasa de tomate y explican la alta variabilidad que se observa en los valores citados por diferentes autores. Desde el punto de vista de la formulación de raciones, este aspecto constituye un serio inconveniente, ya que al incluirla en altos niveles en las dietas, su incidencia en el aporte proteico total y especialmente en el de energía es alto, lo que podrá derivar en una respuesta productiva menor a la esperada.

La fibra bruta que posee este residuo puede fluctuar entre 20 y 42%, dependiendo de la variedad de tomate utilizada, ya que hay diferencias en el grosor y porcentaje de piel entre variedades y en la cantidad de pulpa residual (Barbieri, 1993). Estos valores están dentro de los rangos adecuados para rumiantes; sin embargo, se trata de una fibra corta, por lo que no provoca un grado importante de estimulación a la motilidad ruminal. Por ello, debe contemplarse la adición de heno o paja picada, cuando se incluya este residuo en porcentajes importantes en la dieta.

Al analizar los componentes de la fracción fibrosa, se observa que la pared celular (FDN) representa entre el 53 a 63% del total, valor similar al que presenta un heno de alfalfa de buena calidad. La FDA (celulosa, lignina y sílice), que es la fracción menos digestible de la pared celular, representa un bajo porcentaje de ella, fluctuando entre 6 y 14%. En cuanto a la lignina, los valores están dentro de lo normal para cualquier forraje.

La digestibilidad de la materia seca observada en este residuo, que varía entre 60 y 75%, indica que la lignina no está estrechamente asociada a la celulosa y hemicelulosa (Barbieri, 1993; Machado, 1993). La fracción lipídica (EE) es muy alta, variando entre 9 y 16%, lo cual le confiere a este residuo una gran capacidad de aportar energía. La mayor parte de esta fracción se halla en las semillas (Cuadro 2.7), de modo que el valor energético es totalmente dependiente de la presencia de ellas. Como muchas de las semillas, por su tegumento resistente y de pequeño tamaño, pasan directamente al tracto digestivo posterior, este residuo se constituye en un valioso aporte de ácidos grasos esenciales e insaturados.

Cuadro 2.7
Composición química proximal de las fracciones componentes de la pomasa de tomate

VARIABLE	PB	FB	EE	CEN.	CA	P
	%				(Mgr/100 g)	
Semillas	24,5	19,1	28,1	5,4	160	690
Piel	10,0	55,9	3,6	2,7	210	130

Fuente: Tsatsaronis y Boskou (1975).

El valor energético de este residuo es muy alto, fluctuando entre 4,6 y 5,9 Mcal/kg de energía bruta, lo cual refleja el alto contenido de lípidos de sus semillas. Por la alta digestibilidad y metabolizabilidad de este residuo, tanto la energía digestible como la metabolizable son también muy elevadas, situándose en valores de 3,6-4,1 Mcal/kg para la primera y de 3,1-3,5 Mcal/kg para la segunda. Por las características nutritivas analizadas, se puede considerar a la pomasa de tomate como una buena fuente de proteínas y de energía para los rumiantes, teniendo problemas de fibra larga, rechazo inicial por parte de los animales y un bajo contenido de materia seca, que limita fuertemente el consumo. Por ello, este residuo debe ser incluido parcialmente en las dietas de rumiantes, aumentando su inclusión en aquellos animales de menores niveles productivos o menores requerimientos.

2.2.2.2 Recomendaciones generales para su uso

Debido a que los animales inicialmente tienden a rechazar este residuo, debe ofrecerse mezclado con los otros ingredientes de la ración total. Al darse en forma separada, los animales consumen muy poco durante los primeros 15 días, pero una vez acostumbrados, no presentan rechazo dentro de niveles de inclusión de hasta 40%. Por ello, es aconsejable su inclusión gradual en la dieta, hasta llegar a los porcentajes que se requieran. Además esto permitirá que disminuya la presencia de semillas en las fecas, que de acuerdo con los estudios de Machado (1993) aparecen en gran proporción (50%) en ellas, lo que indica que no se están utilizando a ningún nivel.

Posteriormente, disminuyen gradualmente hasta el día doce, en que prácticamente no aparecen semillas. Al incluirse en altos porcentajes en la dieta, debe estar acompañado de una fuente de fibra larga, como heno o ensilaje o paja, para asegurar el adecuado funcionamiento ruminal. De otra forma, se producirá una baja en el pH ruminal que podría derivar en acidosis o en una menor producción de ácido acético. El acostumbramiento toma alrededor de 12 a 15 días, observándose consumos mínimos en los primeros días, para ir gradualmente aumentando hasta llegar al máximo establecido. Por ello, es importante, sobre todo al inicio, darla mezclada con otros ingredientes.

La conservación de este residuo es similar a la señalada para la pomasa de manzana. Cualquier tipo de silo es adecuado para su preservación. Por su pH bajo (3,5-3,8), no sufre ningún tipo de fermentación, pero si no se cubre adecuadamente con plástico, en las primeras capas de pomasa se desarrollan hongos y diversos insectos ponen sus huevos, estableciéndose una gran cantidad de larvas que afectarán su valor nutritivo. Existe la alternativa de ensilarla en mezcla con heno de alfalfa o con ensilaje de maíz en proporciones de 80:20 a 50:50, mejorándose notablemente la fermentación y el valor nutritivo de la mezcla total, lográndose además una mayor aceptación por los vacunos. Esta mezcla puede ser realizada en capas alternadas de pomasa y heno, o pomasa y ensilaje.

2.2.2.3 Uso en bovinos de carne

La pomasa de tomate puede incluirse en niveles relativamente altos en bovinos de carne, dependiendo de su etapa fisiológica. En animales jóvenes, antes del destete, puede utilizarse como componente de una dieta de *creep-feeding* en niveles que pueden llegar a 20-30%. Con niveles superiores, debe incluirse algún alimento de mayor palatabilidad como melaza, para evitar que baje el consumo, especialmente durante los primeros días. Como es una proteína de buena calidad, exceptuando su leve deficiencia en aminoácidos sulfurados, al mezclarse con otras fuentes proteicas se compensa este déficit.

En novillos o toritos en la etapa de crianza (200-300 kilos) este residuo se puede incluir en niveles de hasta 40% sin afectar el consumo ni las ganancias de peso (Manterola *et al.*, 1993; Porte *et al.*, 1993; Machado, 1993; Patel *et al.*, 1972), lográndose ganancias que puedan fluctuar entre 800 y 1.300 g/d. Niveles mayores afectan el consumo y por lo tanto las ganancias de peso y eficiencia de conversión (Figura 2.10). Es así como con niveles de 80 a 100% de pomasa, las ganancias pueden bajar a 600-700 g/d (Machado, 1993; Patel, 1972). En este tipo de animales, la pomasa de tomate puede mezclarse con ensilaje de vicia/avena o de maíz o bien formar parte de la fracción más concentrada, combinándose con cama de broiler, afrechillo, cereales, etc. (Cuadro 2.8).

Cuadro 2.8

Dietas alternativas para novillos entre 200 y 400 kg de peso vivo, que incluyen pomasa de tomate

ALIMENTOS	DIETA 1 200-300 Kg 0,6-0,72 Kg/día		DIETA 2 250-300 Kg 0,9-1,1 Kg/día		DIETA 3 300-400 Kg 0,8-1,2 Kg/día		DIETA 4 300-400 Kg 1,2-1,5 Kg/día	
	Kg MV %		Kg MV %		Kg MV %		Kg MV %	
Ensilaje vicia/avena	4,0	10,74	0,0	--	0,0	--	0,0	--
Ensilaje de maíz	0,0	--	3,0	8,9	3,5	7,6	5,0	12,7
Heno de leguminosa	0,0	--	0,0	--	0,7	4,5	0,5	3,8
Cebada grano	0,0	--	0,0	--	0,0	--	0,0	--
Maíz grano	0,0	--	0,0	--	2,0	12,7	2,0	14,8
Cama de broiler	1,0	8,75	3,0	22,2	2,0	10,8	1,0	6,3
Paja de cereales	3,0	33,3	1,0	9,4	2,0	13,7	2,0	16,1
Pomasa de tomate	20,0	46,7	30,0	59,0	30,0	43,4	20,0	33,8
Afrecho de trigo	0,0	--	0,0	--	0,0	--	0,0	--
Afrecho de raps	0,0	--	0,0	--	1,0	6,9	1,5	12,0
Afrecho de soya	0,0	--	0,0	--	0,0	--	0,0	--
Mezcla mín. + Ca y P	0,05	0,58	0,05	0,4	0,05	0,4	0,05	0,42
APORTE DE NUTRIENTES								
PB. (% base MS)	14,30	--	18,10	--	16,86	--	16,45	--
EM (Mcal/kg de MS)	2,5	--	2,76	--	2,74	--	2,71	--
Consumo (kg/an/día)	8,57	--	12,55	--	13,84	--	11,84	--

En la etapa final de engorda (300-420 kg), se puede incluir en niveles de 50-60%, aunque los mejores resultados se han obtenido con niveles de 30-40% (Patel, 1972; Barbieri, 1993). El alto contenido de aceites de las semillas asegura un adecuado proceso de depositación de grasas, sin exceso de engrasamiento ni efectos sobre la coloración de ellas (Barbieri, 1993).

La gran variación que se presenta en muchos de los ingredientes que componen las dietas formuladas impide que las respuestas productivas en términos de consumo y ganancia de peso sean las programadas (Fig. 2.9). Por ello, estas dietas se deben tomar sólo como referencia y ajustarlas en función de los valores dados por los análisis químicos respectivos. Es importante tener en cuenta que en aquellas dietas que incluyen más de 30% de pomasa de tomate, deberá existir un período de acostumbbramiento, durante el cual el consumo y las ganancias de peso serán inferiores a las esperadas, situación que se revierte después de las dos semanas posteriores (Porte *et al.*, 1993).

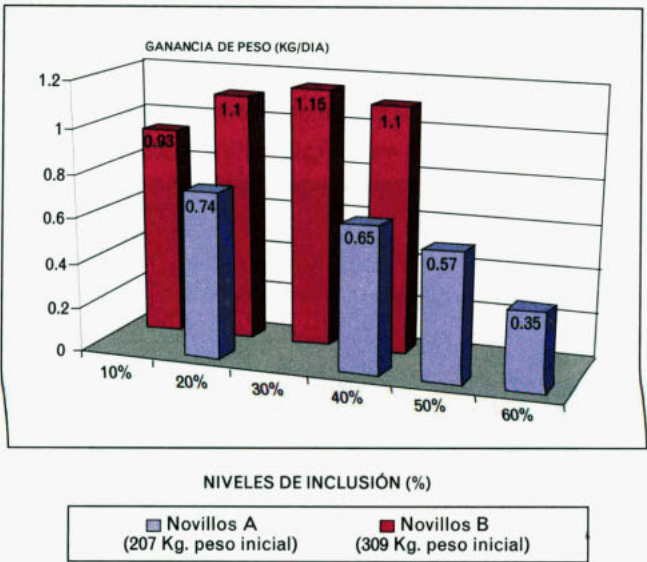


Figura 2.9 Efecto del nivel de inclusión de pomasa de tomate sobre las ganancias de peso en novillos (Manterola *et al.*)

2.2.2.4 Uso en bovinos de leche

El alto contenido de agua que presenta la pomasa de tomate es la principal limitante para un uso mayor en la alimentación de vacas lecheras, especialmente en aquellas con altos niveles de producción, que requieren un mayor consumo de materia seca. Además existe el problema de la aceptabilidad del producto durante las primeras dos semanas, lo cual podría restringir el consumo y afectar la producción de leche.

En vacas con producciones de 12-15 L/día se puede incluir hasta 60% de la MS total, lo cual significa alrededor de 7-8 kilos de pomasa en la dieta, sin tener ningún efecto negativo, excepto el período inicial de acostumbramiento. Incluso se han observado incrementos en el porcentaje de grasa en la leche al incluir niveles de 16% de pomasa de tomate en la dieta (Patel *et al.*, 1971). A medida que los niveles de producción de leche son mayores, el porcentaje de inclusión debe disminuirse, principalmente por el problema de alta humedad, que restringe el consumo y por el tipo de fibra corta de la pomasa, que no induce una adecuada motilidad del rumen, pudiendo presentarse problemas de falta de rumia y acidosis ruminal (Cuadro 2.9).

En vacas con niveles de producción entre 17 a 22 L/día se puede incluir hasta 40% de la materia seca total, lo que equivale a 5-6 kg de pomasa (base materia seca). Sobre 25 L/día de producción, los niveles de inclusión no deben superar el 20% de la materia seca total. En ambos casos, es importante incorporar una fuente de fibra larga como puede ser ensilaje de maíz, de vicia avena, heno o paja; de lo contrario pueden presentarse cuadros de acidosis ruminal y baja en el contenido de materia grasa de la leche. La alternativa de almacenar la pomasa de tomate en conjunto con el ensilaje cobra especial importancia en vacas lecheras de alta producción, ya que se contará con un ensilaje enriquecido tanto en proteína como en energía metabolizable, aportadas ambas por la pomasa de tomate, la cual además tiene la ventaja de que no presenta problemas de aceptabilidad.

Cuadro 2.9
Raciones sugeridas, incluyendo distintos niveles de pomasa de tomate para vacas lecheras

ALIMENTOS	DIETA 1 12-15 L	DIETA 2 17-22 L	DIETA 3 23-28 L	DIETA 4 23-28 L	DIETA 5 > 28 L
ALIMENTO FRESCO (Kg)					
Ensilaje vicia/avena	8,0	0,0	0,0	15,0	0,0
Ensilaje de maíz	0,0	7,0	15,0	0,0	15,0
Heno de leguminosa	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0
Cebada grano	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maíz grano	0,0	5,0	4,0	4,0	7,0
Cama de broiler	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paja de cereales	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pomasa de tomate	50,0	30,0	30,0	30,0	20,0
Afrecho de raps	0,0	1,5	1,5	1,0	1,0
Afrecho de soya	0,0	0,5	1,5	1,0	3,5
Mezcla mín. + Ca y P	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
APORTE DE NUTRIENTES					
PB (% base MS)	15,28	16,70	17,42	17,41	18,29
EM (Mcal/kg de MS)	2,38	2,76	2,69	2,58	2,81
Consumo (kg/an/día)	16,19	16,10	18,42	17,37	20,39

2.2.2.5 Uso en ovinos

Los ovinos en general son más selectivos que los bovinos y al incluir sobre el 20% de pomasa de tomate en dietas de corderos, se observa que se afecta significativamente el consumo y la ganancia de peso vivo. Al igual que los bovinos, presentan un período de acostumbramiento de alrededor de 25 días durante el cual el consumo va aumentando hasta estabilizarse. En la medida que se aumenta el porcentaje de inclusión sobre 25%, el consumo total se reduce drásticamente (Sirhan *et al.*, 1993). En corderos durante el período pre-destete, esta pomasa, en niveles de 10 a 15%, puede formar parte de dietas de *creep-feeding*, con lo cual se disminuye el costo de la ración ya que reemplaza parcialmente algunas de las fuentes proteicas utilizadas.

Debido a la alta probabilidad de un rechazo inicial, es conveniente incluirla en forma gradual. En corderos en el período post-destete y hasta el término de la engorda se puede incluir en niveles de hasta 30%, aún cuando sobre 25% ya se observa un leve efecto detrimental sobre la ganancia de peso. En ovejas adultas la pomasa de tomate en combinación con heno de alfalfa, heno de gramínea o paja de cebada o avena, puede constituir un porcentaje importante de la ración diaria, considerando que la pradera natural, propia de estas explotaciones, aporta muy poca materia seca y nutrientes.



Figura 2.10. Engorda de corderos con dietas que incluyen pomasa de tomate

2.2.2.6 Uso en conejos

Este residuo es bien aceptado por los conejos adultos, observándose en general que hasta 40% de inclusión no se afecta el consumo y sólo se afecta levemente la ganancia de peso (Caro *et al.*, 1993; Caro y Manterola, 1995). En conejos menores de 30 días de edad la inclusión de 10% provoca disminuciones en el crecimiento, afectándose fuertemente con niveles de 20 y 30%. En conejos angora, es fundamental incluir paja de cereal finamente picada para evitar la formación de ovillos de pelos en el tracto digestivo. La pomasa de

tomate, por su estructura física y nivel de humedad, presenta propiedades aglomerantes y antipulverulentas, por lo que en raciones molidas y no peletizadas, permite una ingestión fácil del concentrado y evita problemas respiratorios por la introducción de polvo a las vías respiratorias.

2.2.3 PULPA DE CÍTRICOS

En Chile esta agroindustria no está bien desarrollada, por lo que las cantidades de frutas cítricas que se procesan son pequeñas, importándose gran parte de los jugos, concentrados. La pulpa de cítricos es el residuo que se produce en la industria de jugos especialmente de naranja y limón, aunque también puede ser originado por pomelo y tangerina. De la extracción del jugo de estas frutas, queda un residuo compuesto principalmente por un 60-65% de cáscara, un 30 a 35% de pulpa de gajos y un 5-10% de semillas. De cada 100 kilos de fruta que entra a procesamiento, alrededor de 10-12 kilos (base materia seca) queda como pulpa.

Este residuo, al salir de la planta procesadora presenta un alto porcentaje de humedad, que puede fluctuar entre 80 y 90%. Posteriormente, puede ser sometido a prensado, con lo cual ésta baja a 60-70% (Figura 2.11). Del jugo proveniente del prensado de la pulpa, se obtiene melaza que en algunos países es utilizada para producir levadura (3-4 kilos por cada 100 kilos de fruta). En algunas plantas, las semillas son separadas y prensadas para extraer los aceites, obteniéndose otro residuo que es la torta de semillas de cítricos (Martínez Pascual y Fernández Carmona, 1978; Boucqué and Fiems, 1988).

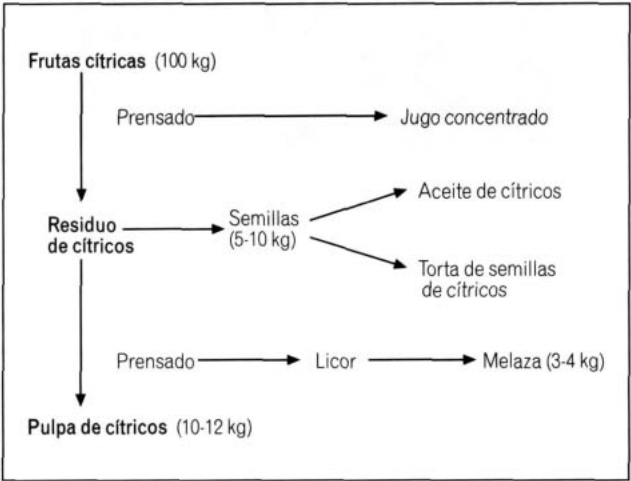


Figura 2.11 Proceso de extracción de jugos de cítricos

2.2.3.1 Composición química y valor nutritivo

La composición química así como el valor nutritivo están muy influenciados por el tipo de procesamiento y la especie procesada. La pulpa obtenida de los gajos es de mejor calidad que la pulpa entera, presentando mayor porcentaje de nitrógeno y menor de fibra. La mayor parte del nitrógeno así como del extracto etéreo se concentra en las semillas, por lo que cuando estas son separadas para extraer los aceites, la pulpa resultante es de menor valor nutritivo. La pulpa de cítrico presenta un valor nutritivo muy similar al de la coseta de remolacha, caracterizándose por bajos niveles de proteína (7%), niveles intermedios de fibra (15%), elevada digestibilidad (86%) y alto grado de energía metabolizable (2,84 Mcal/kg).

La materia seca puede fluctuar entre 18 y 25%, dependiendo del tiempo post-procesamiento y de la temperatura ambiental (Bath, 1981; Martínez Pascual y Fernández Carmona,1978). El alto contenido de humedad es la principal limitante para su inclusión en niveles altos en las dietas de rumiantes, además de aumentar el costo por unidad de nutriente. También este producto es vendido en forma seca, con un 90% de materia seca (Cuadro 2.10).

Cuadro 2.10
Composición química y valor nutritivo de la pulpa de cítrico

COMPONENTE	AUTORES					
	1	2	3	4	5	6
MS (%)	18,7	--	--	--	--	--
PB (%)	7,0	6,5	7,7	6,0	7,9	6,6
FB (%)	13,4	13,8	14,0	10,4	13,3	13,5
FDN (%)	--	--	27,0	--	--	--
FDA (%)	--	--	24,0	--	--	--
EE (%)	3,8	1,8	--	2,8	3,2	3,5
EM (Mcal/Kg)	2,9	--	1,56	--	--	--
Cenizas (%)	5,7	5,1	6,0	6,4	4,2	--
DMS (%)	--	--	79,0	--	--	--

(1) Boucqué y Fiems (1988); (2) Ammerman (1973); (3) Feedstuffs (1990); (4) Gallarti (1973)
(5) Sánchez Vizcaino (1977); Martínez Pascual (1977).

2.2.3.2 Recomendaciones generales para su uso

Este residuo es poco aceptado inicialmente, al incluirlo en las dietas para rumiantes, presentando la misma respuesta que los residuos anteriormente referidos. Esto puede deberse al sabor amargo de los aceites de la piel. La pulpa proveniente de limones es más aceptada por los animales que las de naranja y pomelo. En general los rúmiantes

demoran entre 8 y 10 días en acostumbrarse a la presencia de este residuo en su dieta, por lo que se recomienda aumentar en forma gradual su inclusión hasta alcanzar los porcentajes programados. Este procedimiento tiene además la ventaja de inducir un acostumbamiento de la microflora ruminal a este producto, disminuyendo la incidencia de alteraciones ruminales. Debido a que la fibra de este residuo es de tipo corto, al incluirla en altos porcentajes (sobre 40%) debe ir acompañada de una fuente de fibra larga como puede ser ensilaje de maíz, heno o paja, para así evitar problemas de acidosis ruminal y en el caso de vacas lecheras disminuciones en la materia grasa de la leche (Martínez Pascual y Fernández Carmona, 1978).

La conservación de la pulpa fresca se puede realizar mediante ensilaje, de la misma forma descrita para las pomazas de manzana y tomate. Como el pH es bajo (4,0), no experimenta los procesos fermentativos típicos de un ensilaje; sin embargo, debido al alto contenido de azúcares fermentables se puede producir una fermentación alcohólica. Se recomienda cubrir adecuadamente con plástico este ensilaje para evitar el desarrollo de colonias fungosas y la proliferación de larvas de insectos. También es factible ensilar este residuo en capas alternadas con forrajes como alfalfa o mezcla de vicia-avena, con lo cual se aportan carbohidratos solubles para fomentar la fermentación láctica y se obtiene un ensilaje de excelente calidad y palatabilidad. También es posible mezclar este residuo con heno de leguminosas lográndose un ensilaje con menor contenido de humedad que el del residuo solo, con un mayor nivel proteico y con una mezcla de fibra corta y larga (Bath, 1981).

2.2.3.3 Uso en bovinos de carne

La pulpa de cítricos puede incluirse en niveles de hasta 40% de la materia seca total sin afectar significativamente el consumo ni la ganancia diaria (Boucqué y Fiems, 1988). Los mejores resultados se logran con niveles de inclusión de 15 a 20% (Bath, 1981). En animales jóvenes, antes del destete, como en el caso de terneros de lechería, puede utilizarse como parte del concentrado de iniciación o en el caso de razas de carne, como parte de una dieta de *creep-feeding*. En ambos casos puede incluirse en niveles no superiores a 20%, debido al rechazo inicial por el sabor amargo. Durante este período se debe incluir una fuente proteica de alta calidad (afrechos de raps, maravilla o soya). En el período post-destete y ya acostumbrado el animal, se puede aumentar a 30%, compensando el bajo aporte proteico del residuo. Para este tipo de animales se deben limpiar diariamente los comederos ya que el alto contenido de azúcares fermentables induce el establecimiento de hongos que pueden provocar trastornos digestivos.

En bovinos durante el período de crianza-engorda (200 a 300 kgs) se puede incluir en niveles de hasta 70% (Rodríguez *et al.*, 1974), debiendo tener en cuenta que sobre 40%

tanto el consumo como las ganancias de peso declinan. En este tipo de animales, la pulpa de cítricos puede darse mezclada con ensilaje de maíz o vicia-avena, cama de broiler o heno. Al incluirla en niveles de 40 % y compensado su déficit proteico, se pueden obtener ganancias de peso de 1,0 a 1,3 kg/día. En la etapa final de engorde los niveles de inclusión pueden llegar a 50 %, constituyendo este residuo un excelente alimento para este tipo de animal, siendo comparable en un 90% al valor del maíz (Chapman, 1972). Niveles superiores pueden provocar un engrasamiento de la canal.

Cuadro 2.11
Dietas alternativas para novillos entre 200 y 400 kg de peso vivo
que incluyen pulpa de cítricos

ALIMENTOS	DIETA 1		DIETA 2		DIETA 3		DIETA 4	
	200-300 Kg		250-300 Kg		300-400 Kg		300-400 Kg	
	0,6-0,72 Kg/Día		0,9-1,1 Kg/Día		0,8-1,2 Kg/Día		1,2-1,5 Kg/Día	
	Kg MV	%	Kg MV	%	Kg MV	%	Kg MV	%
Ensilaje vicia/avena	4,0	8,5	0,0	--	0,0	--	0,0	--
Ensilaje de maíz	0,0	--	0,5	3,5	0,5	3,7	2,0	12,1
Heno de leguminosa	0,0	--	0,0	--	1,0	7,3	0,0	--
Cebada grano	0,0	--	0,0	--	1,0	7,3	0,0	--
Maíz grano	0,0	--	1,0	6,8	2,0	14,7	3,0	15,2
Cama de broiler	3,0	20,8	2,5	14,6	2,0	12,5	3,0	15,2
Paja de cereales	1,0	8,8	1,0	--	0,0	--	0,0	--
Pulpa de cítricos	30,0	50,0	30,0	42,0	20,0	30,0	20,0	24,3
Afrecho de trigo	0,3	2,6	1,0	7,4	0,0	--	0,0	--
Afrecho de raps	1,0	8,8	2,0	14,8	1,5	11,9	1,5	9,6
Afrecho de soya	0,0	--	0,5	3,3	1,0	7,1	1,5	8,6
Mezcla mín. + Ca y P	0,05	0,58	0,05	0,4	0,05	0,4	0,05	0,3
APORTE DE NUTRIENTES								
PB (% base MS)	13,49	--	16,41	--	16,63	--	17,59	--
EM (Mcal/kg de MS)	2,58	--	2,73	--	2,81	--	2,73	--
Consumo (kg/an/día)	10,81	--	12,83	--	12,01	--	14,84	--

2.2.3.4 Uso en bovinos de leche

El bajo contenido de materia seca y de proteína que presenta este residuo constituye una seria limitante para que pueda ser incluido en porcentajes altos en dietas de vacas lecheras de alta producción. Con producciones de 12 a 15 L/día se puede incluir en niveles de hasta 70% de la materia seca de la dieta sin efectos negativos sobre la cantidad y composición de la leche (Martínez Pascual y Fernández Carmona, 1978), debiendo incorporarse

heno de leguminosas o de gramíneas como fuentes de fibra larga para evitar los problemas mencionados anteriormente (Cuadro 2.12).

Cuadro 2.12
Raciones sugeridas, incluyendo distintos niveles
de pulpa de cítricos para vacas lecheras

ALIMENTOS	DIETA 1 12-15 L	DIETA 2 17-22 L	DIETA 3 23-28 L	DIETA 4 23-28 L	DIETA 5 > 28 L
ALIMENTO FRESCO (Kg)					
Ensilaje vicia/avena	10,0	12,0	0,0	0,0	0,0
Ensilaje de maíz	0,0	0,0	10,0	7,0	6,0
Heno de leguminosa	2,0	3,0	3,0	2,0	4,0
Cebada grano	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0
Maíz grano	10,0	--	--	--	--
Pulpa de cítricos	30,0	30,0	25,0	30,0	20,0
Afrecho de trigo	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Afrecho de raps	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Afrecho de soya	0,0	1,5	3,0	3,0	3,5
Mezcla mín. + Ca y P	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
APORTE DE NUTRIENTES					
PB (% base MS)	15,12	16,39	17,52	17,50	18,25
EM (Mcal/kg de MS)	2,65	2,61	2,76	2,81	2,79
Consumo (kg/an/día)	16,30	16,79	19,94	18,44	20,34

En vacas de mayor producción (17 a 25 L/día) se puede incluir hasta 40 a 50% de la dieta y con producciones mayores, no se debe superar el 20 a 30% (Bouqué y Fiems, 1988). En ambos casos, debe ir acompañado de heno o ensilaje y además se debe aportar una fuente proteica. Debido a que la pulpa de cítricos es alta en calcio y baja en fósforo, su inclusión en la dieta aumenta la relación calcio/fósforo, provocando serios problemas de desbalance en estos animales. Este problema se agrava aún más cuando la dieta contiene alto porcentaje de heno de alfalfa. En vacas en lactancia, y especialmente cuando se usa pulpa húmeda, se recomienda ofrecerla después de cada ordeña a fin de evitar la transmisión de sabores y aromas extraños a la leche.

2.2.3.5 Uso en ovinos

Este residuo se puede utilizar en cualquiera de las categorías de ovinos. En dietas de corderos recién destetados se puede incluir hasta un 40% de la ración sin afectar la ganancia de peso (Sánchez Vizcaino, 1977). Se observa sí, que el ovino es altamente

selectivo por lo que tenderá a separar este residuo del heno o ensilaje. Por ello es conveniente trozar el heno a menos de una pulgada y mezclarlo homogéneamente con la pulpa de cítrico. También es posible incluirla en dietas de *creep-feeding* en niveles no superiores al 15% debido al problema de rechazo por parte del animal. Al formular dietas para corderos en el período pre y post destete es fundamental incluir fuentes proteicas de alta calidad así como también algo de fibra larga, aspectos en los cuales la pomasa es deficiente.

Como este producto tiende a fermentar rápidamente y los corderos en esta etapa son susceptibles a diarreas, se recomienda dar la ración del día y proceder a limpiar los comederos antes del siguiente racionamiento. En ovejas adultas, durante los períodos críticos (último tercio de gestación y lactancia) este residuo, enriquecido con una fuente proteica o con urea, puede constituir hasta un 100% de la ración total, sirviendo de complemento ya sea a la pradera o a forrajes cosechados.

2.2.4 PELÓN DE ALMENDRA

En Chile la superficie de huertos de almendros alcanza a 4.722 hectáreas (ODEPA, 1997), las que se concentran entre las Regiones V, VI y Metropolitana, ubicándose en esta última el 50% del total. Como producto de la obtención de la semilla, queda un residuo conocido como pelón de almendra o cáscara de almendra, que está constituido por el exocarpio o piel y el mesocarpio o zona carnosa. En algunos casos la envoltura de la semilla o endocarpio o cuesco puede formar parte del residuo, pero generalmente se separa durante el proceso de extracción.



Figura 2.12. Pelón de almendra

La proporción entre el residuo y la semilla es de 1,7:1,0 (Porte *et al.*, 1991). La producción estimada de residuo/há/año es de 6 toneladas, por lo que considerando la superficie de huertos existiría una disponibilidad de 28.300 ton/año, producción que es estacional, generándose entre enero y marzo. Sin embargo, como el residuo es seco no existen problemas de almacenamiento. En la actualidad la mayor parte de este residuo se elimina o

bien se usa como combustible casero; pero en otros países se utiliza ampliamente en la alimentación de rumiantes, constituyéndose en una fuente energética importante. Su consistencia es dura, por lo cual al incluirse en dietas para terneros o para ovinos y caprinos debe someterse a un proceso de trozado o molienda, que facilita el consumo y aumenta la utilización por el animal. Si el residuo incluye el endocarpio, el proceso de molienda cobra aún más importancia ya que la cáscara de la semilla es dura y en algunas especies de almendros, presenta cantos aguzados que provocan lesiones en los animales.

2.2.4.1 Composición química y valor nutritivo

La composición química, así como el valor nutritivo, son dependientes del proceso de extracción a que es sometido el fruto para obtener la semilla. Si este proceso separa el exocarpio y mesocarpio del endocarpio, el residuo presenta menos fibra y es más digestible, ya que ambas estructuras constituyen la parte carnosa del fruto. Este residuo se caracteriza por presentar un alto contenido de materia seca, bajo contenido de proteína y bajo contenido de fibra cuando no incluye el endocarpio (Alibes *et al.*, 1983). El contenido de materia seca fluctúa entre 90 y 91%, lo cual permite que su duración sea indefinida. La materia orgánica oscila entre 91 y 93%, dependiendo si el residuo incluye o no el endocarpio. La proteína bruta puede variar entre 4 y 6,5%, lo que es bajo, constituyéndose en la principal limitante para incluirlo en niveles altos en dietas para rumiantes (Sanz Sampelayo *et al.*, 1985; Porte *et al.*, 1991). El contenido de azúcares solubles es elevado, fluctuando entre 26 y 32%, lo cual le permite aportar energía de rápida disponibilidad al sistema ruminal. El contenido de extracto etéreo es bajo, oscilando entre 2,6 y 3% (Cuadro 2.13).

Cuadro 2.13
Composición química y valor nutritivo del pelón de almendra

COMPONENTE	AUTORES					
	1	2	3	4	5	6
MS (%)	91,0	90,5	--	90,0	--	91,0
PB (%)	4,5	5,1	6,5	4,0	6,2	4,2
FB (%)	--	13,0	13,3	16,0	15,1	17,0
FDN (%)	30,0	--	29,0	32,0	--	--
FDA (%)	28,5	--	20,0	28,0	29,2	31,0
EE (%)	--	3,2	2,6	3,0	--	--
EM (Mcal/Kg)	2,36	2,8	2,5	2,1	2,0	--
Cenizas (%)	8,0	9,7	--	7,0	7,4	--
DMS (%)	68,0	64,2	63,5	--	60,0	--

(1) Manterola *et al.* (1991); (2) Boucqué y Fiems (1988); (3) Alibes *et al.* (1983); (4) Feedstuffs (1990)

(5) Aguilar *et al.* (1984); (6) Bath (1988).

La fracción fibrosa es baja, presentando un contenido de pared celular de 30% y un 15% de fibra bruta. Este bajo contenido de fibra se explica por el alto porcentaje de la parte carnosa presente en el residuo y que es rica en carbohidratos solubles (Aguilar *et al.*, 1984). La digestibilidad de esta fracción fluctúa entre 65 y 68%, lo cual sumado al alto contenido de carbohidratos solubles, permite que este residuo presente adecuados niveles de energía metabolizable, comparables a los de la coseta de remolacha.

2.2.4.2 Recomendaciones generales para su uso

El pelón de almendra es poco aceptado por la mayoría de los rumiantes, exceptuando los caprinos. El acostumbramiento a este producto demora alrededor de 15 días y de todas formas el animal tiende a realizar una selección negativa, dejando una cantidad importante de rechazo en el comedero. Este comportamiento se acentúa cuando el residuo contiene el endocarpio. Para evitar esta selección, el pelón de almendra se debe someter a una molienda gruesa, lo que permitirá una mezcla homogénea con el resto de los ingredientes. La conservación de este residuo no presenta problemas y puede almacenarse a granel, ya sea bajo techo o en silo zanja, el cual debe ser cubierto con plástico. También es posible mezclarlo en forma alternada con ensilaje de alfalfa o de vicia-avena, lo cual tiene la ventaja de disminuir la humedad del forraje y además aportar carbohidratos solubles para el proceso fermentativo.

2.2.4.3 Uso en bovinos de carne

El pelón de almendra se puede incluir en niveles de hasta 30% de la materia seca total de la dieta sin afectar ni el consumo ni la ganancia de peso (Porte *et al.*, 1991; Boucque y Fiems, 1988). Sobre 40%, el consumo y las ganancias de peso disminuyen significativamente. En animales jóvenes antes del destete, puede incluirse como parte del concentrado de iniciación o en dietas de *creep-feeding*, recomendándose no superar el 15%, especialmente si está incluida la cáscara del cuesco. Debido a su bajo contenido de proteína y al alto requerimiento de ella por estos animales, es fundamental incorporar una fuente proteica de alta calidad. Durante el período de crianza, el porcentaje de inclusión se puede aumentar a 30%, compensando siempre las deficiencias proteicas que presenta. Las ganancias de peso esperadas para este tipo de animal y con este nivel de inclusión son de 1 a 1,1 kg/an/día (Porte *et al.*, 1991). En la etapa final de engorda se puede incluir hasta 40-50%, ya que en ese período los animales presentan menores requerimientos proteicos y mayores niveles de energía para la depositación de grasa.

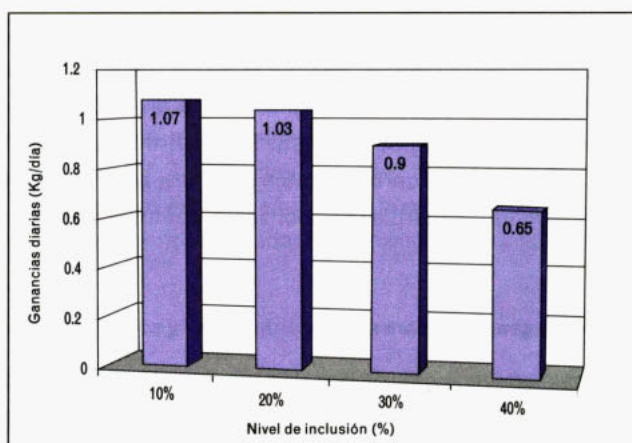


Figura 2.13. Ganancias de peso en novillos alimentados con distintos niveles de pelón de almendra (Porte *et al.* 1991)

2.2.4.4 Uso en bovinos de leche

La principal limitante de este residuo para la inclusión en dietas de vacas lecheras es el bajo contenido de proteína. Sin embargo el alto contenido de carbohidratos solubles y la alta digestibilidad de la fibra lo convierten en un recurso energético adecuado para vacas de producciones bajas a intermedias (12 a 20 L/día). En vacas con producciones de 15 a 20 L/día, se puede incluir hasta un 30% de la materia seca, sin que se afecte la cantidad de leche ni el contenido de materia grasa. En vacas produciendo sobre 20 L/día, los niveles de inclusión no deben superar el 25% y en vacas sobre 25 L/día se recomienda no superar el 15 % (Aguilar *et al.*, 1984; Bath, 1981; y Boucquè y Fiems, 1988). Debido al bajo contenido de fibra de este residuo, su inclusión en raciones para vacas lecheras debe ir acompañada de forrajes de fibra larga que pueden ser heno o ensilajes para así evitar problemas en el funcionamiento ruminal y disminuciones en la materia grasa de la leche.

2.2.4.5 Uso en otras especies rumiantes

Tanto los ovinos como los caprinos consumen este residuo sin problemas, existiendo siempre la dificultad de acostumbramiento a un alimento desconocido. En ovinos, puede constituir parte importante de la suplementación durante el último tercio de gestación, en que las ovejas demandan gran cantidad de energía en su dieta. No es conveniente darla a corderos recién destetados ya que por el alto contenido de carbohidratos solubles, puede ocasionar diarreas. En caprinos, se puede utilizar durante el período de ordeña, en combinación con heno de leguminosa o algún grano.

2.2.5 ORUJO DE UVA

Durante los últimos años, se ha producido un gran incremento en la superficie destinada a vides, tanto para pisco como para vino. Los huertos de viñas se encuentran distribuidos desde la III hasta la VIII Región, con una superficie total de 118.000 hectáreas (ODEPA, 1997). Producto de la extracción del jugo de la uva, queda un residuo llamado orujo, el cual es muy variable tanto en su composición química como en su valor nutritivo. Está constituido por cantidades variables de hollejo, pepas, escobajo y algo de pulpa. Antiguamente, el escobajo estaba constituido por estos tres componentes, sin embargo en la actualidad, el escobajo se separa a nivel de la máquina prensadora y se acumula aparte del orujo, lo cual mejora el valor nutritivo del residuo, ya que el escobajo es la fracción más pobre desde el punto de vista alimentario. Se calcula que por cada HL de mosto producido, se generan alrededor de 30 kilos de orujo, lo cual permite estimar la disponibilidad potencial de este residuo en alrededor de 100.000 toneladas.



Figura 2.14 Orujo y escobajo de uva negra

La proporción en que se encuentran los diferentes componentes es muy fluctuante, pero en promedio se puede indicar que presenta entre 20 y 25% de escobajo, 58% de hollejo y 22% de pepas o semillas. Existen dos tipos de orujo, uno negro, que presenta un 92% de orujo propiamente tal y el otro blanco, que presenta un 65% de orujo y un 35% de escobajo (Romagosa, 1979; Manterola *et al.*, 1993). A pesar de que su uso en alimentación animal es muy antiguo, este residuo presenta un bajo valor alimenticio y en general se recomienda utilizar bajos niveles de inclusión por los problemas que tiene. La presencia de taninos y de lignina, concentrados principalmente en el escobajo, hace que la digestibilidad del orujo sea muy baja y que exista un cierto nivel de inhibición de las proteasas ruminales por la acción de los taninos.

2.2.5.1 Composición química y valor nutritivo

En general, el orujo presenta un valor alimenticio bajo, con problemas de aceptabilidad por los rumiantes, excepto cuando está relativamente fresco. Este rechazo probablemente sea debido al sabor astringente que le otorga el alto contenido de taninos. Muchos de los nutrientes se concentran en las semillas (pepitas), por lo que, cuando éstas son separadas para extraer los aceites, el residuo resultante es aún más pobre.

El contenido de materia seca de este residuo puede fluctuar entre 35 y 46%, dependiendo de la máquina extractora, de si es orujo fermentado o del tiempo que ha permanecido almacenado en el patio. De todas formas esta materia seca es alta comparada con las pomazas de manzana, tomate o cítricos. El nivel de proteína bruta es intermedio en la mayoría de los orujos, oscilando entre 10 y 17%, lo cual depende de la variedad de uva, de la presencia de escobajo y de la presencia de las semillas (Cuadro 2.14). Sin embargo la mayor parte de esta proteína está ligada a taninos, formando complejos insolubles, por lo que en su mayoría esta proteína no está disponible para el rumiante.

Cuadro 2.14
Composición química y valor nutritivo del orujo de uva (sin escobajo)

COMPONENTE	AUTORES					
	1	2	3	4	5	6
MS (%)	41,5	40,0	--	--	--	--
PB (%)	17,6	11,9	9,8	12,7	12,7	12,0
FB (%)	--	26,3	25,5	30,0	28,1	32,0
FDN (%)	59,1	--	54,8	--	--	53,0
FDA (%)	--	--	49,6	54,0	--	50,0
EE (%)	--	10,9	7,2	--	8,1	7,5
EM (Mcal/K)	1,63	--	--	--	--	0,6
Cenizas (%)	--	5,3	5,3	--	7,7	9,0
DMS (%)	46,0	32,1	--	--	45,7	30,0

(1) Mohr, J. (1996); (2) Boza y Ferrando (1989); (3) González *et al.* (1992); (4) Bath (1988)

(5) Boucquet y Fiems (1988); (6) Feedstuffs (1990).

La fibra bruta puede variar entre 25 y 32%, cifra que puede aumentar al incluir el escobajo (Manterola *et al.*, 1997). En general esta fibra es relativamente indigestible, ya que en el caso del escobajo posee altos contenidos de lignina que pueden variar entre 12 y 35% (Wernli y Avendaño, 1978b) y en el hollejo existe una capa de cera o cutina, de gran resistencia a la digestión.

La pared celular (FDN) es alta, llegando a 59% en algunos orujos, y es muy indigestible dadas las razones anteriormente expuestas. El extracto etéreo alcanza valores elevados debido a la presencia de las semillas, en las cuales se concentra casi el 100% de los lípidos. Sin embargo, estas semillas además de ser pequeñas presentan una capa muy dura, lignificada, resistente a la degradación ruminal y a la digestión del estómago e intestino, por lo que esta energía en forma de lípidos no se utilizaría mayormente. De este problema deriva el hecho que la energía metabolizable sea muy baja, en algunos casos inferior a la de las pajas.

El contenido de taninos es muy variable según la especie, pero en general es alto. Esto además de afectar la degradación y digestión de la fracción proteica, provoca un efecto negativo sobre las exoenzimas presentes en el rumen, deprimiéndose en grado importante la actividad degradativa ruminal. La digestibilidad de la materia seca (DMS) es relativamente baja, fluctuando entre 28% (Egaña, 1984), 31,4% (Manterola *et al.*, 1993) y 45% (Mohr, 1996). Esta baja digestibilidad se atribuye al alto porcentaje de lignina, a la cutina en el hollejo y a los elevados contenidos de tanino. En general, la mayoría de los autores comparan el orujo de uva con una paja de cereales, por lo que las respuestas productivas deberían ser similares.

2.2.5.2 Recomendaciones generales para su uso

El orujo de uva, especialmente el fermentado, puede almacenarse en silos, donde por sus características podría desarrollar un cierto grado de fermentación alcohólica, especialmente si se trata de orujo sin fermentar o bien una fermentación de tipo propiónica (Wernli y Avendaño, 1978a). Además, si está muy al descubierto, pueden presentarse hongos y pudriciones que impedirían su uso en alimentación de rumiantes.

Existen diversas formas de mejorar el valor nutritivo del orujo. El tratamiento con álcali puede aumentar la digestibilidad en 25 a 30 unidades porcentuales (Nikolic *et al.*, 1980). Sin embargo otros investigadores no han encontrado efectos sobre la digestibilidad al aplicar NaOH hasta 7% de concentración (Erasmó *et al.*, 1993), por lo que este método químico todavía está en discusión. Parece más conveniente adicionar algunas fuentes de nutrientes, tales como concentrado comercial (Larwence *et al.*, 1985), urea y heno de alfalfa (Larwence y Yahiaoui, 1983), observándose incrementos significativos de 32 y 65% más en la digestibilidad de la materia seca total. A pesar de que pueda haber una respuesta en mayor digestibilidad de la materia seca, no se observa claramente una mayor respuesta animal, que justifique el mayor costo de tratar químicamente o adicionar nutrientes al orujo. La baja calidad de este residuo hace recomendable que no se incluya en cantidades altas en la dieta de rumiantes.

2.2.5.3 Uso en bovinos de carne

El orujo de uva puede incluirse en niveles máximos de 20-30% de la materia seca total, en dietas de vacunos y aún con estos niveles, las respuestas productivas estarán afectadas. En terneros recién destetados, no conviene incluir este residuo en su dieta, por los problemas derivados de la presencia de taninos. Sin embargo, los resultados obtenidos por Mamedov (1976) indican que es posible incluirlo hasta 30% del concentrado en novillos de 160 kgs, lográndose ganancias de peso de 900 g/día.

En novillos en la etapa de crecimiento engorda, se puede incluir en niveles de hasta 20% (Bath, 1981; Boucque y Fiems, 1988), sin embargo los estudios realizados por Mohr (1996), en los que se incluyeron niveles de 0-15 y 30%, en dietas de novillos de 250 kgs, indican que sobre 15% hay una disminución significativa en la ganancia de peso de novillos Hereford y con 30% la disminución es aún mayor. La diversidad en las ganancias de peso es atribuible a la gran variabilidad en la composición de los orujos así como a la diferente concentración de taninos que se presenta en ellos. En vacas adultas durante los dos primeros tercios de gestación, así como en novillos en el período invernal, con ganancias de peso restringidas, para realizar crecimiento compensatorio en primavera, es posible incluir niveles de 25 a 30%, con las precauciones debidas respecto al aporte de los nutrientes deficitarios y considerando que el ensilaje o el heno representan la principal fuente de nutrientes.

2.2.5.4 Uso en bovinos de leche

El uso de orujo de uva en vacas de lechería, por las limitaciones que presenta, debe estar restringido sólo a vacas de producción baja o media (15-20 litros) y no debe superar el 20% de inclusión. Niveles superiores pueden afectar significativamente la producción de leche y aumentar el balance negativo del animal en la primera fase de la lactancia, por la disminución que produce en la actividad ruminal. En vacas de alta producción (sobre 25 L/día), su uso puede recomendarse en la fase final de la lactancia, no superando el 10% de inclusión.

2.2.5.5 Uso en otras especies rumiantes

Este residuo puede usarse en dietas tanto de ovinos como de caprinos, sin problemas de rechazo cuando se incluye en niveles bajos a medios. En ovinos, se ha visto que niveles de inclusión de hasta 25% de orujo, afectan en un grado mínimo la ganancia de peso y al incluirlo en 50% de la dieta, la ganancia se reduce en casi 30% (Negovanovic *et al.*, 1993). Dado que tanto los ovinos como los caprinos son más selectivos que los bovinos, es recomendable no incluir este residuo en niveles superiores a 20% de la

materia seca. Su uso en ovejas o cabras se recomienda principalmente para los dos primeros tercios de gestación, durante los cuales los requerimientos son bajos. En este caso, se puede incluir hasta 30% de la dieta. Durante el último tercio de gestación y durante la lactancia, el nivel de inclusión debe bajarse a 20% o menos.

2.3. RESIDUOS DE LA INDUSTRIA CERVECERA

En Chile, se cultivan alrededor de 100.000 hectáreas de cebada, las que se concentran principalmente entre la VII y X Regiones, siendo la IX la que presenta la superficie más extendida. La mayor parte de esta cebada va a procesamiento en las plantas cerveceras, que la someten a diversos procesos para obtención de cerveza, quedando distintos residuos durante las sucesivas fases del proceso industrial. Al término de la primera fase, en que la cebada ha brotado, se procede a secarla y extraer el germen o brote, dando origen al brote de malta (Figura 2.15). Posteriormente, en la segunda fase, en que por acción de las enzimas diastasa y maltasa, el almidón se ha transformado en maltosa y glucosa, se separa la parte líquida que se denomina malteado o malta y queda como residuo una parte sólida que se denomina orujo de cebada. Finalmente, durante el proceso de fermentación, sobre el líquido se produce una espuma que es rica en levaduras, la cual se retira y se seca, constituyendo la levadura de cerveza. De cada 100 kgs de cebada malteada, quedan entre 3 y 5 kgs de brotes de malta, 110 a 130 kgs de orujo de cebada, que contiene 70% de humedad, y 1,5 kgs de levadura de cerveza (Cañas, 1995; Boucqué y Fiems, 1988).

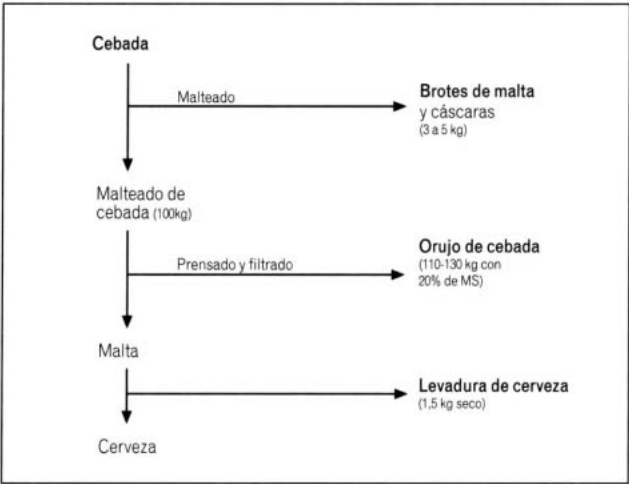


Figura 2.15 Proceso de obtención de la cerveza

Estos residuos que se generan en el proceso de obtención de la cerveza, tienen un potencial nutritivo para ser utilizados en alimentación de rumiantes. De los tres, el de mayor volumen es el orujo de cebada, por lo que es el más utilizado en alimentación de ganado.

2.3.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO

2.3.1.1 Brote de malta

El valor nutritivo de este residuo se caracteriza por una materia seca de 92-93%, un alto contenido de proteína bruta, que alcanza a 25-27%, de la cual sólo un 50% corresponde a proteína verdadera. La fibra bruta es baja, oscilando entre 14 y 17% y la digestibilidad de la materia seca es cercana a 80%. Estas características hacen de este residuo una buena fuente de nutrientes. Sin embargo, debido a un sabor amargo que posee, se presenta cierto grado de rechazo por los animales cuando es incluido en porcentajes altos en la ración. Las cantidades que se generan son pequeñas comparadas con las del orujo (Boucqué y Fiems, 1988).

2.3.1.2 Levadura de cerveza

La levadura de cerveza posee un elevado valor nutritivo, siendo una excelente fuente de proteína muy digestible y de alta calidad. En aves adultas y en cerdos, puede aportar un alto porcentaje de la proteína total de la dieta. La principal limitante es su elevado costo, por lo que su uso en alimentación animal y especialmente en rumiantes no se justifica económicamente. Presenta un 90% de materia seca, con 47-49% de proteína bruta, un bajo nivel de fibra cruda (2-3%) y un contenido de energía metabolizable de 3,0 Mcal/kg (Cañas, 1995).

2.3.1.3 Orujo de cerveza

El orujo de cerveza o bagazo presenta un buen valor nutritivo, siendo su principal limitante el alto contenido de humedad que posee, lo cual lo hace muy susceptible a fermentaciones y pudriciones. A ello se debe que este residuo sea utilizado principalmente por productores cuyos sistemas productivos están relativamente cerca de las plantas cerveceras, ya que el costo de transporte de la unidad de nutriente es muy alta por el alto contenido de agua (Cuadro 2.15).

La materia seca del orujo de cerveza puede variar entre 23 y 26%, dependiendo del proceso de prensado y del tiempo de almacenamiento. Esta cantidad de agua limita su transporte y además lo hace muy susceptible a fermentaciones y pudriciones, por lo cual es preferible ensilarlo para un mejor aprovechamiento.

Cuadro 2.15
Composición química y valor nutritivo del orujo de cerveza

COMPONENTE	AUTORES				
	1	2	3	4	5
MS (%)	24,0	23,6	--	25,0	23,0
PB (%)	26,0	24,4	25,0	19,3	28,0
FB (%)	16,0	15,9	24,5	17,3	14,0
FDN (%)	--	--	--	--	51,0
FDA (%)	23,0	--	--	--	22,0
EE (%)	--	7,1	9,0	--	6,9
EM (Mcal/Kg)	--	--	2,5	2,67	3,1
Cenizas (%)	--	4,4	4,0	--	4,0
DMS (%)	--	64,4	--	--	--

(1) Huber (1981); (2) Boucqué y Fiems (1988); (3) Boza y Ferrando (1989)
(4) Cañas (1995); (5) Feedstuffs (1990).

El contenido de proteína bruta es alto, fluctuando entre 19 y 28%, valor que depende de la cantidad de almidón que no haya sido fermentado en el proceso (Bath, 1981; Boucqué y Fiems, 1988). Esta proteína es de baja solubilidad y degradabilidad por lo que es muy adecuada en dietas en que hay un alto porcentaje de proteínas solubles o de urea. La fibra cruda puede variar entre 14 y 24%, siendo de alta digestibilidad ya que corresponde a estructuras de tejidos vegetales nuevos, sin lignina. El extracto etéreo puede llegar a 9,0%, lo cual incide en un mayor valor de energía metabolizable.

La digestibilidad de la materia orgánica fluctúa entre 64 y 70% (Boza, 1978; Cañas, 1995). El valor energético de este residuo equivale a un 80% del contenido de energía almacenado en la cebada, presentando valores de EM que fluctúan entre 2,5 y 3,1 Mcal/kg. Esta variación es explicada principalmente por los diferentes contenidos de extracto etéreo. El alto contenido energético, sumado al de proteína bruta, convierten a este residuo en una buena alternativa alimentaria tanto para vacas de lechería como para crianza/engorda de vacunos.

2.3.1.4 Recomendaciones generales para su uso

El uso del orujo de cerveza, por el alto contenido de agua, sólo se justifica en explotaciones ganaderas que estén relativamente cerca de la planta procesadora. De otra forma, el costo del flete por unidad de nutriente no compensará el aporte nutritivo del residuo. En estas explotaciones, el residuo puede utilizarse en forma fresca o ensilarlo para uso posterior. Esta última alternativa es la más recomendable ya que permite la estabilización de

los procesos fermentativos y evita fermentaciones anómalas. Al darse en forma fresca a los animales, es conveniente retirar los rechazos al día siguiente, de modo que en los comederos no se acumule material de fácil fermentación en el cual se pueden desarrollar hongos. El orujo seco permite mayores niveles de inclusión en rumiantes, ya que la palatabilidad es mayor. El ensilado de este residuo no tiene problemas y por la cantidad de carbohidratos solubles presentes, se debería desarrollar sin problemas una flora láctica que baje el pH. Debido al alto contenido de humedad, puede ser conveniente adicionarle heno en capas alternadas, de modo de evitar los efluentes y además mejorar las condiciones para una mejor fermentación.

Respecto al brote de malta, por sus características organolépticas no se puede incluir en niveles altos en dietas de vacas de lechería, ya que transmite un cierto sabor amargo a la leche. El acostumbamiento de los animales a la inclusión de orujo en sus dietas es relativamente rápido, mostrando gran preferencia por él. No sucede lo mismo con los brotes de malta, que producen un cierto rechazo inicial, sobre todo si la inclusión es alta. Sin embargo después de 3-5 días, el consumo es normal. El uso de orujo, directo de la fábrica procesadora al comedero, acarrea una serie de problemas derivados del alto contenido de agua que trae, generando problemas de pudrición y fermentación en los comederos y atrayendo gran cantidad de moscas, por lo que es preferible ensilarlo o colocarlo sobre una capa de heno o paja en el comedero, para que absorba los efluentes.

2.3.1.5 Uso en bovinos de carne

Ambos residuos y especialmente el orujo, pueden incluirse en las dietas de cualquiera de las categorías de los bovinos de carne. En terneros antes del destete, niveles sobre 20% pueden causar ciertos trastornos digestivos iniciales, los que disminuyen al ser combinados con heno de leguminosa, más el concentrado de iniciación, obteniéndose buenas respuestas productivas. En novillos, durante el período de crianza/engorda, estos residuos pueden constituir hasta un 20-30% de la dieta, siendo el contenido de agua la principal limitante del consumo. Durante la etapa de finalización o engorda, los niveles de inclusión pueden aumentarse a 40% siempre que la energía metabolizable de la dieta total se mantenga en los niveles adecuados para cubrir los requerimientos. En ambos casos, debido al bajo contenido de fibra del orujo, es recomendable incluir alguna fuente de fibra larga como heno o ensilaje, que mejore la funcionalidad ruminal (Boza,1978).

2.3.1.6 Uso en bovinos de leche

Al igual que en el caso de los bovinos de carne, el orujo de cebada puede usarse en cualquiera de las categorías del rebaño lechero. En terneras de crianza puede incluirse hasta un 15-20% de la materia seca total, sin efectos negativos. En vacas de producción

baja a media (12-20 L/d) puede incluirse hasta 20-30% de orujo o 15-20% de brote de malta. Algunos productores han observado ciertos efectos lactogénicos al incluir estos residuos, lo cual puede deberse al elevado contenido de extracto libre de nitrógeno que poseen y que pudiera favorecer una mayor disponibilidad de glucosa a nivel de la glándula mamaria. En vacas con producciones sobre 25 L/d, la inclusión de estos residuos no debe sobrepasar el 15% debido al alto contenido de agua, que afectaría el consumo de materia seca total. Al utilizar orujo seco, este porcentaje puede aumentarse a 20-25% (Boza, 1978).

2.4 RESIDUOS DE LA INDUSTRIA ACEITERA

Las semillas de oleaginosas constituyen la materia prima más importante para la producción de aceite, destacándose el raps, colza o canola, la soya y la maravilla. Pese a ello, existen otras fuentes de aceite que son importantes en muchos países, incluyendo Chile. Tal es el caso del olivo, el maíz, las pepas de uva, pepas de cítricos, pepas de tomate, lino, maní, algodón y coco. Estas semillas o frutos poseen la característica común de tener altos contenidos de aceites en su endosperma o en su mesocarpio, por lo que mediante procesos ya sea de presión o de solvente o mixtos, es posible obtener estos aceites para uso principalmente humano y dejar un residuo llamado afrecho o torta que tiene una alta concentración de proteína, generalmente de buena calidad y concentraciones variables de energía, dependiendo del proceso extractivo.

Los primeros procesos de extracción se basaban en la aplicación de presión sobre las semillas, lo cual permitía extraer sólo una parte del contenido de aceite. Sin embargo, el afrecho o torta resultante poseía un mayor valor energético, pero menor contenido proteico. Posteriormente se empezó a utilizar solventes, los cuales se aplican sobre las semillas previamente aplastadas. En la actualidad, aquellas oleaginosas que tienen sobre 40% de aceite son previamente prensadas y luego sometidas al solvente. Es el caso de la linaza, copra (coco), maní, raps y maravilla. Debido a la diferencia en los procesos extractivos y a la presencia o ausencia de la envoltura, el afrecho resultante es muy variable. Se presentan variaciones en la cantidad de fibra, en el porcentaje de proteína y en la concentración energética. Por ello, es muy recomendable realizar los análisis respectivos a las partidas de afrechos de oleaginosas que se adquieran, a fin de que las dietas puedan ser bien formuladas.

El éxito de algunos afrechos de oleaginosas en la producción animal ha tendido a reverter la importancia del aceite como producto prioritario respecto al subproducto, el cual cada vez ha ido adquiriendo mayor valor y, en muchos casos, el aceite ha llegado a tener menor importancia, dedicándose las semillas oleaginosas directamente a la producción animal. Todos ellos pueden ser utilizados en dietas tanto de monogástricos

como de rumiantes. Sin embargo, algunos presentan problemas por la presencia de sustancias perjudiciales para los organismos animales o sabores amargos que provocan rechazo y son causal de limitación para su inclusión en las dietas. Debido a que existe una amplia información respecto al uso de los diferentes afrechos, a continuación se presenta una breve caracterización y uso de los más importantes, dando mayor énfasis a aquellos menos comunes como el afrecho de aceituna.

2.4.1 AFRECHO DE RAPS

El raps se cultiva principalmente entre la VIII y X Regiones, con un total de 17.100 hectáreas (ODEPA, 1997). Durante el último decenio (1987-1997) la superficie ha disminuido desde 57.000 a 17.000 hectáreas, con un descenso en la producción total, desde 97.100 toneladas en 1987 a 37.400 toneladas en 1997.

El afrecho de raps presenta un contenido de proteína bruta que fluctúa entre 35 y 39%. Esta proteína es de alta calidad, comparándose con la del afrecho de soya, especialmente en la disponibilidad de lisina y metionina. Pese a ello, la disponibilidad de estos aminoácidos es algo menor que la del afrecho de soya. De esta proteína, un 26% corresponde a proteína *by-pass*. El contenido de fibra varía entre 12 y 15%, lo cual incide en su menor valor energético comparado con el del afrecho de soya, el cual alcanza un valor de 2,4-2,6 Mcal/kg de EM (Cuadro 2.16).

Cuadro 2.16
Composición química y valor nutritivo de oleaginosas

TIPO DE AFRECHO	MS	PB	EE	FDN	CEN	EM
			%			Mcal/kg
Afrecho de soya	90,2	52,0	1,6	19,3	3,0	2,8
Afrecho de raps	93,8	37,0	1,7	42,0	4,0	2,6
Afrecho de maravilla	90,4	33,6	0,8	37,0	3,0	2,0
Afrecho de algodón	92,7	44,0	4,7	--	6,6	2,6
Afrecho de linaza	90,9	37,3	4,8	--	6,2	2,6

Fuentes: Latin American Tables of Feed Composition (1974); Carrasco (1994).

La degradabilidad de la proteína es media a alta (70-85%), dependiendo de la tasa de flujo (Orskov, 1992), lo cual significa que un alto porcentaje es degradado en el rumen. El principal problema del uso de afrecho de raps está referido a los monogástricos, por los altos contenidos de isotiocianatos, compuestos que tienen efectos bocígenos y que pueden ser eliminados con lavado a alta temperatura, lo cual encarece el producto final.

En la actualidad, las nuevas variedades llamadas Canola producen un afrecho con mínimos niveles de isotiocianatos y glucosinolatos. En rumiantes, este problema no existe ya que estos productos son degradados en el rumen. No obstante, la presencia de dichos compuestos otorga al afrecho cierto sabor amargo que provoca el rechazo, cuando se le incluye en niveles altos.

Su uso en vacunos de carne está dado principalmente por el precio de la carne a productor, aunque es bastante utilizado en raciones de *creep-feeding* y en raciones de crianza engorda para mejorar el nivel de proteína de la dieta, especialmente cuando se emplea ensilaje de maíz. Niveles de inclusión sobre 15% provocan disminuciones fuertes en el consumo total. En vacas de lechería, puede constituir una importante fuente de proteína; sin embargo es necesario tener presente su alta degradabilidad. Por el problema de sabor amargo, al igual que en los bovinos de carne, no es conveniente sobrepasar el 15% de inclusión.

2.4.2 AFRECHO DE MARAVILLA

El cultivo de la maravilla se desarrolla principalmente entre la V y VII Regiones incluyendo la Metropolitana. La superficie ha experimentado un marcado descenso durante el último decenio, reduciéndose desde 30.000 hectáreas en 1986 a 4.200 hectáreas en 1997, por lo que la producción que en 1986 alcanzó a 54.400 toneladas, en 1996 sólo llegó a 5.900 toneladas (ODEPA, 1998). Esta disminución, observada también en el afrecho de raps, se debe a la baja en los precios internacionales del aceite crudo, lo cual sumado a la disminución de las tasas arancelarias ha permitido la importación y refinación de estos crudos en el país. El afrecho de maravilla es uno de los concentrados proteicos vegetales de mayor uso en la ganadería tanto de monogástricos como de rumiantes ya que en general posee muy pocas restricciones, las que se aplican fundamentalmente a monogástricos jóvenes.

La principal limitante que posee es el alto contenido de fibra que presenta, lo cual no permite un uso mayor en aves y cerdos en crecimiento, pero en rumiantes esta limitante se convierte en una ventaja desde el punto de vista del funcionamiento del rumen.

El contenido proteico puede variar desde alrededor de un 26% cuando no se ha descascarado la semilla, a 44% en semillas descascaradas. El contenido y la calidad de la proteína del afrecho de maravilla decortinado, es inferior al del afrecho de soya, especialmente por el menor contenido de lisina. Sin embargo, los contenidos de metionina y arginina son superiores. La fibra cruda puede variar entre 33% para el afrecho con cáscaras a 9% en afrechos decortinados, siendo este factor de gran incidencia en el precio. La energía metabolizable está a su vez muy influenciada por la presencia de la cáscara, alcanzando valores de 2,04 Mcal/kg en afrechos con cáscara y de 2,82 Mcal/kg

en los decorticados. La degradabilidad ruminal de la proteína del afrecho de maravilla es alta, por lo que la eficiencia de uso por parte del rumiante tiende a ser baja. Esto se puede mejorar aplicando tratamientos químicos al afrecho, lo cual disminuye significativamente la degradabilidad (Cerdea *et al.*, 1996) (Cuadro 2.16).

El uso de afrecho de maravilla en producción de carne está dado fundamentalmente por el precio, ya que no hay limitaciones para su inclusión en dietas de novillos en cualquiera de las etapas. En terneros sometidos a sistema de *creep-feeding*, se puede incluir hasta 30-40% de afrecho con cáscara y sin restricción en el caso de afrechos decorticados. En vacas de lechería, no hay limitaciones para su inclusión en la dieta, excepto en vacas de alta producción (sobre 25 L/d) en que se debe ajustar la energía, cuando se utiliza afrecho de maravilla sin descascarar. Al utilizar afrecho sin cáscara, en altos niveles de inclusión, debe proveerse una fuente de fibra larga como heno o ensilaje de maíz. No se presentan problemas de rechazo por parte de los animales y más bien tienden a tener una alta preferencia por él.

2.4.3 AFRECHO DE SOYA

En Chile no se cultiva el poroto soya, por lo cual todo el afrecho que se comercializa proviene de países cercanos, como Bolivia, Uruguay, Argentina y Paraguay. Este afrecho puede venir granulado o peletizado y su composición tiende a ser relativamente estable. Este recurso está considerado como una fuente de proteína standard o de referencia, ya que es muy utilizado en casi todo el mundo y su composición aminoacídica le otorga un alto valor biológico, por lo cual es un excelente complemento a la proteína de los cereales en dietas de aves y cerdos. El contenido de proteína bruta para el afrecho de soya con cáscara es de 30% y para el que ha sido descascarado fluctúa entre 48 y 51% dependiendo si el proceso extractivo fue mecánico o por solvente.

Esta proteína se caracteriza por presentar contenidos altos de lisina y contenidos medios de metionina y cisteína. La solubilidad de la proteína es alta, por lo cual es muy degradada en el rumen, llegando a 80% de degradación, lo cual hace que en ciertos rumiantes que requieren proteína *by-pass*, deba someterse a ciertos procesos para disminuir la degradabilidad (Cerdea *et al.*, 1996). El contenido de fibra cruda en el afrecho descascarado es bajo, oscilando entre 3 y 5%, lo cual le otorga una alta digestibilidad, cercana a 90% (Bath *et al.*, 1995). Este bajo nivel de fibra y la alta digestibilidad hacen que la energía metabolizable alcance valores entre 2,7 y 3,2 (Cañas, 1995; Bath *et al.*, 1995), lo que lo convierte en el afrecho de mayor valor energético tanto para monogástricos como para rumiantes (Cuadro 2.16).

Su uso en raciones para bovinos de carne está limitado por el precio, no justificándose una proteína de tan alta calidad y concentración para cubrir los requerimientos de estos

animales, salvo durante el período de pre destete o en raciones de *creep-feeding* para obtener altas ganancias de peso en terneros y aumentar los pesos de destete. Su uso en rumiantes se justifica más en vacas lecheras de alta producción debido a sus altos requerimientos proteicos. Sin embargo, como ya se mencionó, esta proteína es muy degradable, lo cual es necesario tener en cuenta para cumplir con los requerimientos de proteína *by-pass* en estos animales.

2.4.4 AFRECHO DE ALGODÓN

El algodón no se cultiva en Chile, excepto en pequeñas superficies en la I Región, por lo cual todo el afrecho o torta de algodón proviene de otros países como Perú o Ecuador. En países como Estados Unidos, se utiliza ampliamente como fuente proteica en engorda de vacunos.

El contenido de proteína bruta de este afrecho depende de la cantidad de cáscaras removidas durante el proceso de extracción así como del tipo de procesamiento y puede fluctuar entre 44,6% para afrechos derivados de procesos mecánicos y 54% para afrechos derivados de extracción por solventes (Cañas, 1995; Boucqué y Fiems, 1988). Esta proteína es deficiente en lisina, metionina y cisteína, por lo que es de inferior calidad que la del afrecho de soya y de maravilla; sin embargo es de baja solubilidad, por lo cual la degradabilidad a nivel ruminal es menor, no superando el 50%. El contenido de fibra es más alto que el del afrecho de soya, fluctuando entre 12 y 14%, lo cual deriva en una menor digestibilidad (75-78%) y menor contenido de energía metabolizable, que se sitúa entre 2,3 y 2,9 Mcal/kg (Cuadro 2.16).

Debido a la presencia de una sustancia tóxica denominada gosipol, este afrecho no es apropiado para monogástricos y se utiliza preferentemente en rumiantes, que pueden degradar este compuesto a nivel ruminal. Su uso en bovinos de carne dependerá del precio de mercado y puede incluirse en niveles de hasta 20% de la materia seca. En terneros durante el período predestete, no es recomendable superar el 15% de inclusión, debido a la presencia de gosipol. En vacas lecheras, los niveles de inclusión pueden subir a 25% de la materia seca total, pero en vacas de alta producción debe combinarse con otras fuentes proteicas que mejoren la proporción de los aminoácidos sulfurados y de lisina.

2.4.5 AFRECHO DE LINAZA

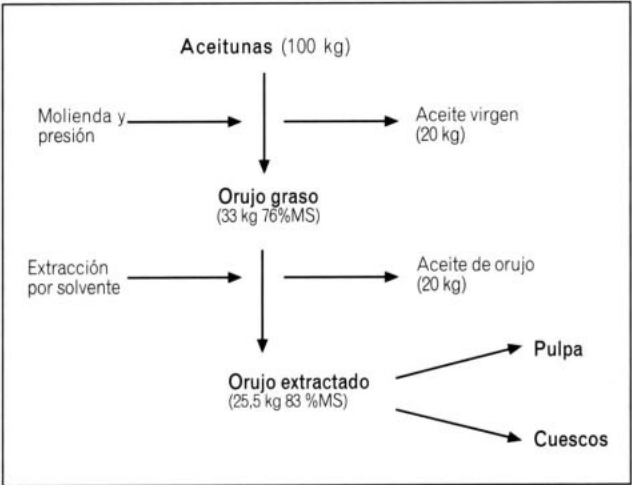
Este producto ha desaparecido del mercado nacional, debido a que la superficie cultivada es mínima y principalmente para obtener fibra textil. En otros países, se cultiva para uso industrial, obteniéndose el aceite de linaza.

El contenido de proteína bruta es de 30-40%, de la cual un 40% corresponde a proteína insoluble y por lo tanto poco degradable en el rumen (Cuadro 2.16). La fibra cruda alcanza valores de 9-10% y la digestibilidad es de 76% (Cañas, 1995; Boucqué y Fiems, 1988). La principal característica de este afrecho es la presencia de un mucílago que alcanza de 3-10%, el cual es indigestible para los monogástricos y además absorbe grandes cantidades de agua, lo cual causa problemas en los rumiantes ya que el tiempo de retención de la ingesta en el rumen se alarga y el consumo decrece. Sin embargo, desarrolla una acción protectora de las paredes ruminales e intestinales. La inclusión de este afrecho produce un pelaje lustroso en los animales, por lo que se utiliza frecuentemente para preparar animales para exposición.

Su uso tanto en bovinos de carne como de leche está limitado por la retención de agua que se produce en el rumen. En novillos, puede incluirse hasta 20-30% sin problemas, pero cantidades superiores pueden disminuir el consumo de materia seca total. En vacas de lechería de alta producción, no se recomiendan niveles sobre 10-15% por el mismo problema antes mencionado.

2.4.6 ORUJOS Y PULPAS DE ACEITUNA

La plantación de huertos de olivo en Chile se ha mantenido relativamente estable durante los últimos 10 años en alrededor de 3.000 hectáreas, las que producen 10.000 toneladas de aceitunas. Existen diversos procesos de extracción del aceite de oliva, por lo que hay gran diversidad de residuos generados (Figura 2.16).



Adaptado de Bouqué y Fiems (1988)

Figura 2.16. Proceso de extracción del aceite de oliva

En una primera etapa, la aceituna es sometida a molienda previa a la extracción mecánica, la que puede ser por prensado o por centrifugado. De este proceso se obtiene el aceite virgen y el orujo graso. Posteriormente este orujo graso se somete a proceso de extracción con solvente, obteniéndose aceite de orujo y orujo extractado. El orujo extractado se somete a un proceso de separación de la pulpa y del cuesco.

Por cada 100 kilos de aceitunas que se procesan, se producen alrededor de 33-40 kilos de orujo graso, el cual al ser sometido a extracción por solvente deja como residuo 25 kilos de orujo extractado, compuesto por 48% de pulpa de aceitunas o pulpa de oliva y 52% de cuescos (Tsatsaronis Sansoucy, 1985; Nefzaoui, 1988). Esto implica que habría una disponibilidad potencial de 2.500 toneladas de orujo extractado.

2.4.6.1 Composición química y valor nutritivo

El orujo graso presenta una composición química que varía según el tipo de proceso mecánico y la variedad de aceituna. El contenido de proteína bruta fluctúa entre 4,6 y 8,3%. El extracto etéreo varía entre 9,5 y 15,2% y la fibra bruta entre 42 y 52% (Gómez Cabrera *et al.*, 1983; Boucque y Fiems, 1988). La digestibilidad de la materia orgánica puede fluctuar entre 33 y 42% (Boucque y Fiems, 1988) dependiendo del porcentaje de cuesco que contenga (Cuadro 2.17).

Cuadro 2.17

Composición química de los diferentes residuos generados en la extracción del aceite de oliva

COMPONENTE	ORUJO GRASO S/CUESCO		ORUJO EXTRACTADO		PULPA DE ACEITUNAS		CUESCOS	
	V. MÍN	V. MÁX.	V. MÍN.	V. MÁX.	V. MÍN	V. MÁX.	V. MÍN	V. MÁX.
MS (%)	96,6	82,3	86,0	90,0	82,5	92,0	88,0	90,0
PB (%)	12,1	8,3	7,5	13,3	10,0	15,0	2,4	4,0
FC (%)	27,0	52,0	45,2	54,9	21,9	26,0	60,5	62,0
EE(%)	10,0	30,0	3,1	4,8	3,9	8,8	2,6	3,2
FDN (%)	--		80,2		70,8		92,7	
FDA (%)	61,24	59,9	71,1	58,3	--	71,8	73,6	--
DMS (%)	26,0	31,0	16,0	25,0	5,9	8,5	--	--
Cenizas (%)	3,0	14,5	5,7	8,5	--	--	1,4	1,9
EM (Mcal/kg)	1,2	2,8	1,0	--	--	--	--	--

Fuente: Boucqué y Fiems (1988); Gomes-Cabrera *et al.* (1983); Eraso *et al.* (1978); Nefzaoui (1988).

El orujo extractado presenta un mayor valor de proteína bruta, variando entre 7,9 y 15,8%, debido a la mayor extracción de grasas realizada. El extracto etéreo es menor, con valores entre 3,5 y 8,8%; la fibra cruda para el orujo con cuesco alcanza valores

entre 40 y 53%. En el orujo deshuesado, este porcentaje se reduce significativamente. En general, la digestibilidad de la materia seca, así como de sus componentes, es muy baja, inferior incluso a la de la paja de trigo. Para mejorar esta digestibilidad, se han utilizado diversas metodologías, ya analizadas anteriormente en las pajas de cereales. Los mejores resultados se han obtenido utilizando NaOH al 10% de concentración (Nefzaoui *et al.*, 1984), logrando aumentar la digestibilidad a 43%.

2.4.6.2 Uso en alimentación de rumiantes

El orujo graso es un residuo de buen valor alimenticio, especialmente desde el punto de vista del aporte energético, sin embargo debe ser utilizado rápidamente debido a la facilidad de enranciamiento, por el alto contenido de aceites insaturados. Por su elevado contenido energético es más recomendable utilizarlo en raciones de novillos en la etapa de engorda, en porcentajes que pueden llegar a 20-30% de la materia seca total (Gómez-Cabrera *et al.*, 1983) debiendo adicionarse melaza para mejorar la palatabilidad.

En vacas en lactancia, se puede incluir en niveles de 40-50%, siempre que se adicione melaza para aumentar el consumo y una fuente proteica para compensar las deficiencias del orujo (Eraso *et al.*, 1978). Debido a la baja digestibilidad de la materia orgánica, niveles superiores a los señalados afectan significativamente los procesos productivos. Sin embargo, en dietas de mantención se pueden usar mayores porcentajes de inclusión. En terneros durante el período predestete, puede incluirse a razón de 0,5-1 kg/an/día, los que se pueden aumentar a 1,5 kg/día cuando el ternero supera los 100 kilos de peso vivo (Eraso *et al.*, 1978).

En dietas de ovejas en la etapa final de gestación, el orujo graso puede incluirse en pequeñas cantidades, no más de 50 g/día, ya que se ha visto que al dar 100 g/día, las ganancias de peso se reducen y los corderos nacen con menor peso (Thèriéz et Boulez, 1970; Vera y Vega, 1977). En dietas de corderos en la etapa de crianza engorde, se puede incluir hasta 40% sin afectar las ganancias de peso vivo, pero sí la eficiencia de conversión (Gómez-Cabrera *et al.*, 1983; Eraso *et al.*, 1978). En el caso de los orujos extractados sin cuesco, el valor nutritivo es inferior al orujo graso, aún cuando tienden a presentar un mayor porcentaje de proteína; aunque el contenido energético es un tercio del orujo graso. En dietas de novillos, puede incluirse en porcentajes no superiores a 25% y debe compensarse las deficiencias en proteína y energía.

El valor nutritivo de la pulpa de aceituna es relativamente similar al del orujo extractado, excepto en el nivel de fibra que es mucho más bajo, ya que no contiene el cuesco. Presenta los mismos problemas de palatabilidad que los otros residuos. En vacas de lechería, puede incluirse en niveles de hasta 50% de la materia seca; sin embargo, pueden presentarse casos de distrofia muscular, lo cual puede corregirse con aplica-

ciones de vitamina E. En dietas de corderos, los niveles de inclusión no deben superar el 20-30%, ya que se afectan las ganancias de peso y las eficiencias de conversión.

2.5 RESIDUOS DE LA INDUSTRIA MOLINERA

De la industria molinera se generan diversos subproductos y residuos que se utilizan ampliamente en producción animal, tanto en monogástricos como en rumiantes. Los cereales más importantes en la industria molinera son el trigo, el arroz y el maíz. Cada uno de ellos genera subproductos o residuos diferentes en cuanto a composición química y valor nutritivo. Los volúmenes sumados de los residuos de estos tres granos llegan a las 400.000 toneladas, siendo el trigo el que más aporta residuo, dados los volúmenes que entran a molienda.

La molienda de los granos puede tener cuatro objetivos: el primero y más importante es la obtención de harina, generándose como residuos afrechos, afrechillos, harinillas y pulidos; el segundo objetivo es la obtención de aceite, que es el caso del maíz, proceso en que se genera germen y gluten además del afrecho; el tercer objetivo es la obtención de almidón, que también es el caso del maíz en que se producen como residuos el germen y el gluten, además del afrecho; y finalmente el último objetivo es la fabricación de alcohol, proceso en el cual los granos de maíz molidos son sometidos a proceso de malteado y posterior fermentación con levaduras, generándose como residuo el destilado de grano.

2.5.1 SUBPRODUCTOS DE LA MOLINERÍA DEL TRIGO

Los residuos generados en esta industria son los que más se utilizan en los diversos procesos productivos animales. Los volúmenes que se originan son del orden de 350.000 toneladas e incluyen no sólo los de la industria molinera de harina de pan, sino también la de masas. Los subproductos clasificados en función del contenido decreciente de fibra son: afrecho, afrechillo y harinilla. Adicionalmente se produce granza, que corresponde a la separación inicial de semillas de malezas, granos partidos, etc. Alrededor del 50% de los residuos corresponde a afrecho, un 45% a afrechillo y 1 a 5% a harinilla (Barber and Logsdale, 1980; Cañas, 1995).

2.5.1.1 Afrecho de trigo

Este residuo está compuesto por las capas exteriores del tegumento o corteza, más impurezas y residuos del primer tamizado. Contiene la mayor parte de las proteínas y vitaminas del grano de trigo y es el residuo que presenta mayor cantidad de fibra,

que varía entre 9 y 10%. El contenido de proteína bruta puede fluctuar entre 15 y 17% y la energía metabolizable entre 1,8 y 2,7 Mcal/kg (Cuadro 2.18).

Cuadro 2.18
Composición química y valor nutritivo de subproductos de molinería

SUBPRODUCTOS	MS	PB	EE	FC	CEN	EM
						Mcal/kg
			%			
Afrecho de trigo	88,1	--	4,8	11,4	5,3	2,9
Afrechillo de trigo	88,6	16,0	4,8	9,6	5,3	3,0
Harinilla de trigo	88,4	16,3	4,1	7,0	3,9	3,1
Afrecho de arroz	89,3	12,4	7,4	15,8	12,5	2,7
Harinilla de arroz	88,7	14,0	14,3	7,3	8,7	3,5
Pulido de arroz	87,7	12,6	4,1	16,7	20,0	3,4
Puntas de arroz	86,7	8,1	2,2	2,8	1,8	3,5
Gluten de maíz	91,3	19,7	3,8	10,6	2,9	3,5

Fuente: Tabla 1 Alimentos puros, concentrados y forrajes. Ministerio de Agricultura - FIA, Universidad Católica de Chile (1992).

Es muy palatable tanto para monogástricos como para rumiantes. Sin embargo, debido a la mayor cantidad de fibra y menor concentración energética, presenta menos valor nutritivo que los otros residuos. Debido a su volumen, se utiliza para bajar la densidad energética de mezclas de alimentos muy concentrados. En rumiantes, niveles sobre 40-50% provocan efectos laxantes, debido a la baja digestibilidad de la fibra. En bovinos de carne, los mejores resultados se logran cuando se incluye entre 20-30% de la dieta. En bovinos de leche, se puede incluir en porcentajes de 30-40% de la materia seca, especialmente durante la primera fase de la lactancia. En corderos, niveles de inclusión de 30% generan adecuadas ganancias de peso.

2.5.1.2 Afrechillo de trigo

Está compuesto por las capas más internas del tegumento o corteza. El contenido de proteína bruta es algo inferior al del afrecho, fluctuando entre 13 y 16%; la fibra cruda varía entre 9 y 11% y el contenido de energía metabolizable, entre 2,5 y 3 Mcal/kg (Cuadro 2.18). Debido al menor contenido de fibra, presenta un mayor valor nutritivo que el afrecho. En bovinos de carne, se puede utilizar en terneros en el período pre-destete a niveles de 20-30% y durante el período de engorda en niveles de 30-40%, recomendándose una fuente de fibra larga a fin de evitar problemas de funcionamiento ruminal y acidosis. En bovinos de leche, se puede incluir en porcentajes de 30-40%, con igual precaución que en los bovinos de carne. En corderos, los niveles de inclusión pueden variar entre 30-40%.

2.5.1.3 Harinilla de trigo

Este residuo está compuesto principalmente por la capa de aleurona y por el germen o embrión. Presenta mayor contenido de proteína bruta que los anteriores, el cual puede fluctuar entre 13,6 y 17%. El contenido de fibra cruda es inferior, variando entre 4,3 y 8% y la energía metabolizable entre 2,8 y 3,1 Mcal/kg (Cuadro 2.18). Por el mayor valor nutritivo, este residuo generalmente se utiliza en raciones de aves y cerdos. Su uso en rumiantes está restringido por el bajo nivel de fibra que posee, por lo que al incluirlo en niveles sobre 30% provoca problemas de acidosis ruminal y disminución de la materia grasa de la leche.

2.5.2 RESIDUOS DE LA INDUSTRIA MOLINERA DEL ARROZ

En Chile se cultivan alrededor de 33.000 hectáreas de arroz concentradas entre la VI y VIII Regiones, con una producción total de 153.000 toneladas (ODEPA, 1998). Todo este arroz es captado por las agroindustrias arroceras que se encuentran en las mismas regiones, para ser procesado. Del proceso industrial, se obtienen los siguientes residuos: afrecho, harinilla, pulidos y puntas. Además, se obtiene la cáscara del arroz, que no se utiliza en producción animal, por el alto contenido de sílice y lo aguzado de sus aristas.

2.5.2.1 Afrecho de arroz

Este residuo está compuesto por trozos de la cascarilla o gluma, el germen y restos del endocarpio. El valor nutritivo se caracteriza por contenidos de proteína bruta entre 10 y 13%; niveles de fibra entre 10 y 15%, extracto etéreo entre 8 y 15% y valores de energía metabolizable entre 2,6 y 2,8 Mcal/kg (Cuadro 2.18). Debido a la gran cantidad de grasa que posee, es muy susceptible a la rancidez cuando se almacena, por lo que se recomienda su uso rápido. Una forma de inactivar las grasas es calentándolo inmediatamente después del proceso de molienda (Cañas, 1995). En dietas para bovinos de carne, se puede incluir en niveles de hasta 40% de la materia seca cuando ha sido tratado y 25% cuando es fresco. En niveles mayores tiende a producir una grasa de cobertura más blanda. En dietas para bovinos de leche, debido al problema de rancidez, no se recomienda incluirlo en niveles mayores a 15-20%.

2.5.2.2 Harinilla de arroz

Este residuo está constituido por restos del endocarpio y por parte del endosperma. Su valor nutritivo es muy similar al del afrecho, a excepción del contenido de fibra bruta que es inferior (7%). Debido a esto, el contenido de energía metabolizable es más alto, alcanzando valores de 2,9-3,1 Mcal/kg (Cuadro 2.18). Al igual que el afrecho, presenta altos

contenidos de extracto etéreo, que lo hacen susceptible a la rancidez. Los niveles de incorporación en dietas para rumiantes son similares a los señalados para el afrecho; sin embargo en la harinilla es necesario aumentar el nivel de fibra de la ración.

2.5.2.3 Pulidos y puntas

Estos dos residuos se producen en pequeñas cantidades y en Chile en muchos molinos se incluyen dentro de las harinillas. El pulido corresponde al proceso de limpieza del grano y su principal característica es el bajo nivel de fibra cruda (3%) por lo que presenta mayor contenido de energía metabolizable (3,2 Mcal/kg) que la harinilla. Las puntas en tanto, son trozos de grano o despuntes.

2.5.3 RESIDUOS DE LA INDUSTRIA MOLINERA DEL MAÍZ

El maíz se procesa industrialmente para obtener almidón y aceite. El proceso contempla una molienda del grano húmedo y posterior procesamiento para separar los productos de interés. De este procesamiento, se generan diversos subproductos (Figura 2.17), los cuales se comercializan ya sea en forma separada o mezclados.

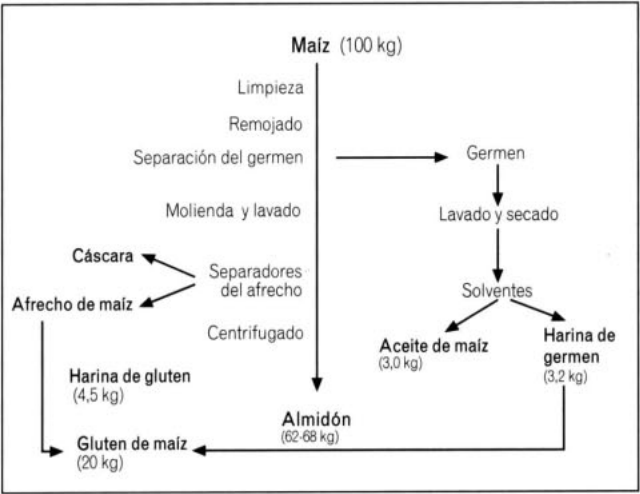


Figura 2.17. Proceso de industrialización molinera del maíz

Debido a que el gluten de maíz puede estar constituido por diferentes porcentajes de los subproductos, su composición química puede ser muy variable (Cuadro 2.18). A excepción del afrecho, todos los otros subproductos presentan altos niveles de proteína, la cual

se considera de similar calidad a la de soya; bajos niveles de fibra y altas concentraciones de energía (Boucque y Fiems, 1988). Estas características permiten que pueda ser incluido en dietas de vacunos de carne, con máximos de 70%, en el caso del producto húmedo y de 50% en el caso del producto seco. Sin embargo, en la medida que sobrepasa el 40% de inclusión las ganancias diarias disminuyen significativamente.

Estudios realizados por diferentes autores (Porte y Coquelet, 1989; Coquelet y Porte, 1989) indican que las ganancias de peso obtenidas al incluir gluten húmedo de maíz en niveles de 38 y 60%, son altas. Sin embargo disminuyen significativamente al aumentar a 80% de inclusión, lo cual es probable que se deba al porcentaje de humedad del producto, que limitaría el consumo. Además la concentración energética del gluten es alta, por lo cual se podría haber producido una disminución del consumo por alta ingestión de energía.

En otros estudios en que se ha comparado el gluten de maíz con destilados de grano, afrecho de algodón o mezcla de maíz con afrecho de soya (Allison y Poore, 1995; Poore and Mueller, 1996), las ganancias diarias han sido muy similares alcanzando niveles de 0,97-1,09-1,1 y 1,17 kg/día respectivamente, con eficiencias de 7,1-6,2-6,0 y 6,1 respectivamente. En vacas lecheras durante la lactancia, los niveles recomendados son de 15-20% de inclusión en el caso de gluten de maíz húmedo y 25-30% en el caso de gluten seco. Niveles superiores provocan disminución en el consumo total de MS y bajas en la producción. (McLeod, 1985; Boucquè y Fiems, 1988)

2.6 RESIDUOS DE LA OBTENCIÓN DE ALCOHOL

Las industrias productoras de alcohol utilizan diversos sustratos para obtenerlo, siendo los más comunes los cereales, la papa, orujo de uva y melaza de remolacha. De los cereales, dependiendo del país, se utilizan maíz, cebada, trigo, centeno, avena, etc. Como resultado del proceso de fermentación y destilación, se producen diferentes subproductos dentro de los cuales destacan los solubles de destilado y los destilados de grano o de papa o la melaza desacarizada.

2.6.1 DESTILADOS DEL GRANO DE MAÍZ

Del grano de maíz, sometido a los procesos de obtención de alcohol, se obtienen dos residuos, uno consistente en la fracción soluble de la fermentación y otro en la fracción sólida, llamada también destilado de grano. En muchos casos, se mezclan estos dos componentes.

De cada 100 kilos de maíz fermentado, se obtienen alrededor de 53 kilos de residuo, cuyo componente principal es el destilado de grano (Figura 2.18).

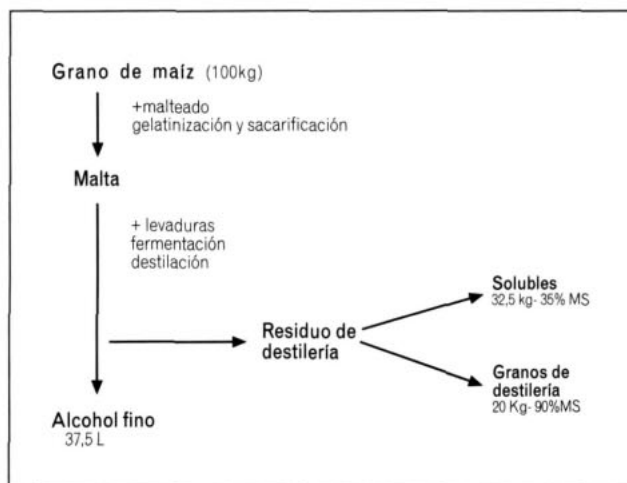


Figura 2.18. Proceso de obtención de alcohol de maíz

Estos subproductos se caracterizan por presentar niveles altos de proteína bruta y de energía metabolizable, por lo cual constituyen excelentes recursos alimenticios para ser utilizados en alimentación de rumiantes. La inclusión de destilados de grano en dietas de bovinos de carne se sitúa entre 25 y 35%, obteniéndose ganancias de peso de 1,0 a 1,2 kg/día, cuando este producto se incluye en 24% acompañando a ensilaje de maíz o de vicia/avena (Allison y Poore, 1995).

En vacas de lechería, durante el período de lactancia, se ha determinado que hasta con un 40% de inclusión, base materia seca, las respuestas en producción de leche y contenido de materia grasa son adecuadas, provocándose disminuciones con porcentajes de inclusión mayores (Boucque y Fiems, 1988).

2.6.2. RESIDUOS DE LA DESTILACIÓN DE LA PAPA

La papa se utiliza como materia prima base para obtención de almidón y de alcohol. En este proceso se generan dos residuos, uno proveniente de la extracción de la cáscara o pelado y el otro, de la fermentación, llamado destilado de papa. De cada 100 kilos de papas, se obtienen alrededor de 5 kilos de cáscaras y alrededor de 132 litros de destilado, que contiene aproximadamente 6% de materia seca (Boucque y Fiems, 1988) (Figura 2.19).



Figura 2.19. Proceso de obtención de alcohol de papa

Por el bajo porcentaje de materia seca que presenta el destilado, no se emplea mayormente en alimentación animal y no existen antecedentes bibliográficos que permitan hacer recomendaciones para su inclusión en dietas de rumiantes. Las cáscaras de papas pueden emplearse en dietas de rumiantes, considerando que presentan un porcentaje importante de almidón además de la proteína que está en la capa inmediatamente siguiente a la cáscara.

El contenido de materia seca fluctúa entre 11 y 25% dependiendo del tiempo post-procesado; la proteína bruta puede variar entre 7 y 14%, variación que se debe a la diferente cantidad de fécula que pueda quedar adosada a la cáscara. El contenido de extracto etéreo es bajo (2,5-4%) y presenta un elevado contenido de extracto no nitrogenado, que corresponde principalmente a polisacáridos de reserva.

2.7 RESIDUOS DEL PROCESADO DE PRODUCTOS HORTOFRUTÍCOLAS

Además de la agroindustria que procesa frutos para obtención de pulpas y jugos concentrados, existen otras cuyo objetivo es congelar o secar frutas y hortalizas, para consumo humano. Estas plantas procesadoras utilizan ya sea frutos, trozos de tallos, hojas o tubérculos, trozos de inflorescencias, etc. En la etapa de selección de la materia prima, se descarta aquella que no posea las condiciones adecuadas para su procesamiento, produciéndose una gran cantidad de desechos. Estos residuos presentan gran concentración de nutrientes y son de alta digestibilidad, siendo además muy apetecidos por los animales. La disponibilidad es estacional, ya que

se trata de especies que se cultivan sólo en ciertas épocas del año. Todos estos residuos presentan altos contenidos de humedad, por lo que son muy susceptibles a ataques de hongos y pudriciones. Por ello, deben ser utilizados rápidamente luego de salir del proceso o ser conservados mediante procesos de ensilado. La información existente en cuanto a su uso por animales rumiantes es muy limitada. Dentro de las especies frutícolas y principalmente a nivel de planta seleccionadora y embaladora y de centrales acopiadoras, destacan las manzanas, peras, uvas y otras.

2.7.1 RESIDUOS DEL PROCESAMIENTO DE HORTALIZAS

Dentro de las especies hortícolas que se procesan para congelados, enlatados o secado, las más importantes son: espárragos, zanahorias, betarragas, porotos verdes, habas, arvejas verdes, tomate, brócoli y repollo de Bruselas. La mayoría de estos residuos corresponden a descartes de la materia prima ya sea por daños, estado de madurez inapropiado, contaminación y otros factores similares. Sin embargo, por corresponder a estructuras vegetales relativamente nuevas, poseen elevadas concentraciones de nutrientes y son de alta palatabilidad.

Descartes de zanahorias

En las plantas de secado, de congelado o de envasado al vacío, se generan cantidades variables de descartes y rechazos, consistentes en zanahorias de tamaño pequeño o dañadas por insectos o enfermedades. A esto se suman las coronas y ápices finales que son eliminados. Este residuo presenta amplias posibilidades de ser utilizado en alimentación de rumiantes. Su valor nutritivo se caracteriza por un 10-12% de materia seca, con 10-13% de proteína bruta y una digestibilidad entre 74 y 84%.

Su uso en dietas de bovinos de carne o leche no presenta mayores limitaciones y es factible obtener consumos de 20-25 kg/día. Es recomendable acompañar este residuo con heno o con ensilaje y en el caso de requerir mayores ganancias de peso, se debe incorporar una fuente proteica vegetal (afrechos de oleaginosa) (Bath, 1981). En bovinos de carne, al ofrecer una dieta compuesta por 17 kilos de zanahorias de descarte más heno y afrecho de oleaginosa se pueden obtener ganancias de 700-800 g/día. En vacas de leche, es factible sostener lactancias de 18-22 litros, con dietas incluyendo 20-25 kilos de zanahorias de desecho.

Descartes de cebollas

En las industrias que procesan la cebolla ya sea para secado, envasado al vacío u obtención de extracto, se generan diversos residuos compuestos principalmente por bulbos no aptos, envolturas, tallos y trozos de bulbos. Su valor nutritivo se caracteriza por presentar 90% de materia seca, 10-12% de proteína bruta y 57-62% de digestibilidad

(Bath, 1981). Su uso en alimentación de rumiantes tiene restricciones debido a la presencia de alcaloides que pueden provocar anemia y toxicidad en bovinos, equinos y en menor proporción en ovinos. De esta forma, no es conveniente dar este residuo como único alimento y en el caso de bovinos, es preciso limitarlo a un máximo de 8 kg/día. En vacas de lechería es preferible no utilizarlo debido a que los aromas típicos de la cebolla pueden fácilmente traspasarse a la leche.

Descartes de repollo de Bruselas

En el cultivar queda una biomasa residual importante una vez cosechados los repollos y en la planta de procesado se produce un descarte de aquellos brotes dañados por plagas o enfermedades. A esto, se agrega un residuo compuesto por trozos de brotes, tallos y hojas. Este residuo presenta un valor nutritivo caracterizado por 10-15% de materia seca, 29-33% de proteína bruta y 73-76% de digestibilidad (Bath *et al.*, 1995). Su uso en rumiantes debe orientarse principalmente a bovinos de carne u ovinos, ya que en vacas de lechería puede afectarse la condición organoléptica de la leche. En bovinos de carne debe ser acompañado por heno o ensilaje de gramíneas, ya que posee un elevado contenido de proteínas. Debido al alto porcentaje de agua que presenta, su uso depende de la distancia entre la planta de procesado y el predio.

Descartes de coliflor

Un porcentaje importante de la coliflor va a procesamiento para congelado o envase al vacío. En este proceso, porcentajes variables de la inflorescencia se descartan ya que presentan daños de insectos o de hongos. Además, la mayor parte del tallo que acompaña a la inflorescencia se descarta. El valor nutritivo es elevado y se caracteriza por poseer 7-8% de materia seca, 29-30% de proteína bruta y 70-75% de digestibilidad (Manterola y Cerda, 1991; Bath *et al.*, 1995). No existen antecedentes que limiten su uso en bovinos de carne o en ovinos, sin embargo en bovinos de leche es probable que al incluirlo en altos porcentajes, puedan traspasarse ciertos aromas y sabores a la leche.

Descartes de espárragos

En la industria de procesado, los espárragos son sometidos ya sea a un proceso de enlatado o de congelado. En ambos casos, hay un gran porcentaje que se descarta ya sea por diámetro, daño apical o forma. Además se agrega el recorte que se hace a los tallos en la parte basal o despunte. Este residuo presenta un buen valor nutritivo, caracterizado por un 18-25% de materia seca, 15-17% de proteína bruta y 50-55% de digestibilidad (Manterola y Cerda, 1995; Bath *et al.*, 1995). Su uso en rumiantes puede estar limitado por los efectos diuréticos que posee pero, en general, no tiene principios tóxicos. Es recomendable ofrecerlo mezclado con ensilaje de maíz o de vicia avena o con cama de broiler.

Descartes de brócoli

El brócoli es muy similar a la coliflor en cuanto a los procesos agroindustriales a que es sometido. El residuo está compuesto por descartes de inflorescencia, tallos y hojas. El valor nutritivo se caracteriza por presentar un 9-12% de materia seca, un 33% de proteína bruta y un 70% de digestibilidad (INIA,1982). Su uso al igual que en la coliflor debiera orientarse al bovino de carne para evitar problemas organolépticos en la leche.

Descartes de maíz dulce

El maíz dulce es sometido a procesos de enlatado o congelado. Además, parte es desgranado y parte se troza incluyendo la coronta. El residuo que se genera está compuesto por partes variables de mazorcas de descarte, chalas, granos dañados y corontas. Este residuo constituye un excelente aporte energético y su valor nutritivo se caracteriza por un 23-25% de materia seca, un 8-9% de proteína bruta y un 70-75% de digestibilidad (Bath,1995). Es un residuo que fermenta con mucha facilidad, por lo que es necesario o secarlo o someterlo a un ensilado. Su empleo en dietas de rumiantes no tiene restricciones y los niveles de inclusión dependerán del proceso productivo y de la distancia entre la planta de procesado y el lugar de destino, ya que tiene alto contenido de humedad.

2.7.2 RESIDUOS DEL PROCESAMIENTO DE FRUTAS

Una vez cosechada la fruta, a nivel de *packing* o de la agroindustria, es sometida a un proceso de selección y lavado, donde se descarta la fruta dañada por insectos o por hongos, la fruta partida o de pequeño tamaño que no se considera apta para consumo humano directo. Algunas de estas frutas se utilizan para elaboración de mermeladas y pulpas, pero una parte importante se desecha, constituyendo un problema para los *packings* por la contaminación ambiental que se produce.

Este residuo contiene frutas de descarte, hojas y pedúnculos en proporciones variables, por lo que el valor nutritivo sigue este mismo patrón. La característica común a los descartes de distintas frutas es su alto contenido de humedad y la facilidad de descomponerse o sufrir fermentaciones alcohólicas, por lo que su uso debe ser inmediato o bien deben ser sometidos a un ensilado para conservarlos. Muchas de las frutas, por su tamaño, son difíciles de consumir por los rumiantes, a menos que se trocen, y existe el riesgo de provocar atragantamiento y asfixia.

La información obtenida a nivel de huertos y *packings* indica que entre un 15 y 20% de la cosecha de frutas queda como descarte. Esto significa que si en Chile se producen 500.000 toneladas de manzana por ejemplo, habrá entre 75.000 y 100.000 toneladas de frutas de descarte. Suponiendo que un 50% va a mermeladas y jugos, quedarían entre

37.500 y 50.000 toneladas de desecho. Si a esto se suman aquellas provenientes de los duraznos, damascos, peras y ciruelas, se podría estimar que al año se generan entre 150.000 y 200.000 toneladas de frutas de desecho.

Este residuo, cuando proviene de pomáceas (manzanas y peras) es aprovechable en su totalidad por el ganado, en cambio aquellos residuos provenientes de frutas de carozo (durazno, ciruela, damasco) presentan el problema del huesco, que generalmente es duro, aunque se ha comprobado que los bovinos pueden triturarlo y aprovechar la nuez que está en su interior. En ambos casos, la pulpa posee elevados contenidos de fructosa, que puede ser aprovechada tanto por rumiantes como por monogástricos.

Desde el punto de vista nutricional, este residuo aporta principalmente energía, ya que el contenido de PB es bajo (Cuadro 2.19). Por ello debe ser acompañado de fuentes proteicas y de fuentes de fibra en el caso de incluirlo en dietas de rumiantes. El valor nutritivo de este residuo se caracteriza por presentar bajos niveles de proteína, fibra y extracto etéreo y altas digestibilidades, lo cual lo convierte en un verdadero concentrado energético debido al alto contenido de carbohidratos solubles, especialmente fructosa.

Cuadro 2.19
Valor nutritivo de distintas frutas de desecho (%)

TIPO DE FRUTA	TND	PB	EE	FB	CEN	CA	P
Ciruelas secas	81,0	5,3	2,9	13,1	--	0,1	0,1
Damascos secos	77,1	6,0	--	--	--	--	--
Duraznos frescos	80,0	8,7	3,7	10,3	--	--	--
Manzanas frescas	70,0	2,8	2,2	7,3	2,4	0,06	0,06
Naranjas	78,1	7,5	1,9	11,3	4,4	0,10	0,60
Peras	86,7	6,1	2,1	--	--	--	--

Fuente:Laboratorio de Nutrición Animal, Departamento de Nutrición Animal. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Las frutas frescas de desecho presentan altos contenidos de agua, lo que diluye los nutrientes y disminuye el consumo total. Además, el alto contenido de azúcares las hace muy susceptibles a fermentaciones alcohólicas y a ataques fungosos, que disminuyen el valor nutritivo. Debido a estos factores negativos, es recomendable utilizarlas rápidamente y en lo posible colocarlas en comedero aparte, de modo de no afectar los otros componentes de la ración. La conservación de estos residuos es difícil, por los factores mencionados, pero es factible realizar ensilajes, en los cuales se producirá un proceso de fermentación alcohólica, para posteriormente estabilizarse. El secado con combustibles fósiles o energía eléctrica es de alto costo, por lo que no se justifica su empleo.

2.7.2.1 Uso en alimentación de rumiantes

Estos residuos pueden utilizarse tanto en bovinos de carne como de leche, ya que aportan energía rápidamente disponible al sistema ruminal. Sin embargo, un consumo muy alto puede provocar acidosis ruminal y disfunción de la microflora, debido a la baja del pH. Para su consumo se deben colocar en comederos ojalá de cemento, metálicos o de plástico para poder realizar lavados periódicos y evitar fermentaciones y pudriciones. Es además recomendable que dichos comederos no posean ángulos internos, a fin de facilitar la limpieza. En bovinos de carne, se pueden utilizar estos residuos en todas las categorías de animales, pero es más recomendable incluirlos en las dietas de animales sobre 300 kilos, los cuales requieren mayor relación energía /proteína en la dieta ya que están iniciando la etapa de deposición de grasas.

Manzanas de descarte

Además de las manzanas que entran a proceso de extracción del jugo y cuyo residuo es la pomasa, un porcentaje importante va a secado, o bien queda como fruto de descarte en los *packings*, debiendo utilizarse en forma rápida. El valor nutritivo se caracteriza por un contenido de materia seca que fluctúa entre 15-18%, con 2,8% de proteína bruta y una digestibilidad de 70-80% (Bath *et al.*, 1995). El ganado bovino tiene gran apetencia por ella, pero debe entregarse trozada a fin de evitar los problemas mencionados anteriormente.

Este recurso alimenticio aporta principalmente carbohidratos solubles, del tipo de los azúcares, por lo que la dieta debe complementarse con heno, ensilaje y alguna fuente proteica de origen vegetal. La permanencia de este residuo en el comedero por algunos días provoca fermentaciones y contaminación con hongos que pueden causar toxicosis al ganado o alterar su normal comportamiento por el alcohol. En muchos casos, cuando se dispone de grandes cantidades de este residuo, es factible ensilarlo y utilizarlo posteriormente. Sin embargo, deben tenerse precauciones con la fermentación alcohólica que se desarrolla.

Duraznos de descarte

Aún cuando gran parte de los duraznos con daños van a procesamiento para mermeladas o jugos, una parte importante puede quedar disponible para ser utilizada en alimentación animal. El cuesco del durazno no representa problemas para el vacuno, el cual generalmente lo descarta y en muchos casos lo tritura para obtener la semilla o almendra. El valor nutritivo se caracteriza por presentar un 10% de materia seca, un 8-9% de proteína bruta y un 80% de digestibilidad (Bath, 1981). En cuanto a su uso en dietas de rumiantes, se han obtenido buenos resultados en ganancias de peso, al dar 10-15 kilos de duraznos frescos, junto con heno y ensilaje, no observándose rechazos. El durazno conservero, por su consistencia, puede causar los mismos problemas que la manzana,

por lo que es recomendable trozarlo. Al dar duraznos secos (descaroizados), los animales tienden a consumir menos y después de 4-5 días, se presenta un rechazo. En este caso, niveles de 1,5-2,5 kg/día no afectan el consumo y se logran adecuadas ganancias de peso, al mezclarlos con heno, ensilaje y fuentes proteicas vegetales.



Figura 2.20. Descarte de durazno conservero

Peras de descarte

En el caso de peras frescas de descarte, se ha visto que los vacunos tienden a rechazarlas en mayor grado que los duraznos, lo cual se acentúa cuando las peras están afectadas con hongos o pudriciones. En cuanto al valor nutritivo, presentan un 15-17% de materia seca, con un 3-4% de proteína bruta y 70-85% de digestibilidad (Bath, 1981). En relación con su inclusión en dietas de rumiantes, se ha determinado que la incorporación de hasta 5-10 kilos de peras de desecho no causa problemas al incluirlas en la dieta de vacas secas o de vaquillas de crianza. Las peras, por su tamaño, pueden causar problemas de atragantamiento en los vacunos, especialmente en los animales jóvenes, por lo cual se recomienda trozarlas o triturarlas. En cuanto a las peras secas, no hay restricciones en su uso y no se han observado efectos laxantes cuando se han proporcionado 3 kg/día.

Ciruelas de descarte

Su valor nutritivo está dado por un 10-15% de materia seca, un 5-6% de proteína bruta y un 50-60% de digestibilidad (Bath, 1981). En cuanto a su uso en alimentación de rumiantes, se han obtenido buenos resultados en ganancias de peso de novillos, al ofrecer esta fruta de desecho en forma fresca mezcladas con heno y ensilaje. Sin embargo, sobre los 7-8 kg/día, se produce un rechazo por los animales. Pese a ello no se presentan problemas de diarreas y el animal no consume los cuescos, aunque en algunos casos los tritura y consume la almendra. Si se trata de ciruelas secas, su valor nutritivo se caracteriza por

presentar 75% de materia seca, 2,6% de proteína bruta y una digestibilidad de 74%. A diferencia de la ciruela fresca, al ofrecer sobre 3 kilos se produce un rechazo. En vacas lecheras, se ha observado cierta incidencia de diarreas y baja en el consumo total de materia seca al incluir 4 kg/día de ciruelas secas sin huesco.

Uvas y pasas de descarte

Las uvas de mesa no aptas para consumo pueden ser utilizadas en alimentación de rumiantes sin ninguna restricción. Se ha visto que vacas de lechería han consumido hasta 17 kilos de uvas (incluye escobajo) sin mostrar efectos negativos. El valor nutritivo de este residuo se caracteriza por un 14% de materia seca, un 8% de proteína bruta y un 85% de digestibilidad (Bath, 1981). El contenido de azúcares que posee lo hace muy atractivo para los animales; pese a ello, no debe constituir la única fuente de alimentos, ya que provoca trastornos al funcionamiento del rumen y cambios en la flora ruminal. Debido a su rápida fermentación, no es recomendable que los residuos permanezcan muchos días en el comedero.

En el caso de las pasas, el valor nutritivo es algo inferior, con menor contenido de proteína bruta (4%) y menor digestibilidad (48-53%). En cuanto a su uso en rumiantes, no se han detectado efectos negativos con consumos de hasta 3 kg/día en vacas, pero al igual que las ciruelas secas, es probable que con mayores cantidades se produzcan problemas de diarreas o rechazos y alteraciones en el funcionamiento ruminal.

Residuos de poda de huertos

Estos residuos están constituidos por hojas ya sea verdes o en estado senescente y tallos de dos años y de la temporada. La mayor concentración de nutrientes se sitúa en las hojas. Las especies de hoja persistente mantienen relativamente constante el valor nutritivo de las hojas. En cambio, en aquellas de hoja caduca, los nutrientes se traslocan a los sitios de reserva, quedando un material de bajo nivel nutritivo. En Chile no existe información al respecto, sin embargo en los países europeos como España y Francia se han estudiado los residuos de poda del olivo, de la vid y de algunos árboles forestales como la encina, el álamo y el fresno. Para estos países, sobre todo en aquellas zonas en que nieva mucho y el suelo queda cubierto, estos recursos son de gran importancia como forraje de mantención (Boza y Ferrando, 1988).

Sarmiento de vid

Es uno de los recursos utilizados que se caracteriza por presentar 6,7% de PB, elevados contenidos de pared celular (51,7%) y una digestibilidad de 42,7 %. Estas características lo asemejan a una paja de cereal, por lo que sólo sirve para cubrir los requerimientos de mantención. Para mantener este valor nutritivo hasta el período invernal, se recomienda ensilarlo sin aditivos (Alvira *et al.*, 1983).

Ramón de olivo

Se obtiene de la poda del olivo y constituye otro recurso utilizado tanto en Francia como en España para la alimentación de ovinos y caprinos. Presenta un contenido de PB de 7%, un contenido de pared celular de 42%, un 15,6% de lignina y una DMS de 52,2%. El ramón de olivo es bien aceptado tanto por ovinos como por caprinos, constituyéndose en un forraje importante para la mantención de estos animales durante los periodos de otoño e invierno (Guerrero, 1982). En bovinos se ha observado un bajo consumo voluntario de éste, con serios trastornos digestivos por acumulación excesiva de trozos leñosos en el omasum, problema que se disminuye al someterlo a picado (Parrellada *et al.*, 1983). Sin embargo en estudios realizados en Creta por Nigh (1977) se obtuvieron buenas respuestas en producción de leche, utilizando principalmente las hojas y los tallos más finos. Las hojas frescas presentan un mayor valor nutritivo ya que poseen 11,4% de PB (Alibes *et al.*, 1982).

2.8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, A. A., Smith, N. E. and Baldwin, R. L. 1984. Nutritional value of almond hulls for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 67:97-103.

Alibes, X., Muñoz, F., Faci, R., Pérez-Lansac, J. y González, A. 1982. Valor alimenticio para rumiantes de la hoja de olivo seca. XX Reunión Científica de la SINA. Zaragoza, España. 10p.

Alibes, X., Maestre, M. R., Muñoz, F., Consella, J. y Rodríguez, J. 1983. Nutritive value of almond hulls for sheep. *Anim. Feed. Sci. and Technol.* 8:63-68.

Alibes, X., Muñoz, F. and Rodríguez, J. 1984. Feeding value of apple pomace silage for sheep. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 11:189-197.

Allison, B. and Poore, M. 1995. Feeding value of corn gluten feed, distillers grains and whole cotton seed in corn silage-based rations for growing steers. *North Caroline State Univ. Ext. Anim. Husb. Prog. Rep.* 94.

Alvira, P., Rebole, A. y González, G. 1983. Valoración química-bromatológica del sarmiento de vid. *Aima* 24: 472-478.

Ammerman, C. B., Arrington, L., Loggins, P., McCall, J. and Davis, G. 1963. Nutritive value of dried tomato pulp for ruminants. *J. Agric. Food Chem.* 11: 347-349.

Anrique, R. 1992. Caracterización nutricional y uso de algunos subproductos para alimentación de rumiantes. En: Latrille, L. y Balocchi, O., eds. *Producción Animal*. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Instituto de Producción Animal.

- Barber, W. P.** and Lonsdale, C. R. 1980. By-products from cereal, sugar beet and potato processing. In: By-products and wastes in animal feeding. Br. Soc. Anim. Prod., Occas. Publ., N° 3: 61-69.
- Barbieri, M.** 1993. Comportamiento productivo de novillos Hereford alimentados con dietas de engorda que incluyen niveles crecientes de pomasa de tomate conservada. Memoria de Título. Ing. Agr. Escuela de Agronomía. Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. 68p.
- Bath, I. D.** 1981. Feed by-products and their utilization by ruminants. In: Huber, T., ed. Upgrading residues and by-products for animals. pp 2-16.
- Bath, D.,** Dunbar, J., King, J., Berry, S. and Olbrich, S. 1995. Byproducts and unusual feedstuffs. Feedstuffs. Reference Issue. July 19, 1995. Vol. 67, N° 30.
- Boucqué, Ch. V.** and Fiems, L. O. 1988. Vegetable by-products of agroindustrial origin. In: De Boer, F. and Bickel, H., eds. Livestock feed resources and feed evaluation in Europe, 19(1988):97-135.
- Bovard, R.,** Rumsey, T., Oltje, R., Fontenot, J. and Priodi, B. 1977. Supplementation of apple pomace with nonprotein nitrogen for gestating beef cows. II. Skeletal abnormalities of calves. J. Anim. Sci. 46:523.
- Boza, J.** 1978. Utilización del bagazo de cerveza y cabo de caña de azúcar en la alimentación animal. En: Gómez Cabrera, A. y García de Siles, J. L., eds. Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal. ETSIA. Córdoba, España, 338 p. pp. 238-235.
- Boza, J.** y Ferrando, G. 1988. Situación actual en el estudio y aprovechamiento de los subproductos en España. En: Gómez Cabrera, A. y García de Siles, J. L., eds. Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal 3. ETSIA. Córdoba, España, 338 p. pp. 11-70.
- Brodowski, D.** and Geisman, J. 1980. Proteína content and aminoacid composition of protein of seed from tomatoes at different stages of ripeness. J. Food Sci. 45:228-229.
- Bustamante, J. L.** y Matte, B. 1984. Efecto de la inclusión de la pulpa de manzana en la alimentación de bovinos Holando europeo. Frutícola 5 (2):66-69.
- Cañas, R.** 1995. Alimentación y nutrición animal. Colección en Agricultura. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 580 p.
- Caro, W.,** Manterola, H. y Cerda, D. 1993. Estudio del uso de residuos agroindustriales en alimentación animal. V. Comportamiento productivo de conejos de carne en crecimiento y engorda, alimentados con dietas que incluyen distintos niveles de pomasa de tomate. Av. Prod. Anim. 18(1-2):91-98.

Caro, W. y Manterola, H. 1995. Estudio del uso de residuos agroindustriales en alimentación animal. XI. Efecto del reemplazo de una dieta concentrada, molida, por pomasa de tomate y heno de alfalfa en conejos angora. *Av. Prod. Anim.* 20(1-2):223-228.

Casanova, G. 1994. Comportamiento productivo de toritos Hereford alimentados con niveles altos de pomasa de manzana en raciones de engorda. Memoria de título. Ing. Ag. Universidad de Chile, Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, Escuela de Agronomía. 122 p.

Cerda, D., Manterola, H., Carrasco, P., Porte, E., Mira, J. y Sirhan, L. 1996. Análisis del proceso degradativo ruminal de cuatro suplementos proteicos sometidos a métodos de protección. *Av. Anim.* 21(1-2): 125-134.

Chapman, H. L., Ammerman, C. B., Baker, F. S., Hentges, J. F., Hayes, B. H. and Cunha, T. J. 1972. Citrus feed for beef cattle. *Florida Exp. Sta. Bull.* 751.

Coquelet, P. y Porte, E. 1989. Gluten feed húmedo (Mazofib) en raciones de engorda de toritos Hereford. *Av. Prod. Anim.* 14(1-2): 141-146.

Drouliscos, N. 1976. Nutritional evaluation of the protein of dried tomato pomace in the rat. *British J. of Nutrition.* 36: 449-456.

Edwards, J. and Parker, W. J. 1995. Apple pomace as a supplement to pasture for dairy cows in late lactation. *Proc. of the New Zealand Society of Animal Prod.* 55: 67-69.

Egaña, J. I. 1984. Manejo alimentario en la engorda intensiva a corral. En: II Jornadas sobre engorda intensiva en confinamiento. Santiago, Universidad de Chile, Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Producción Animal. 265 p. pp. 212-243.

Egaña, J. I. 1987. Utilización de subproductos y residuos hortofrutícolas como recursos alimenticios para rumiantes. *Tattersall N°* 31: 10-11.

Eraso, E., Olivares, A., Gómez Cabrera, A., García de Siles, J. L. y Sánchez, J. 1978. Utilización de la pulpa de aceituna en alimentación animal. En: Gómez Cabrera, A. y García de Siles, J. L., eds. *Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal. I.* ETSIA. Córdoba, España, 338 p. pp. 24-45.

Eraso, F., González, J., Medina, M y Perez-Lansac, J. 1992. Influencia del procesado y fecha de recogida sobre la composición química de los orujos de uva. *Archivos de Zootecnia.* Vol. 40, N° 149: 386-398.

Eraso, F., Pérez L., J., González, J. and Medina, M. 1993. Influence of ensilage with sodium hydroxide and urea on the chemical composition and in vitro digestibility of the marc from *Vitis vinifera* "Pedro Jiménez" grape. (Resumen). *Nutr. Abst. & Rev. Serie B:* 63:04869.

Fernández, R. 1980. Incremento de la digestibilidad de paja de trigo y aserrín de pino, mediante tratamiento químico. Tesis Ing. Agr. Universidad de Chile, Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, Escuela de Agronomía. 52 p.

Gasa, J., Castrillo, C. y Guada, J. 1988. Valor nutritivo para los rumiantes, de los principales subproductos de la industria conservera de hortalizas y frutas: 3. Pulpa de manzana. *Chile Agrícola* 3(1):93-108.

Givens, D. and Barber, W. 1987. Nutritive value apple pomace for ruminants. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 16(4): 311-315.

Gómez Cabrera, A., Olivares González, A., Garrido, A., García de Siles, J. y Guerrero, J. E. 1983. Características bromatológicas y utilización en alimentación animal de orujos y pulpa de aceituna. En: Gómez Cabrera, A. y García de Siles, J. L., eds. *Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal. II.* ETSIA. Córdoba, España, 338 p. pp. 667-694.

Guerrero, J. E. 1982. Estudio de la alimentación del ganado cabrío. Tesis doctoral. ETSIA, Universidad de Córdoba. España.

Hinman, N., Garret, W., Dunhar, J., Swenerton, A. and East, N. 1978. Tomato pomace score well as sheep feed. *California Agric.* 32(8):12-13.

IANSA. 1988. Manual de utilización de subproductos de remolacha en alimentación de ganado.

INIA. 1982. Tabla auxiliar química proximal de alimentos. 40 p.

Jahn, E., Klee, G. y Bonilla, S. 1980. Coseta húmeda de remolacha azucarera en la alimentación de vacas en lactancia. *Agric. Tec.* 40(3):95-99.

Klee, G. 1992. Valor nutritivo y uso de subproductos agroindustriales y forrajes toscos en la alimentación de bovinos. *Anais do Simposio utilizacao de subprodutos agroindustriais e residuos de colheita na alimentacao de ruminantes.* EMBRAPA. Sao Carlo, Brasil. pp. 261-296.

Lawrence, A. and Yahiaoui, A. 1983. Feeding value of grape marc. 1. Effect of eighth protein supplements on the digestibility of extracted grape marc silage by sheep. (Resumen). *Nutr. Abst. & Rev. Serie B:* 54:00747.

Lawrence, A., Hammouda, F. and Gaoguas, Y. 1985. Feeding value of grape marc. 4. Effect of different levels of concentrate feeds on the digestibility of NaOH treated or untreated grape marc diets in sheep. (Resumen). *Nutr. Abst. & Rev. Serie B:* 56:06516.

Machado, C. 1993. Estudio de parámetros productivos, ruminales y sanguíneos en novillos alimentados con niveles crecientes de pomasa de tomate. Tesis Magister Scientiae. Universidad de Chile, Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, Escuela de Postgrado. 88 p.

MacLeod, G., Droppo, T., Gieve, D., Barney, D. and Rafalowski, W. 1985. Feeding value of wet corn gluten feed for lactating dairy cows. *Can. J. Dairy Sci.* 65: 125-134.

Mamedov, R. 1976. Effectiveness of utilization of grape marc for fattening young cattle. (Resumen) *Nutr. Abst & Rev. Serie B:* 47:3156.

Manterola, H. y Cerda, D. 1991. Valoración nutritiva, conservación y aprovechamiento de residuos derivados de la producción e industria hortícola en alimentación animal. (Informe N° 2 presentado a FIA). 35 p.

Manterola, H., Porte, E., Cerda, D., Sirhan, L. y Mira, J. 1992a. Comportamiento de toritos Hereford sometidos a niveles crecientes de pomasa de manzana durante el período de crianza engorda. En: Valoración nutritiva, conservación y aprovechamiento de residuos derivados de la producción e industria hortícola en alimentación animal. (Informe N° 3 presentado a FIA). 60 p.

Manterola, H., Porte, E., Mira, J., Cerda, D. y Sirhan, L. 1993. Estudio del uso de residuos agroindustriales en alimentación animal. II. Comportamiento productivo de novillos Hereford sometidos a niveles crecientes de pomasa de manzana. *Av. Prod. Anim.* 18(1-2): 63-72.

Manterola, H., Porte, E., Cerda, D., Mira, J., y Sirhan, L. 1993. Estudio del uso de residuos agroindustriales en alimentación animal. IV. Comportamiento productivo de toritos Hereford sometidos a niveles crecientes de pomasa de manzana. *Av. Prod. Anim.* 18(1-2): 83-90.

Manterola, H., Cerda, D., Porte, E., Machado, C., Sirhan, L. y Mira, J. 1997. Estudio del comportamiento productivo y parámetros ruminales en novillos alimentados con niveles crecientes de orujo de uva. *Av. Prod. Anim.* 22(1-2): 71-80.

Martínez, H. 1992. Efecto de cuatro niveles de inclusión de pomasa de manzana en la dieta, sobre el crecimiento y características de la canal en corderos destetados precozmente. Tesis Ing. Agr. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 75 p.

Martínez Pascual, J. 1977. Utilización de la pulpa de cítrico en alimentación de terneros, corderos y conejos. Tesis doctoral. Universidad de Valencia, España.

Martínez Pascual, J. y Fernández Carmona, J. 1978. Utilización de la pulpa de cítricos en alimentación animal. En: Gómez-Cabrera, A. y García Siles, J. L., eds. Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal. ETSIA. Córdoba, España, 338 p. pp. 46-67.

Medina, R. A. 1990. Efecto de cuatro niveles de inclusión de pomasa de manzana (*Malus pumilla*) ensilada con dos fuentes de suplementación proteica en raciones de engorda de novillos. Tesis Ing. Ag. Quillota, Chile. Universidad Católica de Valparaíso, Fac. Agronomía. 90 p.

Ministerio de Agricultura - Fundación Fondo de Investigaciones Agropecuarias (FIA), Universidad Católica de Chile. 1992. Tablas de composición de alimentos para ganado de las zonas centro y sur de Chile. 53 p.

Mohr, J. 1996. Inclusión de niveles crecientes de orujo de uva en la ración de novillos en engorda y sus efectos sobre los parámetros productivos y de degradabilidad ruminal. Memoria de Título. Ing. Agr. Universidad de Chile, Fac. de Cs Agrarias y Forestales, Escuela de Agronomía. 75 p.

Narang, M. P. and Lal, R. 1985. Evaluation of apple pomace feeding in Jersey calves. *Himachal Journal of Agricultural Research* 11(1): 29-33.

Nefzaoui, A., Molina, E., Outmani, A. y Vanbelle, M. 1984. Ensilado de orujo de aceituna tratado con álcalis. *Archivos de Zootecnia*, 33: 219-236.

Nefzaoui, A. 1988. Utilisation des résidus de la taille et des grignons d'olive en alimentation animale. En: Gómez Cabrera, A., Molina, E. y Garrido, A., eds. *Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal*. III. pp. 373-397.

Negovanovic, D., Zeremski, D., Cmiljanic, R., Zujovic, M. and Zivkovic, B. 1993. Nutritive value of dehydrated marc in the fattening process of lambs. (Resumen). *Veterinarski-Glasnik* 47(6): 413.

Nikolic, A., Negovanovic, D. and Stoicevic, L. 1980. Possibilities of increasing the feeding value of grape residues. (Resumen). *Nutr. Abstr. Rev. Serie B* 53:6309.

Nigh, H. 1977. The use of olives leaves as roughage for dairy cattle. *Appropriate Technology* 4(2): 11.

National Research Council (NCR) 1989. Nutrient requirements of dairy cattle Sixth revised edition, update 1989. Washington D. C., National Academic Press. 157 p.

ODEPA. 1998. Estadísticas agropecuarias. Abril 1998. Min. de Agricultura.

Orskov, E. 1992. Protein nutrition in ruminants. 2nd ed. Academic Press. Lond. 173 p.

Parellada, J., Gómez, A., Garrido, A y Ocaña, F. 1983. Obtención del ramón de olivo y utilización en alimentación animal. En: Gómez Cabrera, A. y García de Siles, L., eds. *Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal* 2. ETSIA. Córdoba, España, 338 p. pp. 95-114.

Patel, B. M., Patel, C. A. and Talpada, P. M. 1971. Effect of feeding tomato waste to milk cows. *Indian J. Anim. Sci.* 41(7):542-545.

Patel, B. M., Shukla, P. C., Patel, C. A. and Talpada, P. M. 1972. Evaluation of mango seed kernel and tomato waste in the ration of bullocks. *The Indian J. Nutr. Dietet.* 9(6):347-350.

Porte, E. y Coquelet, P. 1989. Gluten feed húmedo (Mazofib) para la alimentación de novillos Hereford en raciones de engorda. *Av. Prod. Anim.* 14 (1-2): 152.

Porte, E., Manterola, H., Cerda, D., Mira, J. y Sirhan, L. 1991. Comportamiento productivo de novillos Hereford alimentados con raciones incluyendo niveles crecientes de pelón de almendra. *Av. Prod. Anim.* 16 (1-2):165-172.

Porte, E., Manterola, H., Cerda, D., Sirhan, L., Mira, J. y Barbieri, M. 1993. Estudios del uso de residuos agroindustriales en alimentación animal. I. Comportamiento productivo de novillos Hereford alimentados con dietas incluyendo niveles crecientes de pomasa de tomate. *Av. Prod. Anim.* 18 (1-2):55-62.

Poore, M. and Mueller, J. P. 1995. Corn gluten feed as an alternative concentrate source for growing steers calves orchardgrass hay-based diets. Anual report. North Caroline State University, Dept. of Animal Sci., College of Agric. and Life Sci.

Rodríguez, V., Rodríguez, B. y Perom, M. 1974. Effect of the addition of green forage to an integral diet of citrus pulp on the performance of young calves. Cuban J. Agric. Sci. 8, 137-143.

Romagosa, J. A. 1979. Orujos de vinificación en la alimentación de rumiantes. Ministerio de Agricultura, Madrid, España. Hoja divulgativa N° 9: 1-5.

Rook, J. and Thomas, P., eds. Nutritional physiology of farm animals. 1983. Longman Group Limited. U. K. 704 p.

Sánchez-Vizcaino, E., Smilg, N. y Moreno Ríos, R. 1977. El subproducto industrial de la naranja satsuma en alimentación de corderos. IX Jornadas Técnicas AIDA. Zaragoza. España.

Sansoucy, R. 1985. Olive by-products for animal feed. FAO. Anim. Prod. Health Pap. N° 43. Rome, FAO. 44 pp.

Sanz Sampelayo, R., Escandón, V. y Fonolla, J. 1985. Utilización de subproductos agrícolas-industriales en la alimentación de animales herbívoros. III. Cáscara de almendra (exocarpio y mesocarpio de *Amygdalus prunus*). AYMA, 26:251-257. España.

Schmidt, C. 1972. Factibilidad de uso en la alimentación animal de algunos subproductos industriales. II. Industrialización de manzana, naranja, limón y uva. Tesis Ing. Agr. Universidad Católica de Chile, Fac. de Agronomía. 122 p.

Sharma, S. P. and Sharma, D. D. 1984. Chemical composition and nutritive value of apple pomace. Asian Journal of Dairy Research. 3(12):108-110.

Sirhan, L., Manterola, H., Cerda, D., Mira, J. y Porte, E. 1993. Estudio del uso de residuos agroindustriales en alimentación animal. III. Efecto de la inclusión de niveles crecientes de pomasa de tomate en la dieta, sobre el crecimiento de corderos destetados precozmente. Av. Prod. Anim. 18 (1-2): 73-82.

Sirhan, L., Manterola, H., Mira, J., Cerda, D. y Porte, E. 1994. Estudio del uso de residuos agroindustriales en alimentación animal. VII. Efecto de la inclusión de niveles crecientes de pomasa de manzana en la dieta, sobre el crecimiento y características de la canal de corderos destetados precozmente. Av. Prod. Anim. 19 (1-2):97-104.

Thériéz, M., et Boule, G. 1970. Valeur alimentaire du tourteau d'olive. Ann. Zootech. 19(2):143-157.

Tsatsaronis, G. C. and Boscou, D. 1975. Aminoacid, mineral and salt content of tomato seed and skin waste. J. Science and Fd Agric. 26:421-423.

Vera y Vega, A., Aparicio, F. y Rodríguez Lozano, J. 1977. Valor nutritivo y utilización del orujo de aceituna granulado en alimentación invernala de ovejas vacías, gestantes y lactantes. Arch. de Zootec. vol.26(102):147-187.

Wernli, C. y Avendaño, J. 1978a. Utilización de orujos de uva en alimentación de rumiantes. 1. Conservación en forma de ensilaje. En: IV Conferencia Mundial de Producción Animal. Buenos Aires, Argentina. pp. 140-146.

Wernli, C. y Avendaño, J. 1978b. Utilización de orujos de uva en alimentación de rumiantes. 2. Valor nutritivo de orujos ensilados y efectos de la suplementación proteica y energética. En: IV Conferencia Mundial de Producción Animal. Buenos Aires, Argentina. pp. 147-158.

Wilson, R. K. and Pigden, W. J. 1964. Effect of a sodium hydroxide treatment on the utilization of wheat straw and poplar wood. Can. J. Anim. Sci. 44,122.

Los Residuos forestales y su uso en la alimentación de rumiantes

Chile es uno de los países latinoamericanos con mayor desarrollo del área forestal en el último decenio. Extensas zonas entre la V y X Regiones, especialmente en los sectores costeros, han sido plantadas con especies forestales, principalmente pino (*Pinus radiata*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Paralelamente se han desarrollado complejos industriales, ya sea para producir madera o celulosa. En el caso de los complejos madereros, se generan grandes cantidades de aserrín o de virutas, formándose verdaderos cerros de estos desechos, que ocupan terrenos valiosos y constituyen riesgo de incendios.

A nivel de las industrias de celulosa, se generan residuos denominados pulpas que contienen celulosa, lignina y lejías residuales. Del total de madera aserrada, queda un 25% de residuo y un 15% de corteza. Proyectado a la producción anual en madera de pino que es aserrada en terreno y en barracas, significa alrededor de 2.175.000 toneladas de aserrín y virutas. A esto se suma una cifra estimada de 500.000 toneladas de residuos en las plantas industriales (ODEPA, 1998).

Estos residuos presentan altos contenidos de lignina que, dependiendo de la especie de origen, fluctúan entre 15 y 30%, un bajo nivel de proteína que oscila entre 1 y 3% y elevados contenidos de carbohidratos estructurales (75-85%). Estos están estrechamente asociados con la lignina, de tal forma que su disponibilidad para fermentación por la microflora ruminal es muy baja.

Los primeros intentos de utilizar estos residuos de la industria maderera fueron desarrollados en los países escandinavos, los cuales, durante la II Guerra Mundial, utilizaron pulpa de madera en la alimentación de rumiantes y equinos (Bayon, 1978), llegando a utilizar 1.500.000 toneladas.

De las especies forestales, la más difundida y sobre la que se han hecho más estudios para su uso en la alimentación de rumiantes es el pino. También se han realizado estudios en

uso de aserrín y virutas de álamo (*Populus nigra L.*) y de roble (*Nothofagus obliqua*), existiendo grandes diferencias entre estos residuos, debido al porcentaje de lignina y al grado de asociación de ésta con la celulosa y hemicelulosa.

Por otra parte, ciertas especies presentan mayores niveles de resina, lo que dificulta su aceptación por animales como es el caso del eucalipto y del pino. En general, el uso de aserrín o viruta en raciones de rumiantes ha sido medianamente exitoso al utilizar niveles bajos de inclusión, mejorándose las respuestas productivas al tratarlos ya sea química o biológicamente. Considerando que los volúmenes disponibles de estos residuos son cuantiosos, su uso en alimentación de rumiantes constituye una buena posibilidad tanto desde el punto de vista de menores costos de producción, como de la disminución de la contaminación (Satter *et al.*, 1981).

3.1 USO DE ASERRIN Y VIRUTAS

Los aserrines y virutas constituyen los residuos de más fácil acceso para ser incorporados a los procesos productivos con rumiantes, ya que muchas de las áreas forestadas con pinos son colindantes con predios ganaderos. Su uso directo, al igual que en la mayoría de las pajas de cereales, es limitado, pero con procedimientos de mejora y enriquecimiento de nutrientes, se puede obtener un incremento en las respuestas productivas.

3.1.1 VALOR NUTRITIVO

Estos residuos presentan un bajo valor nutritivo, caracterizado por una muy baja concentración de nutrientes como proteína (2%), carbohidratos solubles, grasas y vitaminas. Poseen gran cantidad de carbohidratos estructurales (FDN = 84,8%) compuestos por celulosa (21%) y hemicelulosa (16%), que están fuertemente ligados a la lignina, formando complejos químicos muy resistentes, que no son atacados por las enzimas de la microflora ruminal. La lignina está en porcentaje importante de la materia seca (13,6%), lo cual se refleja en la digestibilidad, que es muy baja (Manterola *et al.*, 1981). Existe una gran variación entre aserrines de distintas especies, lo cual impide hacer recomendaciones generales.

A pesar de estas características restrictivas, el aserrín se puede utilizar en rumiantes, ya sea complementando raciones de mantención tanto en vacunos de carne como de leche o en reemplazo del componente fibroso en dietas de alto contenido de concentrado, lo cual permite, por una parte, regular el consumo y, por otra, aportar fibra resistente al interior del rumen y favorecer la motilidad y rumia (El-Sabban, 1971).

3.1.2 TRATAMIENTOS DEL ASERRÍN PARA MEJORAR SU VALOR NUTRITIVO

Las enormes cantidades de aserrín que se acumulan en los aserraderos y plantas elaboradoras, hacen muy atractiva la idea de utilizarlos en mayor y mejor forma en alimentación de rumiantes y obtener adecuadas respuestas al incluirlo en la dieta. Al respecto, se han hecho muchos estudios, aplicando diversas metodologías para lograr que la celulosa y hemicelulosa presentes, sean liberadas de la lignina y queden disponibles para la acción fermentativa ruminal.

Los principales métodos empleados han sido químicos, físicos y biológicos. Dentro de los químicos, se han probado diversas sustancias químicas como ácido sulfúrico, bióxido sulfuroso, hipoclorito de sodio, hidróxido de sodio y amoníaco. En los métodos físicos, se han estudiado la molienda, la irradiación y la aplicación de temperaturas y presión. Finalmente, dentro de los métodos biológicos, se han probado hongos delignificadores y otros, que degradan la lignina y liberan la celulosa y hemicelulosa (Satter *et al.*, 1981).

a) Uso de tratamientos químicos

La aplicación de productos químicos en solución al aserrín provoca aumentos en la digestibilidad, dependientes en parte del producto utilizado así como también de la especie originaria del aserrín. En general se ha visto que los aserrines provenientes de madera blandas (álamo, abedul), responden en menor grado al aplicarles tratamientos químicos comparados con aserrines de maderas duras (robles, encinas).

• *Uso de hidróxido de sodio (NaOH)*

El NaOH en solución provoca hinchamiento y rupturas parciales de los enlaces lignocelulósicos, facilitando la penetración de los microorganismos ruminales y sus enzimas. Además, como la hemicelulosa es soluble en soluciones alcalinas se produce una solubilización parcial de este compuesto, lo cual contribuye al incremento en digestibilidad (Tarkow y Feist, 1969; Manterola *et al.*, 1981). El NaOH del aserrín tratado, debe neutralizarse con una solución ácida débil como por ejemplo de ácido acético o bien dejarlo expuesto al aire para la acción del CO₂ atmosférico (Wilson y Pigden, 1964). Las soluciones más adecuadas de NaOH para tratar aserrines, se ubican entre 2 y 6 g/100 g de material (Millett *et al.*, 1970; Feist *et al.*, 1970). Los incrementos en digestibilidad que se pueden obtener fluctúan entre 50 y hasta 400%, dependiendo del tipo de aserrín (Han y Park, 1982; Millett *et al.*, 1975; Manterola *et al.*, 1981).

• *Uso de amoníaco (NH₃)*

El amoníaco aplicado ya sea como solución acuosa o gas al aserrín ejerce una acción de hinchamiento sobre la madera y la celulosa. Además provoca cambios en la estruc-

tura cristalina de la celulosa, todo lo cual se traduce en aumentos en la digestibilidad, que son similares a los obtenidos con NaOH. Es así como el aserrín de álamo, con digestibilidad de 30%, al ser tratado con amoníaco aumenta a 50% y el roble rojo, de 10% sube a 46% (Millett *et al.*, 1970).

- *Uso de hidróxido de calcio (CaO)*

Estudios realizados por Manterola *et al.* (1981) demostraron que el Ca(OH)_2 puede reemplazar con igual efectividad y aún provocar mayor efecto que el NaOH. Es así como al tratar aserrín de pino (7,5% de DMS) con Ca(OH)_2 la DMS subió a 22,7% y con NaOH a 16,6%. La ventaja del Ca(OH)_2 sobre el NaOH es su menor causticidad y además aporta calcio, elemento que normalmente es deficiente en los forrajes toscos.

b) Uso de tratamientos físicos

Los tratamientos físicos estudiados se refieren principalmente a la molienda, a la irradiación y a la aplicación de alta temperatura y presión. La subdivisión del aserrín de distintas especies en partículas de muy pequeño tamaño produce un incremento significativo de la digestibilidad. Es así como la DMS del aserrín de roble rojo sube de 10% a 60% y la del álamo de 18% a 78% (Millett *et al.*, 1970). La aplicación de irradiación también provoca un efecto significativo en la DMS, logrando aumentarla a 78% en el caso del álamo (Millett *et al.*, 1970). La aplicación de calor y presión con vapor ha demostrado ser también un método efectivo, logrando aumentar la DMS del aserrín de álamo desde 10% hasta 57% (Heaney y Bender, 1970).

3.1.3 INCLUSIÓN DE ASERRÍN EN DIETAS PARA RUMIANTES

a) Uso de aserrines sin tratar

Debido a su baja digestibilidad, los aserrines no pueden ser incluidos en altos porcentajes en las dietas de las distintas especies rumiantes, a lo cual se suma el hecho de que son muy bajos en proteína bruta, carbohidratos solubles y minerales. Sin embargo, incluidos en bajos porcentajes, pueden constituir una alternativa forrajera que permite disminuir los costos de la ración y además aportar fibra a dietas con altos contenidos de concentrado.

En novillos, durante la etapa de engorda, alimentados con dietas con concentrados y heno, al reemplazar hasta un 15% del heno por aserrín sin tratar, se han logrado resultados similares en ganancia de peso (El-Sabban *et al.*, 1971). En otros estudios, utilizando niveles de 10% de aserrín de pino en dietas de novillos en engorda, se registraron ganancias de peso similares al grupo control (1,04 kg/día), sin afectarse la conversión ni la calidad de canal (Clarke y Byer, 1973; Guenter and Forsberg, 1972). Otros estudios

realizados con novillos en la etapa crianza engorda, en que se incluyó aserrín de pino sin tratar en niveles de 10 y 20% reemplazando a la cebada, obtuvieron ganancias de peso de 1,38 y 1,31 kg/día respectivamente, comparado con el testigo que tuvo 1,56 kg/día, lo cual significó una reducción de 12 y 16%, respectivamente (Bayón, 1978). Diversos autores indican que en la medida que se aumenta el porcentaje de inclusión de aserrín en la dieta, el animal tiende, en una primera etapa, a compensar la menor concentración de nutrientes aumentando el consumo, con lo cual se ve disminuida la eficiencia de conversión. Al utilizar niveles mayores (sobre 20%), los animales no pueden aumentar más el consumo y se empieza a afectar el proceso productivo (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1
Comportamiento productivo de novillos y vaquillas
alimentados con dietas que incluyen niveles crecientes de aserrín

TIPO DE ANIMAL	NIVELES DE INCLUSIÓN		
Novillos de 246 kg	0%	15%	30%
Consumo aserrín (kg/día)	--	1,06	2,14
Ganancia de peso (kg/día)	1,06	1,06	1,04
Eficiencia de conversión (kg/kg)	5,9	6,64	6,9
Vaquillas de 265 kg	0%*	18%*	40%*
Consumo total (kg/día)	11,8	12,4	12,0
Ganancia de peso (kg/día)	1,36	1,32	1,14
Eficiencia de conversión (kg/kg)	8,66	9,41	10,56

* % de reemplazo del maíz grano

Fuente : Satter *et al.*, 1981.

En vacas en lactancia, se ha comprobado que al incluir aserrín en niveles de hasta 27% de la dieta, no se producen efectos negativos en el volumen de leche total, registrándose además incrementos significativos en el porcentaje de materia grasa de la leche (Satter *et al.*, 1970). En otros estudios, se ha determinado que la inclusión* de 1 a 3 kg/día de aserrín en dietas con altos porcentajes de concentrado y bajos de heno, no afecta el consumo ni la producción de leche (Adams, 1997). En terneros durante la etapa de crianza, se han probado niveles de inclusión de hasta 45%, sin efectos tóxicos ni daños al tracto digestivo; sin embargo, sobre 25% se afectó la ganancia de peso y eficiencia de conversión y se presentaron algunos problemas ruminales (Cody *et al.*, 1972).

b) Uso de aserrines tratados

En la sección anterior se vio que los distintos tipos de tratamiento mejoran substancialmente la digestibilidad de los aserrines. Bajo esta condición, su nivel de

inclusión en dietas de rumiantes puede aumentarse, comparado con los aserrines sin tratar y además lograr un incremento en la utilización metabólica de este recurso.

En estudios realizados en novillos Hereford de 330 kilos en los que se incluyeron niveles de 50 y 70% de aserrín de abeto tratado, se obtuvieron ganancias diarias de 1,44 y 1,36 kg/animal respecto al testigo que aumentó 1,75 kg/animal y los consumos fueron de 9,4 - 7,9 y 8,7 kg/día respectivamente (Clarke and Dyer, 1971. Cit. Bayon, 1978). En otro estudio realizado con novillos de 246 kg promedio, que fueron alimentados incluyendo 0-15 y 30 % de aserrín de álamo hidrolizado se obtuvieron ganancias diarias de peso de 1,06-1,06 y 1,04 kg/animal y las eficiencias fueron de 5,9-6,6 y 6,9 kilo de alimento/kg de ganancia respectivamente, lo cual indica un aumento en el consumo de materia seca para sustentar la misma ganancia de peso (Gunter y Forsberg, 1972) .

Finalmente, en terneras de 115 kilos de peso vivo, que fueron alimentadas con dietas en las cuales se reemplazó el grano en niveles de 0-20 y 40% por aserrín parcialmente hidrolizado, se obtuvieron ganancias de 1,36-1,32 y 1,14 kg/día y la eficiencia bajó de 8,66 para el testigo a 9,4 y 10,6 para los dos niveles de inclusión respectivamente, con lo cual se comprueba la factibilidad de incluir aserrín tratado en niveles intermedios en las dietas de vacunos (Albin, 1977).

c) Recomendaciones técnicas

Debido a que muchas de las zonas dedicadas a actividades forestales son adyacentes a las zonas ganaderas, es posible lograr una buena integración y aprovechar los residuos que se generan especialmente en los aserraderos y plantas procesadoras de maderas. Los aserrines de pino y de álamo y en menor grado el de eucaliptos, se pueden utilizar directamente en raciones de rumiantes especialmente en adultos, siempre que los niveles no superen el 10-15% de la materia seca total.

En dietas de subsistencia, frente a problemas de sequía, este porcentaje puede aumentarse a 30-40%, pero deben complementarse sus deficiencias en carbohidratos solubles, proteínas y minerales. En dietas con altos niveles de concentrado, el aserrín puede constituir un regulador del consumo y además facilitar la motilidad ruminal y la rumia, evitando graves problemas de acidosis. En vacas lecheras, especialmente aquellas de alta producción, la inclusión de aserrín permite reemplazar la fibra y lograr los mismos efectos ya mencionados respecto a rumia y acidosis. Niveles de 20-25% son adecuados y mejoran el porcentaje de materia grasa de la leche.

El tratamiento de aserrines con álcalis o con ácidos, es una práctica riesgosa y se deben tomar las máximas precauciones para evitar daños al personal. Además, se debe neutralizar el ácido o álcalis para evitar problemas de rechazo por los animales y probables daños a la mucosa bucal.

3.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, R.** 1997. Sawdust for emergency feeding of dairy cattle. Penpages. College of Agricultural Sci. Pennsylvania State Univ.
- Albin, R. C.** 1977. Hydrolized sawdust for finishing beef cattle, presented at the Southern Division Meeting. Am. Soc. Anim. Sci. Atlanta, Georgia, Feb. 6.
- Bayon, D.** 1978. Serrín de pino. En: Gómez Cabrera, A. y García de Siles, J. L., eds. Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal 1. ETSIA. Córdoba, España, 338 p. pp. 154-164.
- Clarke, S. D. and Dyer, I. A.** 1973. Chemically degraded wood in finishing beef cattle rations. J. Anim. Sci. 37: 1022.
- El-Sabban, P. M.** 1971. Utilization of oak sawdust as an roughage substitute in beef cattle finishing rations. J. Anim. Sci. 32: 740-755.
- Feist, W. C, Baker, A. J. and Tarkow, H.** 1970. Alkali requirements for improving digestibility of hardwood by rumen microorganisms. J. Anim. Sci. 30, 832.
- Guenther, W. and Forsberg, N.** 1972. Evaluation of Stake processed wood (aspen) as feed ingredient for beef growing rations. Nutrition Release. N° 4. Stake Technology Ltd. Ottawa, Canada.
- Han, I. K. and Park, H. S.** 1982. Improvement in nutritive value of sodium hydroxide treated sawdust as animal feed. Korean J. Anim. Sci. 24(1):50-56.
- Heaney, D. P. and Bender, F.** 1970. The feeding value of steamed aspen for sheep. For. Prod. J. 20, 98.
- Manterola, H., Jadrijevic, D., Cerda, D. y Fernández, R.** 1981. Aumento de la digestibilidad de forrajes toscos mediante tratamientos químicos. III. Efecto de diferentes períodos de hidrólisis y concentraciones de hidrolizantes sobre la digestibilidad in vitro del aserrín de pino. Av. Prod. Anim. 6(1-2): 13-20.
- Millett, M. A., Baker, A. J. and Satter, L. D.** 1975. Pretreatments to enhance chemical enzymatic and microbiological attack of cellulosic materials. Biotechnol. Bioeng. Symp. N° 5. John Willey and Sons, New York. 193 p.
- Satter, L., Baker, A. and Millett, M.** 1970. Aspen sawdust as a partial roughage substitute in a high concentrate dairy ration. J. Dairy Sci. 53: 391-397.
- Satter, L., Baker, A. and Millett, M.** 1981. Increasing the nutritive value of wood and forest products through chemical and physical treatments. In: J. T. Huber, ed. Upgrading Residues and Byproducts for Animals. CRS Press, Inc. Florida. pp. 61-76.

Slyter, A. L. y **Kamstra**, L. D. 1971. Pine sawdust as a roughage replacement in feeder cattle diets. S. Dak. Agr. Exp. Beef Cattle Field day- Annu. 15: 11-13

Slyter, A. L. and **Kamstra**, L. D. 1971. Pine sawdust as a roughage replacement in cattle finishing diets. S. Dak. Agr. Exp. Beef Cattle Field day- Annu. 15: 42-43

Tarkow, H. and **Feist**, W. C. 1969. A mechanism for improving digestibility of lignocellulosic materials. In: Cellulases and their applications. Advances Chemistry Series 95, American Chemical Society, Washington, D. C.

Wilson, R. K. and **Pigden**, W. J. 1964. Effect of a sodium hydroxide treatment on the utilization of wheat straw and poplar wood. Can. J. Anim. Sci. 44,122.

Los Residuos pecuarios y su uso en la alimentación de rumiantes

Las actividades ganaderas en condiciones de confinamiento y las empresas encargadas de la transformación industrial de sus productos, están continuamente generando materiales de desecho recuperables. Muchos de ellos han sido y siguen siendo tratados como desperdicios y muchas veces se ha procedido a su eliminación de modos altamente dañinos para el medio ambiente y, además, generalmente peligrosos desde el punto de vista de la salud pública.

Por otra parte, las tendencias económicas que actualmente predominan a nivel global están determinando que el tamaño de estas empresas sea cada día más grande y, por lo tanto, son mayores las cantidades de desechos que generan y acumulan en un mismo lugar. Esta situación, que ha provocado graves problemas en algunos países y ocasionado preocupación a nivel mundial, ha derivado en la aprobación de normas muy severas en los países desarrollados y la suscripción de acuerdos entre ellos que, en lo que respecta a los productos agrícolas, afectan la producción, faenamiento, transformación y comercio nacional e internacional.

4.1 ASPECTOS GENERALES

La producción animal en condiciones de confinamiento genera grandes cantidades de desechos recuperables provenientes de los procesos digestivos y metabólicos de los animales. Estos pueden o no estar mezclados con materiales empleados para cubrir los pisos de las instalaciones (camas). En cambio, la industria procesadora da origen a desechos compuestos, fundamentalmente, por diferentes porciones del organismo de los animales beneficiados, tales como sangre, huesos, plumas, restos de vísceras, restos de carne y grasa, cabezas, colas y esquelón (plantas procesadoras de pescados); cabezas, caparazones y otros restos de crustáceos (procesadoras de mariscos), etc.

Además, existe una categoría especial, que escapa de las definiciones anteriores, representada por las harinas derivadas de los animales muertos ya sea dentro de las explotaciones, durante el transporte o durante la permanencia en ferias y patios de mataderos. En esta categoría caben todos los animales, desde recién nacidos hasta senescentes que mueren o deben ser sacrificados como consecuencia de traumatismos o de enfermedades cuyos agentes causantes son destruidos en el procesado o consideradas no transmisibles al hombre ni a los animales que consumen los productos derivados del procesamiento. También se incluyen animales que no tienen valor comercial y que deben ser eliminados de los planteles (machitos recién nacidos de las explotaciones lecheras, los animales que nacen con deformaciones, animales muy débiles como para ser transportados, etc). Esta categoría resulta cuantitativamente muy importante en los países desarrollados, densamente poblados, con explotaciones de gran envergadura, muy intensificadas, y con leyes muy estrictas respecto de los procedimientos de disposición de cadáveres animales.

La harina que resulta del procesamiento industrial de cadáveres animales se caracteriza, entre otras cosas, por un elevado contenido de nutrientes y especialmente de proteínas muy digestibles, de composición y balance aminoacídico muy adecuado a los requerimientos de los monogástricos.

También contiene la mayoría de los minerales requeridos nutricionalmente en formas químicas relativamente fáciles de aprovechar y muy bien balanceados. Además, en los países no pesqueros, contribuye a disminuir la dependencia respecto de las harinas de pescado como fuente de proteínas de similares características y proporciona un destino y valor comercial a restos que, de otra forma, deben ser eliminados por métodos de elevado costo y siempre con algún grado de riesgo ambiental.

En el caso de la industria avícola, se ha considerado la posibilidad de compostar las aves muertas dentro de pilas de cama. Esto constituye una opción de manejo que puede contribuir a resolver de modo aceptable el problema de la disposición de las aves muertas dentro del plantel, pero en ningún caso el producto resultante puede ser actualmente considerado como posible ingrediente de raciones para el ganado, sino solamente como un fertilizante. Sin embargo, incluso esta opción es discutible, ya que existe información que relaciona el desarrollo de botulismo en animales que se encontraban pastoreando una pradera que había sido fertilizada con cama que contenía algunos cadáveres de aves. Al examinar los animales afectados y las camas empleadas para fertilizar, se encontraron toxinas de *C. botulinum* tipo C en el suero de los bovinos y en los restos de aves que estaban mezcladas con la cama (Smart *et al.*, 1987).

El aumento de la tecnificación, del control sanitario y de calidad en las etapas productivas, así como la generalización del empleo de grandes mataderos, con modernas facilidades

para el manejo de los desechos, ha dado y seguirá dando origen a residuos con mayores posibilidades de empleo alimenticio. Por otro lado, la creciente industria de la producción de alimentos para mascotas ha generado una demanda adicional para este tipo de materiales, tradicionalmente "reciclados" dentro de la actividad ganadera intensiva o semi-intensiva, tanto en alimentación de rumiantes como de no-rumiantes. Por ello, el destino final de estos desechos o subproductos dependerá, entre otros factores, de su calidad y precios y de la rentabilidad de cada actividad que compita por ellos.

Las deyecciones o residuos digestivos y metabólicos son productos que contienen importantes cantidades de materia orgánica y minerales susceptibles de ser reciclados y empleados con fines productivos. Tales usos pueden ir desde el empleo como fertilizantes y modificadores de la estructura de los suelos (con riesgo de contaminación de aguas subterráneas), hasta la incorporación en dietas para animales, para que posteriormente las deyecciones de los animales que se desempeñan como consumidores finales sirvan como fertilizantes. Esta última opción reduce su volumen inicial y les permite servir como sustitutos de otros insumos alimenticios, los que pueden ser economizados o destinados a otros fines más rentables. Los desechos así empleados adquieren valor económico y se ahorran los costos de su disposición sin riesgos ambientales. Además, pueden mejorar la sustentabilidad, competitividad y rentabilidad de la empresa de origen y de la actividad ganadera que los emplea.

El valor nutritivo de las excretas animales (Cuadro 4.1) puede variar en forma importante dependiendo del tipo de explotación de la que provienen las deyecciones, de los animales empleados y, por sobre todo, de las dietas que se emplean con ellos.

Cuadro 4.1
Composición de las excretas de animales de granja
como porcentaje de la MS

EXCRETA	MS	HEMICEL.	CELULOSA	LIGNINA	CENIZAS	N TOTAL	NNP*
Cama broiler	4,7	--	--	--	15	5,0	46,6
Ponedoras	89,7	17	15	3	28	4,5	59,6
Cerdos (1)	7,65	20	15	5	17	3,0	--
Bovinos carne (2)	12,05	22	17	8	7	3,0	--
Bovinos (3)	13,70	17	24	11	14	2,55	25,7
Bovinos leche (4)	12,7	21	25	13	9	2,60	39,8

NNP*: Como porcentaje del N total.

(1) Con dietas de crecimiento y engorda ; (2) Con dietas de engorda ; (3) Dieta voluminosa ; (4) En lactancia.

Fuente : Wilkinson (1980).

El reciclaje de estos materiales dentro de los programas de alimentación animal parece corresponder a una forma moderna de manejar desechos que, al acumularse, se hacen potencialmente peligrosos. Sin embargo, no es más que la repetición simplificada, con fines productivos y de protección ambiental, de estrategias que la naturaleza ha empleado desde siempre, en una parte importante de las cadenas tróficas que se establecen entre especies pertenecientes a los reinos animal y vegetal. En dicho proceso se incluyen desde los más grandes animales y plantas, hasta protozoos, hongos y bacterias microscópicas, que utilizan los desechos o los cuerpos y estructuras de otros individuos. Una vez identificados los desechos potencialmente interesantes y conocidas las cantidades que se están generando, así como las proyecciones a mediano y largo plazo, las estrategias que se deben seguir para su correcta y segura utilización como alimentos, pasan por una exhaustiva determinación tanto de sus atributos nutritivos, como de los riesgos potenciales que puede originar su manipulación, conservación y empleo.

Lo anterior implica la necesidad de:

- Evaluar los contenidos orgánicos y minerales potencialmente útiles.
- Establecer las formas químicas en que están presentes los diferentes principios nutritivos.
- Determinar para qué especie o especies animales resultan adecuados.
- Establecer y cuantificar la presencia de organismos patógenos.
- Determinar la presencia de sustancias tóxicas para los distintos grupos de animales que podrían, eventualmente, consumirlos.
- Evaluar si pueden ser empleados directamente o requieren de algún tipo de transformación previa.
- Estudiar las formas más adecuadas de conservación y manipulación.
- Realizar pruebas o ensayos de alimentación con estos desechos.
- Determinar la calidad de los productos animales obtenidos.
- Estudiar los costos que implica su empleo
- Comparar dichos costos con los de aquellos alimentos que se pretende sustituir total o parcialmente.

En principio, los rumiantes parecen ser los animales que presentan mayor capacidad para el uso de las deyecciones de otros animales y de parte de los derivados industriales del procesamiento final de los productos ganaderos. Esta afirmación se basa en las particularidades del sistema digestivo de este grupo animal y de los microorganismos que lo habitan, así como en las características de su metabolismo, que les permiten emplear como fuentes de principios nutritivos determinados materiales tradicionalmente

considerados como desechos o subproductos de escaso valor (ricos en nitrógeno no proteico y fibra), al mismo tiempo que les brindan una razonable capacidad para manejar sustancias tóxicas.

4.2 EXCRETAS Y CAMAS DE AVES

La industria avícola, excluyendo las etapas de matadero, trozado, empaque y las aves muertas dentro de la explotación, da origen a dos tipos de desechos: 1) guano o deyecciones y 2) camas de aves.

El primer tipo de desecho proviene de aquellas instalaciones donde las aves se mantienen en jaulas elevadas y las deyecciones caen a un piso libre de otros materiales. Por tanto, están compuestas casi sólo por el material fecal y urinario de las aves, más algo de plumas, restos de alimento y huevos quebrados. El segundo tipo de desecho se origina, principalmente, en los galpones de crianza de pollos broiler; en segundo término, en los de reproductoras o de crianza de ponedoras; y por último en los de crianza de pavos.

En todos estos casos las aves se manejan en instalaciones con piso de tierra, provisto de materiales absorbentes, tales como virutas o aserrín de madera, pajas o capotillo de cereales, cáscara de maní, corontas molidas, etc. Las "camas" están compuestas por las deyecciones de las aves, pequeñas cantidades de plumas, restos de alimento y cantidades variables de distintos materiales absorbentes y de tierra del piso, que afectan su composición y valor nutritivo. Al respecto, Malone (1992) señala que la cantidad alcanza, en promedio, a 1 ton/1.000 broiler/camada, relación que permite fácilmente estimar la disponibilidad local o nacional de estos recursos.

Es necesario advertir que estos materiales, especialmente las camas, que se extraen, mueven y cargan con maquinaria, pueden contener restos metálicos, clavos, vidrios y otros, muy peligrosos para los animales que los recibirán. Por tanto, resulta recomendable que al harnear o moler se emplee un equipo provisto de imanes para retirar por lo menos los restos de hierro y acero. El harneado permite además retirar las costras de cama aglomerada, piedras, trozos de vidrio, madera, etc., muchas veces presentes en la cama.

4.2.1 VALOR NUTRITIVO

El valor nutritivo de un insumo cualquiera no es un atributo constante del alimento mismo, sino que cambia según sea el tipo de animal al que se proporcione y la función que está desarrollando. Es decir, el valor nutritivo de un alimento o de un ingrediente alimenticio dado representa su capacidad para satisfacer todos o una parte de los requerimientos del animal que se está alimentando con él. Es importante tener esto en consideración

cuando se revisa la literatura y se emplea la información tabulada con el propósito de recoger y adaptar las experiencias realizadas en distintas partes del mundo con animales y alimentos que, si bien pueden recibir la misma denominación, también pueden tener capacidades y requerimientos muy diferentes. Además, es conveniente señalar que muchas de las líneas genéticas empleadas hace 20 o más años eran muy distintas a las actuales, con otro potencial de producción y, por supuesto, otro nivel de requerimientos.

La composición del guano de gallina y de la "cama de broiler", por ejemplo, es muy variable y las proporciones relativas de cada una de sus fracciones dependen de diversos factores tales como:

1. Tipo de aves: en general la cama de broiler contiene mayor porcentaje de nitrógeno y menos cenizas que la de ponedoras. La diferencia se origina principalmente en la dieta que consume cada uno. La de pavos también es diferente y de menor valor.
2. Tiempo de permanencia de las aves sobre el material absorbente, que hace variar la relación excreta/substrato.
3. Manejo de las excretas y camas: la forma de almacenamiento y el tiempo transcurrido entre la extracción y empleo como alimento puede determinar la pérdida de cantidades importantes del nitrógeno y otros componentes por volatilización o lixiviación. Parte del nitrógeno puede ser degradado por acción bacteriana a amoníaco, afectando su valor nutritivo y la aceptación por parte de los animales. También puede elevarse el pH a niveles mal tolerados por los rumiantes.
4. Tipo y cantidad de material absorbente utilizado y número de aves por metro cuadrado de piso. En todo caso, la baja digestibilidad de los materiales empleados como cama, hace que la cantidad sea más importante que el tipo, cuando la cama es usada en alimentación de rumiantes.
5. Condición fisiológica y alimentación de las aves, que influye sobre el tipo de dieta y el grado de utilización de sus componentes.

La influencia de estos y otros factores sobre la composición y el valor nutritivo de las camas, hace recomendable que antes de adquirirlas deba solicitarse información respecto de la procedencia, uniformidad de la partida o del embarque y tiempo de acumulación previo a la venta.

4.2.1.1 Composición de camas y deyecciones

La alta variabilidad de la composición de estos recursos queda en evidencia al examinar algunos valores promedio presentados en la literatura (Cuadro 4.2), aún cuando el cuadro de la referencia no contenga los rangos extremos entre los que puede

oscilar el contenido de las diferentes fracciones. Esta variabilidad debe ser tomada en consideración al formular las dietas y hace necesario evaluar la composición de cada partida que se adquiera.

Cuadro 4.2
Contenido de nutrientes de excretas y camas de aves

COMPONENTE BASE MS	CAMA BROILER 1	CAMA BROILER 2	CAMA BROILER 3	CAMA POSTURA	EXCRETAS POSTURA
Materia seca (%)	70-86	87,8	80,5	75-86	50-70
Proteína cruda (%)	23	30,2	24,9	17	24
Fibra cruda (%)	28	18,7	23,6	22	11
E.digest. (Mcal/kg)	1,9-2,4	1,96	--	1,4-1,8	1,2-1,5
NDT (%)	--	--	50,0	--	--
Cenizas (%)	15	12,9	24,7	31	40
Calcio (%)	2,5	--	2,3	6,0	9,0
Fósforo (%)	1,5	--	1,6	1,4	2,5
Potasio (%)	--	--	2,3	--	--

Fuentes: Cama 1, cama postura y excretas postura: Egaña (1982); Cama 2: Comercial y Servicios Rosario (1995); Cama 3: Ruffin, B.G. y McCaskey, T. A. (1998).

Humedad

El contenido inicial de agua de la cama de broiler está determinado principalmente por el tipo de bebederos utilizados y luego por las condiciones ambientales (durante el invierno las camas pierden menos humedad por evaporación) y el manejo de la cama. El contenido de agua no tiene mayor efecto sobre el valor nutritivo, pero si es muy elevado (sobre 25%) puede facilitar durante el almacenamiento la formación de costras y el desarrollo de procesos fermentativos que provocan altas temperaturas (hasta combustión) o favorecer el desarrollo de microorganismos patógenos o de hongos. Por otro lado, si es muy bajo (menos de 12%) puede afectar la palatabilidad de la dieta, al hacerla pulverulenta.

Las camas secas se prestan para su empleo en mezclas con ensilajes de maíz, sorgo, avena o de praderas. También pueden ser incorporadas desde un comienzo al ensilaje mismo, en una relación de 70% maíz para ensilaje y 30% cama de pavos o broiler (McClure y Fontenot, 1985; McClure y Fontenot, 1987). Esta relación puede variar dependiendo del contenido de humedad y nitrógeno de los ingredientes y luego puede proporcionarse solo o con grano de maíz triturado (1% del peso vivo). Las ganancias diarias de peso son mejores con el ensilaje que contiene cama de broiler y además no se afecta el consumo ni las características de la canal.

El consumo de camas de broiler mal conservadas, en las que se hayan desarrollado hongos debido al alto contenido de humedad, puede conducir a la presentación de diversos trastornos en los animales. Uno de los problemas que se ha encontrado dice relación con la presencia de aflatoxinas en el material conservado. Así por ejemplo, la ingestión de una dieta donde se incluía cama de broiler contaminada con hongos del tipo *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Fusarium* y *Alternaria*, produjo en novillos de 5-12 meses una enfermedad nerviosa, no letal, caracterizada por temblores, ataxia y episodios de convulsiones tónico-clónicas, síntomas que desaparecieron completamente dos semanas después de que se retiró de la dieta el alimento contaminado (Parada *et al.*, 1988).

Proteína cruda

Más del 40% del nitrógeno de las camas puede estar en forma de nitrógeno no-proteico (NNP), principalmente como ácido úrico (forma de excreción del nitrógeno por las aves), que no es bien utilizado por los rumiantes jóvenes. De allí la recomendación de emplearlo en alimentación de animales con rumen bien desarrollado. No obstante, como fuente de NNP, el ácido úrico parece presentar algunas ventajas respecto de la urea, debido a que los microorganismos del rumen lo degradan a una tasa más lenta, lo que se traduce en una mejor eficiencia de utilización del nitrógeno por las bacterias, al coincidir con la disponibilidad de energía.

También una parte del nitrógeno puede presentarse en forma ligada e insoluble, problema que se deriva del sobrecalentamiento que se puede presentar durante el almacenamiento o por el secado y que llega a afectar hasta un 50% del nitrógeno total, reduciendo su digestibilidad incluso en los animales adultos. El resto del nitrógeno se encuentra en forma de proteínas (40 a 50%) y de otros materiales nitrogenados. Las proteínas serán utilizadas a nivel ruminal del mismo modo que el resto de la proteína dietaria.

Energía

En general, las camas se caracterizan por un contenido de energía digestible (ED) relativamente bajo, del orden de 2,0 Mcal /kg. Entre los factores que más afectan el contenido de ED, cabe destacar el elevado porcentaje de cenizas y de fibra cruda (en su mayoría proveniente de los materiales absorbentes de la cama). No obstante, los valores tabulados para el contenido de nutrientes digestibles totales (NDT) son de alrededor de 50 a 60% y los de ED y EM de 2.240 y 2.181 Kcal/kg MS, respectivamente, que en este aspecto la hacen equivalente a un buen heno de alfalfa. Esta relativa pobreza energética (respecto del elevado contenido de proteína cruda) hace necesario suplementarla o combinarla con otros alimentos ricos en energía y, particularmente, con energía fácil y rápidamente disponible en el rumen, de modo de favorecer la transformación a proteína microbiana del ácido úrico y otras formas de nitrógeno no -proteico presentes en la cama de broiler y que representan la mayor parte de su contenido de proteína cruda.

Se han empleado, de forma exitosa, suplementos energéticos como las melazas y los derivados de la molinería de granos de cereales, según se ha visto en capítulos anteriores.

Fibra cruda

Esta fracción, que puede llegar a representar cerca de un 30% de la cama de broiler, generalmente está constituida por materiales de baja digestibilidad y con un tamaño de partículas que no resulta del largo requerido para el adecuado funcionamiento ruminal. Por lo tanto, se hace necesario adicionar un mínimo de fibra larga (5%), como heno u otro forraje voluminoso. Algunos estudios plantean como óptimo un nivel de 15% de heno de gramíneas para dietas con maíz molido (1% peso vivo) y cama de broiler a discreción (Rossi *et al.*, 1996).

Cenizas

Esta fracción de las camas está compuesta por minerales provenientes del material absorbente, de las deyecciones, de los restos de alimentos y del piso de tierra de los galpones. Constituye un buen indicador de la calidad y probable uso de la cama, debido a que cantidades muy altas no sólo reducen la participación porcentual de las demás fracciones nutritivas, sino que pueden afectar al animal que la consume. Contenidos cercanos al 30% o superiores son muy elevados y determinan que el producto no sea adecuado para su uso en alimentación del ganado, salvo que se le diluya con otro alimento muy pobre en cenizas. Como la tierra proveniente del piso puede representar un 88% de las cenizas, se deben controlar las faenas de limpieza de los galpones y la posterior carga en camiones.

Minerales específicos

El calcio, fósforo, potasio y otros minerales pueden constituir entre 12 y 29% de las cenizas, por lo que las camas son excelentes fuentes de minerales, en cantidades que pueden exceder largamente los requerimientos de los animales y eliminar la necesidad de emplear suplementos, salvo el caso de requerir la corrección de alguna deficiencia o desbalance específico. De hecho las vacas vientre de carne, al consumir dietas con alrededor de un 50% de cama de broiler, reciben más del doble de sus requerimientos de estos minerales.

No obstante, el contenido excesivo de estos minerales generalmente sólo constituye un problema en ciertos casos particulares, como el que se presenta en vacas de carne en las etapas de pre y post parto, en las cuales el alto contenido de calcio y el desbalance de otros minerales en la dieta puede causar problemas de fiebre de leche. Estos se pueden reducir si se retira la cama de la dieta, unos 30 días antes del parto, o se proporciona no menos de la mitad de la ración como heno de gramíneas u otro forraje voluminoso de bajo contenido de calcio (Rude *et al.*, 1995 y 1996; Ruffin, B.G. y McCaskey, T.A., 1998). Este problema podría ser mucho más serio, al emplearla en ganado lechero.

Una preocupación que ha estado siempre presente guarda relación con la posible presencia de metales pesados en las deyecciones de aves. Metales como cadmio, plomo y mercurio, si bien no son proporcionados como alimento, se encuentran presentes en los alimentos empleados y, como la absorción es muy baja, tienden a concentrarse en las deyecciones. Sin embargo, aún cuando hasta ahora no ha habido problemas, lo aconsejable es seguir monitoreando el comportamiento de estos metales pesados y otras sustancias tóxicas en los ciclos de re-utilización de desechos.

Las camas y deyecciones pueden contener grandes cantidades de microelementos como cobre, hierro, selenio y magnesio, las que superan en mucho las necesidades y las cantidades presentes en los alimentos convencionales. Por ejemplo, respecto al cobre, si bien los requerimientos mínimos y tolerancia máxima de vacas no pueden ser determinados sin considerar el consumo de molibdeno, azufre y otras sustancias que pueden intervenir, el National Research Council de Estados Unidos (1988) señala como máximo contenido dietario un nivel de 100 ppm.

No obstante, vacas alimentadas en invierno con una dieta alta en cama de broiler pueden estar recibiendo 600 ppm o más al día, lo que se aproxima bastante al nivel de ingesta máxima tolerable de 1.000 ppm, por tanto se bordea la frontera de la toxicidad. El cobre en exceso se acumulará en el hígado y el contenido puede normalizarse al retornar los animales a las praderas, después de tres o cuatro meses de manejo en corrales o en potreros de sacrificio. De todos modos resulta aconsejable no prolongar el empleo de la dieta alta en cama más allá de lo necesario.

Una consideración especial se debe tener en el caso de bovinos de carne jóvenes en engorda final, cuya carne, algunas vísceras y el hígado, serán destinados al consumo humano. Además, como en estos animales jóvenes es más fácil que se presenten problemas de toxicidad por cobre, autores como Ruffin y MacCaskey (1998) recomiendan que no se les proporcionen dietas altas en cama de broiler (cerca de 50%) y concentrados por más allá de 180 días. Sin embargo, en otros casos se han alimentado terneros Frisones de 189 kilos de peso vivo y 254 días de edad, hasta los 400-450 kilos, con dietas que contenían 25 ó 50% de cama de broilers, sin que se observaran trastornos debidos al contenido de cobre, ni se afectara el comportamiento productivo (Khalil *et al.*, 1995 a y b). Por lo tanto, se requiere de más antecedentes respecto de los posibles efectos del contenido de cobre de las camas de broiler empleadas en alimentación de rumiantes.

En consideración a que los ovinos son muy sensibles a los niveles elevados de cobre, las camas de aves con altos contenidos de este mineral no debieran ser empleadas en alimentación de estos animales. Un caso que describe muy bien el desarrollo del problema de toxicidad, se dio en ovejas alimentadas con niveles de 25 y 50% de cama de broiler, que contenía 195 ppm de cobre (Fontenot, 1971). En este estudio, las ovejas y corderos se comportaron normalmente hasta el día 137 en que murió la primera oveja. El trabajo se

prolongó hasta los 254 días, período en que murió, por toxicidad de cobre, el 55% de las ovejas de la dieta con 25% de cama y el 65 % de aquellas en la dieta con 50% de inclusión.

Vitaminas

La información disponible prácticamente no menciona el tema, salvo para señalar que la carencia de vitamina A hace necesario suplementarla en la dieta (Ruffin y McCaskey, 1998; Egaña, 1982). Lo más probable es que, dada la naturaleza del producto, esto sea válido para el conjunto de las vitaminas A, D y E, siendo recomendable suplementar todas ellas, más aún si la camas durante alguna de la etapas previas al consumo son sometidas a temperaturas elevadas o las desarrollan espontáneamente.

4.2.2 PROCESAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS CAMAS

Como fuera señalado al comienzo de este capítulo, el empleo en alimentación animal de las camas de broiler o de otras aves no está libre de riesgos potenciales. Los principales están asociadas a la presencia de bacterias patógenas, tales como *salmonella* y de residuos de medicamentos o antiparasitarios frecuentemente usados en producción avícola, como puede ser el caso de coccidiostatos, antibióticos, arsénico y cobre. Además, existe el riesgo de desarrollo de hongos, que pueden afectar la calidad del material o hacerlo inadecuado para el consumo.

Cualquiera sea el origen de la cama o guano, este recurso debe ser manejado o procesado para conservar o mejorar sus atributos nutritivos, el grado de aceptación por los animales y destruir los microorganismos patógenos. Además, debe ser conservado de modo tal que se impidan nuevas colonizaciones o proliferaciones, que superen los límites permitidos para insumos destinados a la alimentación animal.

4.2.2.1 Métodos de conservación

Existe una amplia variedad de métodos de procesamiento de las camas, destinados a lograr los objetivos antes señalados. Las sistemas difieren en cuanto al mecanismo o estrategia empleada para conservar el producto, en la efectividad del método, en la vida útil del material procesado y , por supuesto, en los costos.

Entre los métodos más corrientemente empleados se pueden destacar los siguientes :

1. Ensilaje mixto

Consiste en mezclar la cama y un vegetal picado (maíz, sorgo o pradera) durante la faena de carga del silo. Normalmente la proporción de cama agregada es de entre 20 y 30% de la materia seca total. No obstante, la cantidad puede variar dependiendo del nivel de

proteína que se desee, de la humedad de ambos materiales, del tipo de animal a que estará destinado el ensilaje, etc. Esta práctica se basa en el aprovechamiento de la condición anaeróbica que se produce al interior de los silos y de los procesos de fermentación de los materiales ensilados. Estos procesos resultan en elevación de temperatura y una acidificación del medio, con disminución del pH, a valores próximos a 4. Todas estas condiciones sirven para destruir algunos patógenos e impedir o reducir la proliferación de otros. Asimismo, el ensilado de las camas con productos de origen vegetal sirve para mejorar la aceptabilidad de la cama, al enmascarar los sabores que resultan desagradables para los animales o, en el caso de camas muy secas y con materiales muy finos, se evita la excesiva pulverulencia. Sin embargo, hay que recordar que se requiere de la disponibilidad simultánea de los diferentes componentes del ensilaje, o bien de un período de almacenamiento de la cama hasta disponer del material vegetal que integrará el ensilaje mixto.

Este método puede ser también de mucha utilidad si se reemplazan los forrajes cultivados o cosechados para ensilar, por residuos o desechos agrícolas o agroindustriales, como es el caso de las pomasas de manzana o de tomates y una serie de materiales que fueron considerados en los capítulos anteriores.

2. Acidificación

El tratamiento de las camas con ácidos para reducir el pH, reproduce en parte los efectos del ensilaje mixto y constituye una posibilidad de tratamiento directo e inmediato, que no requiere de la disponibilidad conjunta de diferentes insumos agrícolas.

3. Tratamiento con calor

Las camas pueden ser sometidas a temperaturas más o menos elevadas, ya sea como consecuencia de la aplicación directa de calor en el proceso de secado o bien por acción del calor que se produce como resultado de la fricción dentro de los equipos, así como de la presión empleada para peletear el material. En ambos casos se trata de calor generado al exterior de la cama y traspasado a ella.

4. Apilado en "parva"

El apilado con o sin cobertura con polietileno, en forma semejante al silo parva, es una forma simple y económica de almacenarlo y procesarlo. Dado que, por mecanismos semejantes a los señalados para el ensilaje mixto, dentro de los primeros 5 días de apilado, se produce una fuerte elevación de la temperatura, los niveles de cerca de 50°C o más, que se alcanzan dentro de este período, son suficientes para eliminar muchas de las bacterias patógenas. Así, por ejemplo, bacterias asociadas a la tuberculosis aviar y bovina, son eliminadas en una hora de exposición a esa temperatura. En todo caso las recomendaciones para asegurar eliminación de

salmonellas consideran mantener las condiciones del apilado por unos 20 días como mínimo y un adecuado margen de seguridad se obtiene con períodos aún más largos (Ruffin y McCaskey, 1998).

Otro factor que participa de la eliminación de patógenos dentro de la parva está representado por el amoníaco que se produce por degradación de parte del ácido úrico y otros compuestos nitrogenados presentes en la cama. La presencia de amoníaco en la cama, antes de apilar, limita el crecimiento de hongos productores de aflatoxinas (como *Aspergillus flavus*), debido a que alcaliniza el pH. Posteriormente, el amoníaco acumulado dentro de la pila tiene la ventaja de ser altamente tóxico para estos y otros hongos, por lo que su crecimiento queda limitado a las partes expuestas al aire, las que no son difíciles de seleccionar y descartar antes de usar la cama como alimento.

Los antibióticos proporcionados a los pollos no son problema cuando la cama se usa en alimentación de ganado de carne, ya que durante el período de almacenamiento los residuos de antibióticos son parcialmente degradados por los microorganismos presentes en la cama. Además, en general, los antibióticos aprobados para uso aviar, también están aprobados para uso en bovinos de carne. Con respecto a los coccidiostatos, para evitar problemas de uso de las camas, se deben emplear productos de corto efecto residual o de algún tipo aprobado en rumiantes. Algunos trabajos realizados con ovejas para establecer los efectos de la monensina presente en las camas (al ser usada como coccidiostato), han encontrado que se las puede emplear sin problemas detectables (Ryssen, 1991).

La mayor dificultad que se puede presentar en este sistema y que puede disminuir la calidad, se relaciona con la posibilidad de elevación excesiva de la temperatura dentro de la pila. La cama recién apilada produce calor en forma espontánea, como resultado de los ya mencionados procesos fermentativos. El sobrecalentamiento reduce la digestibilidad de la materia seca de la cama y liga parte del nitrógeno, afectando su disponibilidad. Por este motivo, se están desarrollando sistemas para limitar o controlar la producción de calor dentro del material apilado. Probablemente una de las soluciones provenga de la adición de productos químicos o de ácidos sobre el material, antes de ser apilado, de modo de limitar el grado de fermentación natural debido al efecto directo de los químicos o por la reducción del pH a niveles intolerables para muchos de los microorganismos responsables de la fermentación.

Otra opción consiste en reducir la cantidad de humedad en la cama (a menos de 25%) antes de apilar y luego compactar densamente mediante pasadas de tractor, para eliminar la mayor cantidad de aire posible, del mismo modo que en un ensilaje de material vegetal, para así reducir la acción microbiana y los problemas derivados del sobrecalentamiento. Sin embargo, este procedimiento puede dar por resultado la

formación de una masa compacta muy firme, obligando a molerla o fragmentarla nuevamente antes de su empleo. Cualquiera sea el procedimiento elegido, será necesario estudiar muy bien los costos involucrados y sus efectos sobre el manejo posterior y sobre el costo de la cama como alimento.

Al igual que en los procedimientos empleados para producir adecuados ensilajes vegetales o mixtos, quizá la forma más económica de mantener bajo control la actividad de microorganismos y la consiguiente producción de calor, resulte de la utilización de cubiertas de polietileno para el sellado del silo o pila. Ello evita el intercambio gaseoso con el exterior y permite reducir gradualmente el contenido de oxígeno del material conservado. Esto último es válido tanto para pilas al aire libre como para aquellas hechas bajo galpones.

Las temperaturas que sirven para el control de microorganismos se encuentran en un rango de entre 45 y 55°C. En cambio las temperaturas que hay que evitar se encuentran entre 65 y 70°C, niveles en los que las proteínas se ligan a otros compuestos, haciéndose insolubles y reduciendo su digestibilidad. Más allá de este rango, el material puede desarrollar temperaturas mucho más elevadas en algunos puntos de la pila, llegando incluso a la presentación de combustiones espontáneas con destrucción del material apilado y de las instalaciones de almacenamiento.

Cabe señalar que si el material ha sido bien manejado desde que fue incorporado a los pisos, especialmente al momento de su extracción de los galpones, y si además, se ha conservado de acuerdo a los procedimientos antes mencionados, el producto resultante puede ser mantenido en buenas condiciones por períodos de hasta 5 años o más, sin que se afecte de forma significativa su valor nutritivo.

4.2.3 EMPLEO DE LAS CAMAS COMO ALIMENTO

En Estados Unidos y otras partes del mundo, se han estado empleando las camas de broilers, por más de 35 años, sin que haya registros oficiales de efectos perjudiciales sobre la salud de los humanos que consumen los productos así originados. Los antecedentes acumulados durante este tiempo brindan una muy razonable seguridad a los profesionales que recomiendan su empleo, la que se aumenta al retirar la cama de la dieta un tiempo antes de que el animal sea beneficiado para consumo (Ruffin y McCaskey, 1998).

4.2.3.1 Regulaciones sanitarias

En muchas partes del mundo, se considera que incluso bajo adecuados sistemas de manejo, no más allá de un 50% del total del material de cama producido y recuperado, llega a cumplir con las condiciones exigidas para su inclusión en alimentos

o dietas para animales. Por tanto aquel que no esté dentro de esta categoría puede ser empleado como fertilizante o enmienda de suelos agrícolas y forestales, tomando las precauciones debidas para evitar los riesgos ya mencionados de contaminación profunda (Larney *et al.*, 1996).

Las medidas y regulaciones especiales que se adopten en Chile deben tener presentes e incorporar aquellas existentes en los países considerados como posible destino de los productos finales y aquellas contempladas en los acuerdos de intercambio comercial. En EE.UU. por ejemplo no existen hasta la fecha leyes o regulaciones federales para la venta o empleo de la cama de broiler como alimento animal. Pero varios estados poseen regulaciones que norman las ventas de camas de broiler destinadas al consumo animal, a través de los canales comerciales establecidos, pero no consideran los intercambios privados ni el empleo como alimento.

La cama de broiler comercializada como ingrediente alimenticio debe cumplir con todas las normas de calidad que se dicten para proteger la salud de los consumidores y de los animales mismos. En EE.UU. las regulaciones sobre calidad de los insumos alimenticios fueron adoptadas y entraron en efecto en enero de 1977, encontrándose bajo la Regulación de Química Agrícola N° 9. Así, por ejemplo, si el desecho animal contiene drogas o residuos de ellas, debe estar etiquetado con una alerta que dice *"ADVERTENCIA: Este producto contiene residuos de drogas; no emplear dentro de los quince días previos al beneficio"*.

Finalmente, debe ser recalcado que los agricultores dedicados a la producción animal, sin perjuicio de las regulaciones legales, están éticamente obligados con los consumidores y han adquirido con la sociedad la obligación de vender animales libres de drogas y de sustancias tóxicas conocidas, cuyo consumo implique riesgos para la salud de la población.

El plazo de 15 días para retirar la cama de broiler de la dieta, antes de faenar o comercializar los animales para matadero, tiene por objeto minimizar los riesgos derivados de la presencia de residuos de drogas en los tejidos animales. En dietas para vacas lecheras en lactancia, existe algún grado de controversia respecto de la conveniencia del empleo de las camas. Pero sí está claro que no es posible usar las camas de broiler que contengan o sean sospechosas de contener residuos de drogas, debido a que no existe forma de evitar el paso de dichos residuos a la leche.

4.2.3.2 Uso en producción de carne

Entre las consideraciones que determinan el empleo y la cantidad a usar de los diferentes ingredientes que pueden ser incluidos en las dietas de ganado destinado a la producción de carne y de las hembras utilizadas como vientres de cría (que luego no son ordeñadas), destacan aquellas que dicen relación con sus características nutricionales

y las de orden económico. Para los efectos de este capítulo, se hará especial hincapié en las primeras y se mencionarán las segundas, debido a que tienden a presentar una mayor dependencia de otras variables, que escapan del alcance de este texto.

a) Empleo en engordas de bovinos a corral

Para comenzar, se ha estimado conveniente mencionar algunos aspectos relevantes para el éxito de la actividad. Tratándose de un negocio donde los márgenes son bastante reducidos, es necesario, por un lado, procurar que la diferencia positiva entre precios de compra y de venta de los animales sea lo más alta posible y, por otro, tratar con extremo cuidado aquellos factores que inciden en los costos de producción.

Por esto, será necesario:

- Seleccionar un tipo de ganado que alcance rápidamente el peso y condición de beneficio.
- Programar una alta tasa de ganancia diaria de peso.
- Determinar una dieta y ración diaria que permita lograr las metas productivas al más bajo costo posible.
- Realizar las compras de insumos en los momentos más favorables del mercado.
- Procurar las condiciones ambientales y sanitarias más benignas posibles. Todo esto, con el fin de bajar los costos por cada kilo producido.

Considerando que el empleo de camas de aves en la dieta tiene como propósito reemplazar parcial o totalmente otros ingredientes de tipo convencional (que contienen determinados principios nutritivos requeridos por los animales, pero cuyo costo por unidad equivalente de dichos nutrientes es más elevado), la decisión de incorporación y a qué nivel, dependerá fundamentalmente de tres factores: el valor nutritivo de la cama, la diferencia entre el costo de los insumos convencionales y el costo de la cama más aquel de los ingredientes que haya que suplementar, para balancear la dieta y los costos adicionales de conservación y manejo.

Al revisar la literatura sobre engordas a corral, es posible encontrar referencias al empleo de camas de broiler, en la más amplia gama de porcentajes de inclusión y de combinación con diversos tipos de concentrados, forrajes voluminosos o pastoreo directo. Esta gama va desde las experiencias mencionadas por Egaña (1982), en que se alimentaron vacas a nivel de mantención, por largos períodos de tiempo, con dietas basadas exclusivamente en cama de broilers; pasa por la autorregulación del consumo en animales a pastoreo o a corral; sigue con un amplio grupo que emplea y recomienda niveles de entre 25 y 50% de la dieta (Khalil *et al.*, 1995 a y b; McClure y Fontenot, 1985 y 1987; Josifovich *et al.*, 1985; Rankins *et al.*, 1993), hasta aquellos que recomiendan no exceder el nivel de 30% de inclusión (Claro, 1990), a fin de no deprimir el consumo y la eficiencia de conversión de alimentos.

Las diferencias encontradas al respecto se originan en varios factores, entre los que se destacan: el tipo de cama, la composición original de las camas, el procesamiento a que haya sido sometida, el método de conservación empleado, el resto de los componentes de la dieta, especialmente los energéticos, el tipo de alimento convencional que se desea reemplazar en la dieta, el tipo de animal empleado (edad, sexo, estado fisiológico), el grado de intensificación del programa de manejo y las metas productivas predeterminadas.

Cuadro 4.3
Dietas sugeridas para engorda de bovinos a corral, base MS

INGREDIENTES	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Cama broiler (%)	30	27	60	50	20	30	50	25	25	--	ad lib
Ensilaje mixto* (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	ad lib	--
Ensilaje maíz (%)	50	--	--	30	--	--	--	60	--	--	--
Afrecho trigo (%)	10	15	25	10	-	15	--	--	10	--	--
Melaza ** (%)	10	10	10	10	40	25	--	15	50	--	--
Grano de maíz ** (%)	--	--	--	--	--	--	50	--	--	1%pv	1%pv
Grano de avena (%)	--	--	--	--	10	--	--	--	--	--	--
Pomasa manzana (%)	--	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Heno gramíneas (%)	--	8	5	--	--	--	--	--	--	--	ad lib
Heno de pradera (%)	--	--	--	--	30	30	--	--	--	--	--
Paja trigo (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	15	--	--
PC (%)	--	--	--	--	14,2	15	14,7	--	--	13,8	--
EM (Mcal/kg)	--	--	--	--	2,5	2,3	--	--	--	--	--

• Ensilaje 70% maíz + 30% cama
** Las dietas altas en melaza o granos pueden requerir adición de bicarbonato de sodio
Fuente: Dietas I a IV, Egaña, 1982 ; Dietas V y VI, Mira,1995, Muestra de 11 dietas formuladas para engorda invernol de novillos Frisones; Dieta VII, Ruffin y McCaskey,1998 ; Dietas VIII y IX, Claro, 1990 ; Dieta X, McClure y Fontenot, 1989 ; Dieta XI Rossi *et al.*, 1996.

El análisis y comparación de las dietas presentadas en el Cuadro 4.3 evidencia que la utilización de las camas como sustituto de los alimentos proteicos convencionales de origen vegetal (tortas y afrechos de oleaginosas), especialmente en la etapa de engorda final, hace necesaria una importante suplementación energética, con el fin de equiparar el valor nutritivo de la cama más el suplemento, al del concentrado convencional que se pretende reemplazar. Por ese motivo, generalmente, se las ve acompañadas de melaza, granos o subproductos de molinería. Así, por ejemplo, en dicho cuadro, se observa que incluso en aquellos programas de alimentación donde el ensilaje mixto (maíz + cama) o el heno se ofrecen a voluntad, los granos constituyen alrededor del 30% de la dieta (1% del peso vivo).

En otros casos pueden ser empleadas para compensar las deficiencias nutricionales de otros componentes mayores de la dieta, como es el caso de los ensilajes de maíz , sorgo, praderas o residuos y desechos agrícolas y forestales. En programas de alimen-

tación donde las metas productivas resultan menos exigentes o bien donde los requerimientos normales de los animales, son más bajos y más fáciles de satisfacer.

Uno de los aspectos destacables del empleo de las camas está dado por la posibilidad de combinarlas en diferentes proporciones, con diversos insumos, de modo de satisfacer exigencias similares a base de dietas nutricionalmente comparables, pero cuyo precio unitario puede ser muy diferente.

Al respecto, Claro (1990) publicó un interesante conjunto de dietas, donde variando levemente la cantidad ofrecida diariamente de cada una se logran raciones nutritivamente equivalentes para el empleo en la engorda final de novillos Hereford, desde los 280 hasta los 420 kilos, para una meta de ganancia estimada diaria de 1,2 kilos. En este conjunto de dietas, la cama varía entre 25 y 30% de la materia seca, modificándose el tipo y cantidad de los insumos que completan cada dieta.

Por otra parte, en este conjunto de dietas (Cuadro 4.4), racionadas de acuerdo al programa de alimentación sugerido, es posible apreciar -como lo señala el autor- que los menores costos de alimentación, en engordas a corral, se logran cuando la base de la dieta está constituida por alimentos de calidad, producidos en el predio(en este caso ensilajes de maíz o avena). El mismo autor indica que los costos "siempre serán discutibles", apuntando a que no existe una dieta universalmente ventajosa, puesto que los resultados económicos dependerán de los precios a que se obtengan los distintos insumos.

Cuadro 4.4
Dietas para novillos Hereford en engorda (1)

INGREDIENTES	I	II	III	IV	V
Cama (%)	25	25	25	30	25
Melaza (%)	15	20	10	20	50
Harinilla (%)	--	--	50	--	10
Maíz silo (%)	60	--	--	--	--
Avena silo (%)	--	55	--	--	--
Pomasa de manzana (%)	30	--	--	--	--
Paja trigo (%)	--	--	20	15	15
Ración (kg MS/día)	11,15	12,37	11,57	12,53	11,37
Energía (Mcal/día)	26,82	26,81	26,81	26,81	26,8
Proteínas totales (kg/día)	1,10	1,26	1,49	1,09	0,96
Costo relativo/kg ganancia	1	1,07	1,15	1,29	1,40

(1) Claro (1990). Síntesis de las dietas propuestas.

En los capítulos anteriores, se ha presentado gran cantidad de información respecto de la composición y valor nutritivo, para diferentes especies rumiantes, de una serie de residuos, subproductos y desechos de origen agrícola y agroindustrial. Además se ha discutido el empleo de ellos en las dietas para estos animales (Capítulos 1 y 2). La información contenida en el presente capítulo puede usarse en combinación con la anterior, para aumentar el abanico de opciones al momento de formular dietas que hagan el mejor uso de las características de cada uno de estos insumos y permitan obtener el rendimiento máximo de ellos.

Una de las precauciones que debe tomarse al revisar y utilizar la información relacionada con los porcentajes de inclusión de camas o de reemplazo de otros ingredientes por diferentes camas, dice relación con el cálculo del porcentaje de nitrógeno de la dieta, efectivamente substituido, que ha producido buenas respuestas productivas de los animales o retornos económicos satisfactorios. Algunos trabajos apuntan a que el nivel adecuado de reemplazo del nitrógeno dietario se encuentra cerca del 30%, cuando la cama tiene residuos de madera como material absorbente, sacrificando parte de la eficiencia animal, pero compensándola con la magnitud de la reducción de los costos unitarios de la dieta y del costo por kilo de carne producido (Parthasarathy *et al.*, 1982; Parthasarathy *et al.*, 1994). Este valor es semejante a las recomendaciones que existen para la inclusión de otras fuentes de NNP (como urea) en la dieta de rumiantes, a pesar que en la cama de broiler sólo alrededor del 45 o 50% del nitrógeno corresponde a NNP (ácido úrico).

Cualquiera sea la proporción de cama que se vaya a incluir en la dieta de cualquier tipo de animal, la incorporación siempre debe ser hecha en forma gradual. En general, las estrategias de manejo alimenticio para estos ingredientes son las mismas que deben aplicarse cuando se efectúa un cambio radical en la dieta, especialmente cuando se considera la inclusión de materiales del tipo concentrado, aunque se trate de alimentos de los llamados "convencionales". En este sentido, se recomienda completar el cambio en un período de dos a tres semanas. Un período más corto implica un mayor riesgo tanto de rechazo y efectos adversos para el animal, como de baja eficiencia de utilización de la dieta. La inclusión gradual persigue, fundamentalmente, dar tiempo al animal y a sus sistemas digestivo y metabólico, para ajustarse y realizar los cambios funcionales necesarios para utilizar adecuadamente los principios nutritivos, en la forma química en que se encuentran presentes en los nuevos ingredientes y, además, acostumar a los animales a los olores y sabores que son propios del producto incorporado. De este modo se logra la utilización más eficiente posible, dentro de plazos razonables, y se procura evitar los problemas derivados del rechazo. Al mismo tiempo, esta gradualidad brinda la posibilidad de mantener a los animales bajo observación y detectar oportunamente los problemas que puedan presentarse, realizando los ajustes y cambios necesarios, antes que se afecten negativamente los resultados de la explotación.

Los cambios en el ambiente ruminal y en el animal mismo suponen la existencia previa de un rumen plenamente funcional y de alta capacidad de ingestión. En otras palabras, se está indicando que las recomendaciones hechas sirven para rumiantes que han pasado la etapa de crianza. A ello se debe que algunos autores señalen la inconveniencia de proporcionarla a animales de menos de 280 kilos (Claro, 1990). Por la misma razón, la mayor parte de los autores recomiendan el empleo de las camas con animales en la etapa de engorda en sistemas intensivos o semi intensivos o bien durante el período deficitario invernal de los animales adultos a pastoreo.

b) Empleo en engorda de otros rumiantes a corral

En Chile, la engorda a corral de otros rumiantes (ovinos, caprinos y, en menor escala, camélidos) es una estrategia de manejo que, salvo muy contadas excepciones, sólo se ha utilizado con propósitos experimentales, en el desarrollo y prueba de nuevas opciones productivas, con diferentes grados de intensificación, o bien con estrategias de intensificación gradual, basadas en cambios de manejo de las razas existentes o en la introducción de razas especializadas, más exigentes desde el punto de vista de sus requerimientos nutritivos. Para la intensificación se requiere, por lo menos en los períodos más críticos, de diferentes grados de independencia respecto de la disponibilidad de forrajes de las praderas naturales, para no afectar el comportamiento de los animales.

La mayor parte de los estudios en el campo de la engorda de corderos a corral, se han basado en las experiencias existentes en engorda de bovinos de carne y, como es razonable esperar, el camino seguido fue muy similar al anterior. Las dietas ensayadas se basaban en los mismos ingredientes ya probados como exitosos en la engorda de bovinos, resguardando las diferencias conocidas respecto de los requerimientos entre ambas especies, y se procuraba identificar la edad o peso vivo más conveniente para destetar e iniciar la engorda de los corderos separados de las madres.

También en este aspecto, se han abordado estudios destinados a reducir los costos de alimentación de la etapa crianza engorda, ensayando los efectos de la inclusión de alimentos no convencionales, especialmente derivados de la agroindustria. Al respecto cabe mencionar los estudios de incorporación de pomáceas de manzana y tomates, destinados a reemplazar ingredientes cuyo mayor aporte es de energía, que representan la mayor parte de la dieta y que, por tanto, constituyen una alta proporción de los costos (ver referencias en capítulos anteriores). También existen algunos estudios pioneros en el tema de la utilización de desechos animales, los que no encontraron terreno propicio para ser trasladados desde las estaciones experimentales al campo productivo, dado que la producción de carne con ovinos siguió siendo una explotación extensiva (Manterola y García, 1969).

En la actualidad, se presenta una nueva oportunidad para la intensificación, la que surgirá como consecuencia de los planes de introducción de razas especializadas en la

producción de leche y carne, a fin de atender las potenciales demandas y necesidades de los mercados internos y externos.

Por un lado, está el caso de la producción de leche, que es un rubro caracterizado por una alta demanda nutricional, durante largos períodos del año, y que no puede estar sometido a las variaciones en cantidad y calidad propias de las praderas naturales.

Por otra parte, la producción de carne exportable debe satisfacer exigencias de edad y calidad de los corderos y de las carcazas y cortes derivados de ellos que difícilmente pueden ser atendidas con las crías de muchas de las razas locales, menos aún si éstas son manejadas en condiciones extensivas. En el diseño de las dietas específicas para ambos casos, las camas de aves (de bajo contenido de cobre) se prestan para suplementar parte de las deficiencias de algunos ingredientes, como las pomasas y ensilajes, o bien para reemplazar en la dieta a una parte de los alimentos concentrados convencionales. En algunos trabajos se ha llegado a sustituir hasta un 30 o 40% del nitrógeno de la dieta de corderos, logrando una utilización tan eficiente como la del nitrógeno de la harina de soja, siempre que éstos no sean muy jóvenes al inicio del programa de alimentación (Smith y Calvert, 1976; Ilian *et al.*, 1985). Otros autores han probado con éxito la inclusión de niveles de 10 y 20% de cama de broilers, junto con grano de cebada, en la dieta de corderos destetados, sin problemas de consumo y con un aumento significativo de las ganancias de peso y rendimiento centesimal, cuando se las comparó con el grano partido acompañado con fuentes de fibra de baja calidad nutritiva (Kassem *et al.*, 1993).

Ensayos realizados en la Universidad de Chile (Manterola y García, 1969; Blamey *et al.*, 1997) muestran que es posible reemplazar proporciones significativas de los concentrados por cama de broiler (10 - 20%), con poco efecto sobre el comportamiento productivo. Los porcentajes de reemplazo más convenientes dependerán de la edad de los corderos; del precio de los ingredientes a substituir y de las metas productivas deseadas. Es importante destacar que la mayor parte de la información muestra que no hay efecto sobre las características de la canal de los corderos y que a mayor porcentaje de inclusión en la dieta, mayores son los problemas de rechazo. Al igual que para el caso de los bovinos, el rechazo puede obedecer en parte a los sabores y aromas extraños para el animal y a la pulverulencia que caracteriza a las camas harneadas y muy secas, lo que puede resolverse con el empleo de las camas en mezclas con alimentos de sabores y olores intensos, que resulten atractivos para los corderos, y la pulverulencia se puede eliminar al mezclar con alimentos de alto contenido de humedad.

Otro de los problemas a resolver dice relación con la duración de los períodos de acostumbramiento, necesarios para dar tiempo al cordero y a los microorganismos de su aparato digestivo, para manejar esta nueva dieta sin riesgos para la salud del animal y sin disminución de la eficiencia de utilización de alimentos.

En el caso de los ovinos, el tiempo que transcurre desde el destete temprano hasta alcanzar el peso de beneficio es bastante breve, por lo que la incorporación de las camas y otros ingredientes no convencionales debe hacerse dentro de un plazo también corto para que esta medida tenga efectos sobre los resultados económicos de la engorda. Probablemente, la incorporación gradual deba ser realizada dentro unos 10 a 14 días, con incrementos cada tres o cuatro días, hasta llegar al 10 ó 15% recomendado como más seguro y rentable.

La situación de las crías del ganado caprino es aún más extrema que la descrita para los ovinos. Desde un punto de vista cuantitativo, la engorda a corral es una práctica virtualmente inexistente en Chile (salvo los casos de algunos productores tecnificados y dedicados a la producción de leche y de las estaciones experimentales). No obstante, la producción de leche, y muchas veces de carne, con fines económicos que van más allá de la simple subsistencia de los propietarios y de sus grupos familiares, hace necesario considerar la intensificación del manejo de una parte importante de las etapas productivas de estos animales. La única forma que existe, aparte del sacrificio de los recién nacidos, para desligar a la madre de las necesidades de la cría al pie y luego reducir la competencia por los forrajes, entre las madres y sus crías, está dada por las prácticas de crianza artificial y de crecimiento (recría) y engorda a corral.

Por el momento las recomendaciones quedan casi limitadas al reemplazo de parte de los forrajes convencionales por desechos agrícolas de la zona (en estado fresco o ensilado) y la muy prudente incorporación de pequeñas cantidades de desechos de origen animal (como las camas) en proporciones que no excedan, como máximo, el 10 -15 % de la dieta, siempre que el precio resulte muy conveniente.

c) Suplementación de ganado bovino a pastoreo

La suplementación con camas solas o enriquecidas energéticamente, ofrecidas a voluntad, durante el pastoreo de invierno, puede contribuir a aumentar la carga animal, llegar a doblar las ganancias diarias de peso (en programas de alimentación sin limitaciones de cantidad y con machos castrados e implantados) y aumentar los retornos económicos (Ruffin y McCaskey, 1998; Josifovich *et al.*, 1985).

Otro objetivo de esta suplementación es disminuir la presión sobre la pradera, sin tener que bajar la carga animal, con lo cual se contribuye a protegerla o incluso mejorarla. Este aspecto puede llegar a tener una importancia trascendental en los programas de desarrollo sustentable así como en los de protección del medio ambiente.

En estas condiciones, la cama de aves puede ser proporcionada como suplemento, sola o enriquecida con melaza, granos chancados o harinillas, en comederos móviles que se trasladan dentro de los potreros. Este desplazamiento diario tiene por objeto evitar la destrucción por pisoteo de parte de las praderas, reducir la formación de barro y ofrecer el suple-

mento en los espacios que están ocupando los animales, y permite distribuir en diferentes lugares del potrero los restos del alimento ofrecido el día anterior y que no fue consumido, evitando de este modo el desarrollo de hongos productores de toxinas, en el material humedecido por los animales o la lluvia. Además, estos comederos pueden estar asociados a lamederos para melaza y sal, los que cumplen la función adicional de atraer a los animales hacia la cama, lo que resulta de mucha importancia durante la fase de acostumbramiento.

Cuadro 4.5
Ejemplos de dietas de invierno, vacas 450 kg

INGREDIENTES (1)	VACA SECA (MANTENCIÓN)	VACA LACTANCIA	NOVILLOS 250 KG
Cama de broiler (%)	80	65	50
Maíz triturado (%)	20	35	50
Ración diaria (kg)	9-11	11,5	3 % PV
Suplemento	(a)	(b)	(a y b)
Materia seca (%)	80,5	82,2	83,8
NDT (%)	62,6	68,3	70,3
Proteína cruda (%)	18,1	16,4	14,7
Fibra cruda (%)	21,2	17,2	13,6
Calcio (%)	1,6	1,27	0,96
Fósforo (%)	1,3	1,11	0,93

Fuente : Ruffin y McCaskey (1998).
(1) : Agregar a lo menos un kilo de heno picado largo, para el correcto funcionamiento del rumen
(a) : Suplementar con vitamina A
(b) : Suplementar con Rumensin o Borvatec

Las dos primeras dietas presentadas en el Cuadro 4.5 corresponden a una estrategia de manejo alimenticio, donde estos alimentos constituyen la ración diaria principal (a razón de 9 o más kilos diarios), recomendadas para mantención de hembras secas, hasta tres o cuatro semanas antes del parto, y para la alimentación de yacas de carne lactantes, en condiciones de invierno.

La tercera dieta del Cuadro 4.5 corresponde a una formulación que, racionada a razón del 3% del peso vivo a novillos de carne de 250 kilos a pastoreo, y proporcionada al inicio del programa de acondicionamiento y durante el típico período invernal de déficit de las praderas, ha demostrado incrementar las ganancias de peso vivo. También la misma dieta (ofrecida a discreción) puede ser empleada para incrementar la carga animal y mantener las tasas de ganancia de peso en animales que están pastoreando praderas suplementarias de invierno o bien para doblar las ganancias diarias de peso, desde 500 g/día a 1000 g/día, con novillos que están pastoreando praderas de verano.

Para determinadas condiciones de precios de la carne y de los insumos alimenticios, la suplementación invernal y estival de novillos a pastoreo, se puede traducir en incrementos de los retornos económicos. Estas dietas podrían ser consideradas como suplemento invernal o estival tardío, para novillos y vacas de carne, secas o al inicio de la lactancia, que están pastoreando praderas de rezago, praderas suplementarias de invierno o praderas estivales maduras.

d) Suplementación de otros rumiantes a pastoreo

La producción de carne ovina generalmente se caracteriza por ser una actividad de carácter extensivo, concentrada en áreas marginales desde el punto de vista de otros rubros pecuarios, en la que se aprovecha la capacidad de adaptación, los hábitos de consumo, la rusticidad y los menores requerimientos alimenticios de diferentes razas ovinas, para intentar la explotación pecuaria de ecosistemas de baja productividad. Las áreas en cuestión se distinguen por estar dotadas de praderas naturales y, en algunos casos, "mejoradas" con la introducción y naturalización de especies forrajeras más valiosas.

A su vez, la producción de estas praderas se caracteriza por su absoluta dependencia de las condiciones climáticas y en especial del régimen de precipitaciones (cantidad y distribución), las que determinan la forma y magnitud de la curva de crecimiento de los pastos, afectando tanto la disponibilidad de materia seca cosechable por los animales, como la calidad del material extraído de la pradera en las distintas estaciones del año.

Una vez identificados los períodos críticos desde el punto de vista de los requerimientos de nitrógeno y de energía de los animales y de la capacidad de las praderas para satisfacerlos, la suplementación puede hacerse con camas de broiler. Estas, en este caso, han mostrado ser no sólo una buena fuente de nitrógeno sino que además, dependiendo de la naturaleza del material absorbente, también pueden ser una buena fuente de energía para las ovejas, alcanzando valores de digestibilidad del orden de 64%.

La información mundial respecto del empleo de estos insumos en ganado caprino, manejado en ambientes marginales, es extraordinariamente reducida. Generalmente, la investigación y el empleo espontáneo de las camas de aves, se ha concentrado en los lugares en que existe acumulación de estos desechos, es decir en las proximidades de las explotaciones de broilers y gallinas de postura. Esta última actividad pecuaria se realiza a su vez en sectores donde la producción de granos y otros insumos es abundante y sus precios no incluyen elevados costos de transporte o donde existe fácil y rápido acceso a los puertos donde se descargan los alimentos importados necesarios.

Uno de los problemas limitantes reiteradamente mencionados en la mayoría de los estudios económicos, dice relación con el efecto que tiene sobre los costos de la

cama (y sobre los demás desechos agrícolas), el precio del transporte desde la zona productora del desecho al punto de consumo, sea éste como fertilizante o como alimento, aún cuando en este último caso la incidencia del transporte es menor, debido al mayor valor del producto obtenido por unidad transportada.

Las camas de broiler pueden resultar adecuadas tanto para machos como hembras, de cualquiera de los rubros productivos ya mencionados. Las diferencias radicarán en la oportunidad y cantidad en que se las emplee, dentro de los respectivos ciclos productivos. En el caso de los machos reproductores, se la puede incorporar en dietas de crecimiento una vez que han alcanzado una adecuada madurez del aparato digestivo y en las de mantención en todo el período en que no están exigidos por la función reproductiva.

En las hembras, la utilización de las camas dependerá de la edad y de la función que estén desarrollando. Así, por ejemplo, en animales destinados a producción de carne o carne y leche, no se las utilizará durante las etapas de crianza temprana, en que el rumen aún no ha alcanzado el estado de evolución necesario. Pero sí sirven para formular dietas para los períodos de bajos requerimientos nutritivos de las hembras adultas, que coincidan con aquellas épocas del año en que los aportes de las pasturas no resultan suficientes para cubrirlos totalmente. Este es el caso de cabras secas, hasta un tiempo antes del parto, y el de las cabras en el último tercio o al término de la lactancia, donde no se justifica económicamente el empleo de insumos de mayor valor nutritivo y precio. También servirán como suplemento nitrogenado, en la alimentación de animales que están pastoreando forrajes maduros y por tanto bajos en proteínas.

Una de las consideraciones especiales que se debe mencionar en el caso de la zona norte de Chile, se refiere a la posibilidad de emplear las camas de aves para reducir la presión sobre las plantaciones de atriplex, combinando el ramoneo de arbustos con la suplementación estratégica de camas. Debe tenerse presente que dentro de la dotación de arbustos comestibles disponibles en esa zona, algunos de los tipos de atriplex se caracterizan por un elevado contenido de nitrógeno y también de sales minerales, por lo que debe manejarse cautelosamente la inclusión dietaria de dos insumos de alto contenido de cenizas.

Cuando se trata de enfrentar situaciones de emergencia ambiental, en las cuales la disponibilidad de forrajes en cantidad y calidad adecuadas resulta crítica, puede ser aconsejable emplear la capacidad del aparato digestivo y del sistema metabólico de las madres para manejar estos desechos. Entonces una recomendación pasa por reforzar, con estos insumos, la dieta de las cabras adultas que están amamantando crías hembras, evitando el secado anticipado, y prolongar la etapa de crianza con dieta mixta (leche y alimentos sólidos, para las crías), hasta que se supere la crisis

o hasta que las cabritas alcancen el estado de desarrollo que les permite emplear directamente los desechos, de modo eficiente y sin riesgos de salud, reduciendo, de paso, la competencia entre madres y crías por los forrajes escasos, protegiendo tanto a los animales como al medio ambiente.

e) Alimentación de ganado lechero

Las etapas juveniles de crecimiento de las hembras de bovinos de leche resultan determinantes para la sobrevivencia y futuro comportamiento productivo y reproductivo de estos animales. Por tanto, todo el manejo y en especial el alimenticio debe ser extraordinariamente cuidadoso y basado en alimentos seguros y de muy buena calidad. El aparato digestivo se encuentra en una etapa de evolución incompleta y debe ser manipulado mediante los alimentos para lograr un desarrollo armónico y a una velocidad razonable.

Los diferentes órganos y tejidos, desarrollándose a sus propios ritmos y tasas, presentan requerimientos nutricionales específicos, que deben ser atendidos simultáneamente y los errores que se cometan en esta fase afectarán toda la vida futura del animal (Trocon y Petit, 1989). Salvo situaciones muy especiales, es preferible no contemplar el empleo de camas en este período.

La forma en que varían las necesidades nutritivas del ganado lechero y su capacidad de ingestión de alimentos, durante el período inmediatamente anterior al parto y durante las primeras etapas de la lactancia, examinadas en conjunto con las características nutritivas de las camas de aves y de las deyecciones de aves de postura en jaula, determinan que el empleo de dichos insumos en la alimentación de ganado lechero, sea éste bovino, ovino o caprino, generalmente quede excluido de estas etapas o muy limitado a los períodos de menores requerimientos nutritivos y a los animales de menor potencial productivo. Lo anterior se desprende del hecho que en esas fases del ciclo productivo, los requerimientos de nutrientes se aumentan de forma significativa.

Durante la etapa final de la gestación, las demandas del feto que se encuentra creciendo aceleradamente determinan requerimientos específicos por algunos principios nutritivos como, por ejemplo, glucosa o materiales que el metabolismo de la madre pueda convertir a glucosa. Además, para la hembra existen en este período algunos problemas derivados del metabolismo del calcio, que deben ser atendidos mediante manejos cuidadosos de la relación calcio / fósforo y de la relación catión / anión de la dieta.

Al mismo tiempo, durante este período se reduce la capacidad de ingestión de alimentos, debido a la competencia por el espacio interior que se establece entre el aparato digestivo, particularmente el rumen, y el feto y los tejidos asociados a él, que se están desarrollando aceleradamente.

Luego, durante las etapas iniciales de la lactancia, se produce una demanda explosiva por nutrientes (entre los que también está la glucosa), los que van aumentando hacia el

peak. Al respecto, resulta obvio que cuanto mayor es el potencial genético de la hembra (para producir leche), mayores son también las demandas que se presentan en un período en que el aparato digestivo no presenta una capacidad de ingestión adecuada, limitando el consumo voluntario de alimentos. Estos altos requerimientos deben ser cubiertos con alimentos capaces de satisfacer la mayor parte posible de las necesidades, a los niveles de consumo que puede exhibir la hembra, por lo que las camas de broiler no resultan adecuadas para estos fines.

La información disponible se refiere fundamentalmente, al uso de las camas en la alimentación de bovinos de leche y en ese caso se recomienda emplearla con vacas de nivel medio de producción (del orden de 15 a 18 litros) o bien en las etapas finales de la lactancia, donde los requerimientos cualitativos y cuantitativos son menores. Además, se debe recordar que en esta actividad productiva, y mientras las vacas se encuentren bajo ordeña, sólo se pueden emplear camas de aves que se encuentren libres de residuos de drogas o medicamentos que puedan ser transferidos a la leche. Los estudios en ganado lechero recomiendan niveles de inclusión más bajos que los hechos para otros tipos de animales. Generalmente, las sugerencias se refieren a porcentajes de incorporación que van de 10 ó 12%, hasta 30% (Smith, 1976; Egaña, 1982; Fontenot, 1981) y en el caso del nivel superior se recomienda reducir drásticamente el porcentaje de inclusión, cuando la producción supera los 15 litros de leche diarios.

Prácticamente no existe información respecto del empleo de las camas y deyecciones de aves en la alimentación de cabras y ovejas lecheras. Pero se las puede manejar de modo semejante a las vacas de leche, con las precauciones adicionales que cada especie puede llegar a requerir. Por ejemplo, al trabajar con ovejas lecheras, se debe tener presente la susceptibilidad y sensibilidad de esta especie a las elevadas concentraciones de cobre dietario y la mayor incidencia de toxemia de la preñez.

4.3 FECAS DE CERDO

El crecimiento y tecnificación que, en el curso de las últimas décadas, han caracterizado a la industria porcina del país, constituye uno de los modelos de desarrollo que pueden seguir las actividades agropecuarias -para resultar rentables y competitivas- en las condiciones que actualmente rigen los mercados. No obstante, como se enunció al inicio del capítulo, este modelo que aprovecha las bondades de una economía de escala, no constituye una sumatoria de ventajas, sino que trae consigo algunos problemas que deben ser resueltos. Uno de ellos se relaciona con la gran cantidad de deyecciones que se producen diariamente en estas enormes instalaciones y que deben ser eliminadas sin riesgos ambientales o para la salud humana.

Las estimaciones del VI Censo Agropecuario de Chile señalan una existencia de 1.720.000 cabezas de ganado porcino y la cantidad beneficiada durante 1997 ascendió a 2.577.334 unidades. Dos tercios de la existencia controlada se concentran en las grandes explotaciones, ubicadas en las Regiones VI, VII, VIII y Metropolitana; tan sólo las Regiones VI y Metropolitana reúnen el 50% del total. Esta masa animal, que manifiesta una tendencia a la expansión (desde 1990 el número de animales beneficiados ha aumentado en un millón de unidades), estaría dando origen a una gran cantidad de toneladas anuales de desechos fecales, susceptibles de ser utilizados como alimento para rumiantes para así disponer de ellos de modo razonablemente seguro desde el punto de vista ambiental (ODEPA, 1998). Empleando los datos de beneficio y existencia, es posible proyectar una producción anual de fecas que supera las 200.000 toneladas de materia seca.

4.3.1 VALOR NUTRITIVO

El valor nutritivo de las fecas de cerdo, como de cualquier otro insumo alimenticio, dependerá de una conjugación de factores donde, por una parte, destacan los atributos intrínsecos de las fecas, en cuanto a *aceptación por los animales, contenido de principios nutritivos utilizables y carencia de sustancias tóxicas o patógenos*. Todas estas características, *en conjunto*, determinan su capacidad potencial para satisfacer los requerimientos de los animales que los van a consumir y dar origen a alimentos de calidad nutritiva y sanitaria apta para el consumo humano. Por otra parte, el valor real dependerá de la capacidad de los animales para emplear los nutrientes en las formas químicas en que se encuentran presentes en el material que se pretende emplear como alimento.

También, como en el caso de las deyecciones de aves, antes de decidir su empleo como alimento y de formular dietas que las contengan, resulta aconsejable obtener el máximo de información de parte del proveedor y someterlas a un análisis de composición y, si existen sospechas, a los exámenes necesarios para establecer la calidad sanitaria del producto.

4.3.1.1 Composición de las fecas de cerdo

La composición de las fecas de cerdo variará de acuerdo al tipo y edad del animal que las produce y a la dieta que esté recibiendo. El método de arrastre o retiro desde los galpones tendrá un marcado efecto sobre el contenido de agua que, a su vez, puede ser determinante sobre el posible destino de las deyecciones y sobre la forma de manejarlas y disponer de ellas para evitar impactos ambientales indeseados.

Además, es probable que en muchos de los depósitos de acumulación y oxidación previa a la posible venta o empleo directo, se encuentre una mezcla de fecas de distinta procedencia. Por tanto lo que se tratará de identificar en esta parte son los valores promedio posibles de encontrar en la literatura y algunos de los datos específicos como por ejemplo, de cerdas madres; cerdos y hembras en crianza; engorda; etc.

Cuadro 4.6
Composición de las fecas de cerdo (base MS)

COMPOSICIÓN	1	2	3	4
Materia seca (%)	32,8	23,0	7,65	--
Proteína cruda (%)	8,8	20,0	18,75	20,0
FDN (%)	85,0	--	--	--
Fibra cruda (%)	--	20,0	40,0	20,0
ED (Mcal/kg)	3,03	--	--	--
EM (Mcal/kg)	2,48	--	--	--
Digestibilidad MS (%)	40,3	--	--	--
Digestibilidad MO (%)	--	50,0	51,0	--
Cenizas (%)	3,4	--	--	--

Fuentes:

- 1.Porte *et al.* (1997).
- 2. Miller y De Boer (En: Boer and Bickel, 1988).
- 3.Wilkinson (1980).
- 4.Hennig (En: Huber, 1981).

Cuando se discutió el problema de la alta variabilidad de la composición de las camas de broilers, en cuanto a sus fracciones básicas (deyecciones, material absorbente, etc.) y se señalaron los efectos que esto tenía sobre su valor nutritivo, se estaba tratando con un material relativamente uniforme si se lo compara con las fecas de cerdo. Para el caso de estas fecas, no sólo están influyendo los diferentes ingredientes empleados localmente (Pearce, 1975), sino que se presentan los efectos adicionales de las distintas dietas que se están empleando simultáneamente en la explotación. Estas darán origen a una variedad de tipos de fecas que se mezclarán en los estanques de acumulación.

Los datos contenidos en el Cuadro 4.6 muestran no solamente la alta variabilidad posible de encontrar en los análisis de composición de las fecas de cerdo, sino que además dejan en claro que los estudios difieren mucho en cuanto a la cantidad de variables de composición nutritiva que los autores han considerado. Esto último es atribuible a que aún no se ha realizado una cantidad suficiente de trabajos como para hacer necesaria y justificar una mayor uniformidad o estandarización de los métodos empleados.

El contenido de materia seca de las fecas de cerdo empleadas en alimentación de rumiantes, se encuentra dentro de un rango que va desde 7,65 hasta 33%, dependiendo del tipo de animal, de la dieta, de la forma de extracción, manejo y conservación. La proteína cruda puede variar entre menos de 10 hasta 20%, dependiendo de los mismos factores. Los niveles de fibra cruda oscilan entre 20 y 40%, con un caso en que la FDN alcanzó un valor de 89,3% (Porte *et al.*, 1997). A esto se suma el hecho que los valores de digestibilidad para la materia seca o para la materia orgánica son bastante bajos, encontrándose en las proximidades del 50%, con un valor extremo de sólo 29% de digestibilidad de la materia seca (Pearce, 1975).

En conclusión se trata de un desecho con elevado contenido de humedad, cuya materia seca presenta un bajo contenido de principios nutritivos aprovechables y además altamente variable en su composición.

4.3.2 CONSERVACIÓN DE LAS FECAS DE CERDO

Así como escasea la información relativa a la composición y al valor nutritivo de este insumo potencialmente utilizable como alimento, como fertilizante o como fuente de combustible (bio-gas), son pocos los antecedentes respecto de los sistemas de conservación posibles de emplear y esto probablemente deriva del poco interés que ha habido por usarlas como alimento. Por lo tanto, tampoco se ha presentado interés por conservarlas para uso posterior.

La mayor parte de las referencias hacen mención a la posibilidad de desecarlas como una opción de manejo. Obviamente, esta práctica reduce las posibilidades de colonización por parte de bacterias y hongos, que pueden alterar las características nutritivas y sanitarias del material original rico en agua, degradando parte de los componentes valiosos y produciendo sustancias tóxicas para el animal consumidor. Sin embargo, si se emplean métodos activos para el secado total o parcial de un material que puede contener 80% de agua o más, ello representará una elevada inversión de energía y aumento notable de los costos, para un producto que no destaca o puede no destacar por su elevado contenido de nutrientes.

Probablemente, una opción más simple y económicamente más atractiva resulte del empleo de otra estrategia también usada para las camas de aves. Esta dice relación con la conservación de este producto, asociado a otros insumos alimenticios, en la forma de ensilajes mixtos, con materiales vegetales cultivados especialmente para estos fines u otros residuos agrícolas de origen vegetal. Una precaución adicional se deberá tomar para el caso de ensilar fecas de cerdo de bajo tenor nitrogenado junto con residuos agrícolas de las mismas características. En este caso el ensilaje mismo debe ser enriquecido con alguna fuente de nitrógeno o la dieta que lo contenga debe ser suple-

mentada con un concentrado proteico. Una combinación de interés podría surgir del uso de ensilajes mixtos de fecas de cerdo, ricas en fibra y bajas en nitrógeno, con cama de broiler y maíz de ensilaje.

El elevado contenido inicial de humedad de las fecas de cerdo hace que uno de los posibles empleos sea en el ensilaje mixto con maíz o sorgo. Estos cultivos de híbridos seleccionados y manejados con el propósito de obtener los máximos rendimientos de materia seca y de energía por hectárea, se están cosechando en un estado de madurez bastante avanzado, que puede ocasionar algunas dificultades en el proceso mismo de ensilaje, debido a la mayor resistencia a la compactación que ofrecen los tejidos vegetales maduros y más secos. La combinación con las fecas húmedas puede resolver este problema y al mismo tiempo brindar la posibilidad de mejorar las características de las propias fecas.

En algunos estudios se ha visto que los ensilajes mixtos, en proporción de 23% de fecas y 77% de maíz, presentaban procesos de fermentación muy efectivos y además desodorizaban las fecas ensiladas frescas (Yokayama *et al.*, 1976). Los ovinos alimentados con ensilajes mixtos (25% fecas y 75% maíz de ensilaje) presentaron mejores respuestas productivas, que aquellos alimentados con ensilaje del mismo maíz enriquecido con urea al ensilar. La adición de fecas de cerdo al maíz mejoró el consumo de alimentos y la digestibilidad de la materia seca y de la proteína cruda (McClure *et al.*, 1987).

Las características de las fecas de cerdo que, salvo en lo que respecta a los carbohidratos solubles, la hacen semejante a algunos forrajes voluminosos, han permitido que otras proporciones de ensilaje mixto hayan dado resultados satisfactorios. Por ejemplo, ha sido ensilado con éxito en mezclas que van desde 30/70, hasta 70/30 de fecas y material vegetal, respectivamente (Berger *et al.*, 1977).

Los estudios realizados con ovinos han mostrado que de esta forma se mejora la digestibilidad de los productos originales (cuando el forraje ensilado junto a las fecas era una gramínea).

4.3.3 EMPLEO DE FECAS DE CERDO COMO ALIMENTO

A pesar de las grandes cantidades de fecas de cerdo que se producen diariamente en el mundo y de la necesidad de disponer económicamente de ellas, el volumen de información respecto de su empleo en alimentación de rumiantes es notablemente reducido, si se lo compara con la literatura disponible para las camas y deyecciones de aves. Autores como Wilkinson (1980) señalan este hecho y destacan que la mayor parte de la información se refiere al empleo de este desecho en alimentación de los mismos porcinos. En esos estudios, los niveles que no afectan el comportamiento de los cerdos en crecimiento se encuentran alrededor del 15% de la dieta.

Esta estrategia de reciclado interno dentro de la explotación puede ser una respuesta al elevado contenido de humedad del desecho, que encarece su traslado fuera del predio. De ese modo, se estaría intentando aprovechar el hecho que algunas de las etapas del ciclo productivo de los cerdos se caracterizan por requerimientos nutritivos más bajos y que los animales en ese período pueden emplear alimentos de menor concentración nutritiva.

Los rumiantes se presentan como las especies más adecuadas para el empleo de las fecas de cerdo como alimento. Por una parte, están provistos de los sistemas digestivos necesarios para utilizar ingredientes o dietas con un elevado contenido de fibra y sus microorganismos simbióticos, responsables de este proceso, también están capacitados para transformar el nitrógeno no-proteico en proteínas bacterianas que luego utiliza el rumiante. También es posible que la fibra originalmente contenida en la dieta de los cerdos haya sufrido algún grado de alteración química o estructural debida a la acción de diferentes sistemas enzimáticos (animales y microbianos), a los que estuvo expuesta durante el paso por el aparato digestivo de los cerdos, y que estos cambios resulten beneficiosos desde el punto de vista de su uso con rumiantes.

En síntesis, los antecedentes disponibles apuntan al empleo de las fecas ensiladas en mezclas, como una de las formas más promisorias de empleo. Sin embargo, esta forma de uso implica disponibilidad simultánea de ambos materiales al momento de ensilar y, de seguro, el transporte de fecas a granel, con gran cantidad de agua hasta el punto de empleo final.

Dado que es poco probable que la explotación ganadera que lo va a emplear se encuentre en las inmediaciones del plantel porcino, el transporte puede ser una limitante. Además, este transporte deberá considerar el empleo de camiones tolva sellados para evitar que el líquido efluente se filtre fuera del vehículo, especialmente si todo o parte del traslado se efectúa por vías de uso público.

4.3.3.1 Uso en producción de carne

Las fecas con 20% de proteína cruda y 20% de fibra cruda presentadas en el Cuadro 4.6, fueron empleadas exitosamente, en niveles de inclusión de 40%, en dietas para toritos (Hennig, in Huber, 1981), logrando ganancias de peso diario promedio de 1,1 kilos. También han sido empleadas con éxito fecas semi-líquidas a niveles de inclusión que significaban un aporte de 20 ó 50% de la materia seca de la dieta, logrando ganancias de peso de 1,2 y 1,0 kg., respectivamente (Flachowsky, 1975).

Otra posibilidad de empleo para las fecas de cerdo, altas en fibra e intermedias en nitrógeno, puede resultar de la suplementación energética con granos triturados o

harinillas de cereales y, si es necesario, con cama de broiler, balanceando de este modo los componentes nutritivos de la dieta, hasta hacerlos equivalentes a la composición de un buen forraje voluminoso. Una dieta así formulada puede resultar conveniente en períodos de bajos requerimientos (como los de hembras de carne secas) o para la mantención invernal de rumiantes a pastoreo.

La importancia de la procedencia o características propias de las fecas, especialmente en lo que se refiere al tipo de ingredientes empleados en la dieta de los cerdos, queda en evidencia al comparar los resultados obtenidos por Pearce (1975) en Australia y Porte *et al.* (1997) en Chile. En el trabajo de Pearce, se alimentó ganado ovino y bovino con dietas que usaban fecas secas de cerdo, en reemplazo de heno en dietas completas peleteadas.

En el caso de ganado bovino se observó que las dietas que contenían niveles de reemplazo de 15 y 30% provocaban fuertes descensos de la digestibilidad de la materia seca del alimento completo. Los cálculos realizados otorgaron un coeficiente de digestibilidad del 29% para la materia seca de las fecas. Los resultados obtenidos con ovinos fueron semejantes y la baja capacidad de las fecas para substituir al heno se atribuyó al hecho de que las dietas empleadas en Australia (20 años atrás), en el período de crianza-engorda de los cerdos, daban origen a material fecal muy rico en fibra detergente ácido y cenizas, con bajo valor nutritivo para los animales que lo consumían.

En cambio, en otro estudio destinado a probar los efectos de la inclusión de fecas de cerdo húmedas (parcialmente desecadas) en la dieta de novillos Hereford en etapa de engorda, el material empleado por Porte (1997) se caracterizaba por el elevado contenido de humedad (67%), con una composición de la materia seca similar a la del caso anterior, con alto nivel de fibra (89,3% de FDN) y reducido tenor de proteína cruda (8,8%), pero bajo en cenizas (3,4%). Se utilizaron niveles de 10, 20, 40 y 60% de reemplazo de una dieta basal, que contenía: heno de alfalfa (78%) + afrecho de raps (5%) + paja de trigo (15%) + sal y huesos (2%), que aporta 15,8% de PC, 3,03 Mcal ED/ kg MS o, 2,48 Mcal EM/ kg de MS.

Los resultados en cuanto a ganancias de peso fueron razonablemente satisfactorios y las dietas con los más altos niveles de inclusión de fecas, si bien provocaban una ligera depresión del consumo, especialmente durante el período de acostumbramiento, también lograban las más altas ganancias diarias de peso vivo y mejores eficiencias de conversión. La leve depresión del consumo puede obedecer a que el elevado contenido de fibra estaría asociado a un mayor tiempo de permanencia del alimento en el rumen, retardando el vaciado e inhibiendo la iniciación de nueva ingestión de alimento hasta alcanzar un cierto grado de vaciado.

4.3.3.2 Engorda de rumiantes a corral

Algunos de los ejemplos ya presentados en esta sección sirven para orientar respecto del valor potencial de las fecas de cerdo en las dietas para engorda a corral de diferentes especies rumiantes. En general, se observa que las referencias al empleo de este desecho, en diferentes combinaciones con otros ingredientes, muestran ganancias del orden de 1 a 1,2 kg/día, lo que puede considerarse como niveles satisfactorios para ciertas condiciones de manejo. El problema principal que se presenta con las tasas moderadas de ganancia de peso vivo, dice relación con la prolongación del tiempo de permanencia de los animales en los corrales de engorda, lo que a su vez implica que se incrementa el total de los nutrientes gastados en los procesos de mantención, elevando los costos de producción por kilo ganado y reduciendo las posibles utilidades del proceso. Además, si ese lapso de tiempo más largo no está considerado en la planificación del *feed-lot*, puede significar que no se llegue al mercado en el mejor momento respecto de la demanda y precios o puede originar un retraso en las compras programadas de nuevos animales.

En ovinos, puede ser bastante más difícil llegar a hacer recomendaciones seguras y de buen rendimiento económico. Los antecedentes disponibles señalan que los ovinos con rumen funcional pueden utilizar bien las fecas de cerdo ensiladas con forrajes o con granos triturados. Sin embargo, estos animales parecen no aceptar aquellas mezclas donde la participación de las fecas es igual o superior al 40%. También es necesario recordar que se trata de un material voluminoso, por lo que su empleo en engorda de corderos puede estar limitado por la reducida capacidad ruminal de estos animales jóvenes. La misma consideración resulta válida para el caso de la crianza-engorda de cabritos para carne.

4.3.3.3 Suplementación de rumiantes a pastoreo

Las fecas de cerdo pueden llegar a ser útiles como suplemento para rumiantes a pastoreo, ya sea en su estado natural, desecadas, ensiladas con otros forrajes, en mezclas con ingredientes convencionales o en mezclas con otros desechos o residuos. La forma y cantidad a emplear dependerá, entre otros factores, del tipo de animal, las metas productivas predeterminadas, la disponibilidad y calidad de los aportes de la pradera, el precio de las fecas, el precio del ingrediente o del alimento que se pretende reemplazar, el costo final por unidad de producto obtenido y la rentabilidad calculada para la substitución.

Las características descritas para este material permiten señalar que quizá sea en este campo donde se presenten buenas perspectivas para usarlo. Tal como se señaló para las camas de broiler, en muchas situaciones de emergencia, motivadas por fenómenos

ambientales, como es el caso de las sequías prolongadas, inundaciones, nevadas intensas, heladas, incendio de pastizales y otras, el empleo de cantidades moderadas de estas fecas puede proporcionar un buen sustituto de los forrajes que no están disponibles o no existen. Una dieta de mantención, de costo manejable, podría formularse con éste y otros desechos, combinados de modo de sacar el mejor partido de los principios nutritivos que cada uno puede aportar.

4.3.3.4 Alimentación de ganado lechero

Este es un rubro donde se ve como poco probable el uso de las fecas de cerdo, a menos que se las emplee como sustituto de otras fuentes de fibra, en raciones donde los alimentos concentrados hacen los aportes nutritivos esenciales y la adición de fibra persigue contribuir a mantener la funcionalidad del rumen. En animales de menor nivel productivo y sólo en las etapas de bajos requerimientos nutritivos, podría ser considerada la inclusión dietaria de las fecas de cerdo y, en este caso, es necesario tener presente que su mayor aporte será de fibra y NNP.

4.4 RESIDUOS Y DESECHOS DE MATADERO

Las industrias y servicios asociados a la producción animal (mataderos, frigoríficos, empacadoras y fábricas de cecinas), cuyas principales actividades se relacionan con el beneficio, faenamiento, conservación, trozado, elaboración y empaque de productos alimenticios para consumo humano, dan origen a importantes cantidades de desechos y restos no siempre directamente comercializables, pero que pueden ser útiles para extraer insumos comestibles, para uso industrial, como fertilizantes o para reciclarlos como alimentos de uso animal. De hecho, en el país gran parte de estos desechos y restos son transformados en productos y subproductos, mediante tratamientos al material original. En los países más desarrollados, todos los desechos son procesados de una u otra forma, ya sea para emplearlos en alimentación animal, como fertilizantes, para extraerles sustancias de interés industrial o bien para disponer de ellos con el mínimo de riesgo ambiental. Este es uno de los objetivos que persigue el nuevo Reglamento Sanitario de los Alimentos, que rige en Chile desde 1997.

Los desechos y restos son muy susceptibles al deterioro por acción microbiana y a la transformación por enzimas propias, dados sus elevados contenidos de agua y substratos utilizables en estos procesos naturales de descomposición. Además, durante las operaciones de sacrificio, descuerado, eviscerado, lavado, despostado y trozado y posterior acumulación y disposición o comercialización de los desechos, existen numerosas oportunidades para contaminar los productos.

Las industrias modernas toman muchas precauciones y realizan gran cantidad de controles para prevenir o al menos reducir el riesgo de contaminación en toda la cadena de producción, sobre todo por los efectos que puede tener sobre la calidad de la carne y otros productos para consumo humano.

Una de las estrategias empleadas consiste en derivarlos rápidamente hacia instalaciones de transformación, generalmente integradas a los grandes y modernos mataderos, de modo de reducir la manipulación, los riesgos de contaminación y obviar el transporte. Las instalaciones de transformación están destinadas a procesar los desechos generados localmente como también aquellos que provienen de otros mataderos que no cuentan con plantas propias y los restos generados en puntos de venta de carnes y fábricas de cecinas. Los desechos son procesados por separado según sus características y convertidos en insumos para uso humano, industrial, en alimentos para mascotas, en alimentación animal, como fertilizantes y, por último, aquello que actualmente no sirve para ninguno de los usos mencionados, debe ser destruido.

Tal como se mencionó para otros productos, la decisión de transformar parte de estos desechos en alimentos para uso animal, frente a la opción de destruirlos y eliminarlos, depende de varios factores tales como: atributos del material original, valor nutritivo del producto final, existencia de demanda o mercado potencial, precio de los insumos que puede reemplazar y costo alternativo de la destrucción.

El elevado contenido de agua de la mayoría de estos desechos hace necesario el empleo de grandes cantidades de energía para el secado y posterior conservación y comercialización. Obviamente, esta es una forma costosa de manejarlos y compite por el uso de la energía con otros procesos potencialmente más rentables. Sólo el valor nutritivo de los componentes de la materia seca (especialmente las proteínas) hace aún rentable la operación.

Otra solución, empleada desde muy antiguo y rescatada recientemente, podría denominarse como "procesamiento en húmedo", que no es otra cosa que la manipulación de procesos enzimáticos y microbianos, en condiciones de ensilado, para producir una transformación beneficiosa del material original. Sin embargo esta solución, si bien ahorra energía calórica al obviar el secado, aumenta los gastos de transporte al mantener el agua dentro del producto final.

4.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS DERIVADOS DE MATADERO

Los mataderos y las industrias asociadas presentan grandes diferencias según sea el tipo o especie de animal que manejan. Así por ejemplo, es muy diferente la cantidad y variedad de desechos que surgen del beneficio de rumiantes mayores y menores, de cerdos o de aves. Estas diferencias se originan en aspectos tales como: proporción relativa de los diferentes miembros, órganos y tejidos del animal; proporción de partes

utilizables como alimento para humanos; valor comercial de la piel, pelos o plumas; proporción del peso representada por el contenido del tracto digestivo; y otros.

Al comienzo del capítulo, se mencionó que las dos categorías principales de productos originados de tejidos animales derivaban, primero, de aquellas partes de animales sacrificados y faenados que resultan sin valor como alimento para humanos o sin demanda local para estos efectos; y segundo, de los cadáveres de animales muertos o sacrificados por no servir para propósitos productivos o comerciales.

Desde el punto de vista del volumen procesado, obviamente la procedencia más importante es la que se refiere a los restos no comestibles originados en los mataderos e industrias asociadas. No obstante, para ilustrar la cantidad que pueden representar los cadáveres de animales "prematuramente muertos", basta con señalar que una de las referencias consigna para 1985 un total de 211.000 toneladas procesadas, en conjunto, por el Reino Unido, Holanda y Dinamarca (De Boer, 1988). Las diferencias en las materias primas originales se presentan en los cuadros 4.7, 4.8 y 4.9.

Cuadro 4.7
Fracciones derivadas del beneficio de bovinos y ovinos

VARIABLE	NOVILLO CARNE ¹	VACA LECHE ²	CORDERO ³	OVEJA ³
Peso vivo (kg)	398	550	32	45
Peso canal (kg)	220	285	16,5	23,6
Resto animal (kg)	178	265	15,5	21,4
Parte consumible (kg)	8	12	3,3	4,6
Cuero (kg)	--	39	2,4	3,4
Ingesta (kg)	--	100	--	6
Residuos procesables (kg)	82	114	4,2	6

Fuentes: ¹Porte *et al.* (1997); ^{2 y 4}De Boer (1988); ³Blamey (1998).

Cuadro 4.8
Fracciones derivadas del beneficio de cerdos

VARIABLE	LECHONES	HEMBRA CARNE	MACHO CARNE
Peso vivo (kg)	20	88,9	88,7
Peso carcaza (kg)	13,5	69,3	69,2
Resto animal (kg)	6,5	19,6	19,5
Consumible (kg)	1,4	5,8	5,8
Cerdas (pelo) (kg)	0,01	0,1	0,1
Ingesta (kg)	--	5,0	5,3
Residuos procesables (kg)	5,1	8,7	8,3

Fuente: De Boer (1988).

Cuadro 4.9
Fracciones derivadas de aves beneficiadas

VARIABLE	GALLINAS	BROILERS
Peso vivo (G)	2.410	1.000 - 1.800
Consumo humano (%)	71	73
Uso en alimentación animal	25	26
Cabezas (%)	3,2	3,6
Patas (%)	3,0	5,1
Plumas (%)	4,6	5,7
Sangre (%)	2,6	3,8
Visceras (%)	11,6	7,8
Fecas (%)	2	3

Fuente: De Boer (1988).

La presencia de todas o sólo una parte de las fracciones señaladas en los cuadros depende de la existencia de demanda alternativa por una o más de ellas. Los valores presentados pueden cambiar bastante si se consideran los diferentes tipos de ovinos y bovinos que normalmente son beneficiados, que varían según el rubro productivo de procedencia (carne, leche o doble propósito); razas dentro de cada rubro, mestizaje, sexo, edad, condición corporal y otros factores.

Es difícil hacer estimaciones respecto de los volúmenes disponibles para procesar de cada tipo de desechos de matadero y proyectarlos en términos de oferta probable de alimentos elaborados para uso en explotaciones pecuarias. Esto se debe a que una parte variable de los materiales desechados puede ser producto de decomisos, que reciben un tratamiento diferente según sea la causa de decomiso. Otra parte puede ser directamente comercializada en estado crudo para empleo en las fábricas de cecinas (como los intestinos), en la alimentación de animales carnívoros criados para peletería (de poca importancia en el país) o puede ser vendido a otras industrias que extraen sustancias de su interés.

Las industrias e instalaciones propias de los mataderos, dedicadas al procesamiento de los desechos y otros restos animales, dan origen a una amplia variedad de productos de diferente calidad y destino, algunos de los cuales son de interés para la alimentación de rumiantes. Estos productos pueden ser de tipo energético, como es el caso de los derivados de la extracción y refinamiento de las grasas comestibles y los que provienen del procesamiento de los restos de baja calidad. También puede tratarse de concentrados proteicos de diferente procedencia y calidad, como

las harinas de carne o de carne y huesos (ambas pueden contener o no sangre) o fuentes de minerales, como las harinas de huesos.

En los mismos mataderos, se colecta la sangre y extrae el agua, para producir harina de sangre. El método de secado que se utilice resulta determinante en la calidad final del producto. Las harinas de mayor digestibilidad y valor nutritivo resultan del secado rápido que producen los sistemas de tipo *spray*, los que al aplicarse al producto crudo durante menos tiempo, producen un menor grado de alteración de las proteínas y sus aminoácidos constituyentes. El secado de tipo "ring" da origen a una harina de menor digestibilidad (40% de degradabilidad ruminal). También existe la posibilidad de mezclarla con otras fuentes de proteínas para corregir las deficiencias o desbalances que puedan presentarse.

Las harinas de desechos de mataderos de aves se elaboran a partir de los restos no comercializables, que generalmente comprenden las patas, cabezas, parte del aparato digestivo y huevos no desarrollados. En la elaboración de este producto se excluyen las plumas que pueden ser, en parte, destinadas a la industria de confección o de mueblería, y el resto se procesa de modo de hidrolizar parcialmente la queratina y dar origen a un producto de alto contenido proteico, pero de mediana digestibilidad (65 -70%) y desbalanceado en cuanto al contenido de aminoácidos esenciales. Los grandes mataderos de aves generalmente pertenecen a las principales empresas avícolas y los insumos alimenticios que elaboran a partir de los desechos son o pueden ser reciclados dentro de la misma empresa. En este último caso, también es posible que se integre la harina de plumas y la del resto de los desechos en un solo producto que es luego utilizado en la fábrica de alimentos de la empresa, incluyéndolo en las diferentes fórmulas que requieren.

4.4.2 VALOR NUTRITIVO

Las normas del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) enumeran una serie de productos de origen animal que, cumpliendo las normas sanitarias, pueden ser empleados en la fabricación de alimentos o suplementos para el ganado. Entre ellos se encuentran: 1) De aves: harina de subproductos de mataderos de aves, harina de plantas de incubación y 2) De animales: harina de caparazón de camarones, harina de carne, harina de carne y hueso, harina de caparazón de centollas, manteca estabilizada de cerdo, conchuelas, chicharrones, harina de huesos, harina de carbón de huesos, harina de huesos al vapor, harina de hígado, harina de hígado y glándulas, harina de caparazón de langostinos, harinas, aceites, grasas y solubles de pescado, harinas de plumas, harina de hidrolizados de plumas, harina de sangre, sebos estabilizados, *soap stock* acidulado y estabilizado .

4.4.2.1 Composición

La enorme variedad de estos desechos hace muy difícil un comentario general respecto de su valor nutritivo, en este caso para rumiantes. No obstante, puede señalarse que las harinas de carne son productos de alta digestibilidad y valor nutritivo, de elevado contenido de proteínas, y que éstas son de buena calidad y poco degradables a nivel ruminal (NRC, 1989). También puede afirmarse que las harinas que contienen grandes cantidades de proteínas de baja solubilidad provenientes de materiales tales como sangre, plumas, piel, tejidos conectivos y otros, son de menor digestibilidad y pueden presentar algunas deficiencias y desbalances aminoacídicos. Las harinas y derivados de huesos corresponden a suplementos minerales y las de carne y huesos o caparazones de crustáceos son un producto de características intermedias entre las harinas de carne y las de huesos (Cuadro 4.10).

Cuadro 4.10
Composición de los derivados de desechos de matadero

INSUMOS	MS	PC	EE	ENN	CEN.	EM
	%					MJ
Harina de animal completo (1)	94,8	61,4	15,3	3,0	20,4	14,2
Harina de animal completo (1)	91,9	64,2	8,2	2,9	24,7	12,1
Harina de carne con sangre (1)	92,6	61,6	9,6	6,3	25,1	11,5
Harina de carne (3)	94,0	54,8	9,7	2,8	28,8	11,3
Harina de carne y hueso (3)	93,0	54,1	10,4	--	31,5	11,3
Harina de sangre (2)	90,7	97,0	1,9	4,2	5,3	15,4
Harina de plumas más desechos (2)	92,3	80,8	12,3	1,3	4,9	--
Harina de plumas (4)	90,0	87,4	...	--	3,8	--
Harina hidrolizada de plumas (2)	90,5	94,6	6,0	2,9	2,3	14,5
Grasa animal (1)	99,5	--	100	--	--	34,2
Harina de hígado (2)	92,1	67,3	15,4	6,3	9,6	--
Harina de huesos (2)	88,8	26,2	7,0	5,5	70,3	--

4.4.3 USO EN ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

Los alimentos que se proporcionan al rumiante son primero transformados y utilizados por los microorganismos de rumen. En este paso, sustancias tales como las proteínas son degradadas y una parte convertida a proteína microbial de razonable calidad, pero con una composición aminoacídica diferente a la del producto original. Dicho proceso puede ser de utilidad cuando se alimenta con una proteína de calidad inferior a la bacteriana, pero no si la proteína seleccionada para la dieta es de alta calidad (Henson *et al.*, 1997).

Los factores señalados hacen que el empleo en rumiantes de alimentos de alta digestibilidad y calidad nutritiva, esté sujeto a un tratamiento o transformación previa del producto, a fin de "protegerlo" de la acción bacteriana ruminal (Manterola *et al.*, 1997) y, de este modo, lograr que los principios nutritivos requeridos, en la cantidad, calidad y tipo deseados, escapen del rumen lo más intactos posible. Así podrían quedar a disposición del sistema digestivo del animal, que luego los absorberá y metabolizará de acuerdo a los requerimientos de sus funciones productivas.

Otra opción está representada por la utilización de insumos alimenticios que naturalmente poseen una elevada proporción de la proteína en forma no degradable ruminalmente, como es el caso de las harinas de pescado y varias de las derivadas de desechos animales.

Diversos estudios muestran que la adición de mezclas de harinas de plumas hidrolizada y de sangre, en proporción de 1 a 1, reduce la digestibilidad de la materia seca y materia orgánica en el rumen y aumenta la digestibilidad total (en el tracto completo) de los aminoácidos y la absorción desde la región intestinal (Weisbjerg *et al.*, 1991). Con esto se logra evitar la acción de los microorganismos ruminales y se permite que el animal aproveche directamente los aminoácidos esenciales presentes en el suplemento proteico. La revisión de las dietas más empleadas permite observar que las fuentes de proteínas más frecuentemente incluidas son las harinas de pescado, de sangre y de plumas.

4.4.3.1 Uso en producción de carne

El empleo de estos insumos en la producción de carne con rumiantes es muy reducido, debido a que los precios normalmente no se ajustan a la rentabilidad promedio de este rubro y, por lo general, se utilizan en las explotaciones de crianza y engorda intensivas, donde se saca el mejor rendimiento a los productos concentrados, incorporados en dietas balanceadas y donde el animal no tiene la posibilidad de selección o sustitución de un alimento por otro (caso muy frecuente en la suplementación de animales a pastoreo).

En estudios destinados a probar la capacidad de las harinas de pluma hidrolizadas para reemplazar un concentrado proteico formulado a base de soya + urea, en la dieta de novillos de carne durante la etapa de engorda (Drake, 1994), se utilizaron niveles de sustitución de 25, 50 y 75% del suplemento proteico. Los resultados mostraron que era nutricionalmente posible reemplazar hasta un 75% del concentrado, logrando buenas respuestas animales y aumentando los beneficios económicos de la engorda a corral. Este ejemplo sirve para ilustrar el posible empleo de harinas de pluma y sangre en reemplazo de alimentos convencionales, como la soya,

raps y otros aportadores de proteínas. La decisión dependerá en gran medida de los precios de estos insumos de origen animal y los de los productos que se desea reemplazar.

4.4.3.2 Alimentación de ganado lechero

La mayor parte de los trabajos han sido realizados con ganado bovino de leche de alta producción, en las etapas de más altos requerimientos nutritivos y empleando fundamentalmente las harinas de menor costo, como es el caso de las de plumas y sangre. El interés de los investigadores por este tipo de animales, se debe a los problemas que derivan de la naturaleza y magnitud de las necesidades que se deben satisfacer en las vacas de alta y muy alta producción. En ellas, los forrajes convencionalmente empleados en las dietas de bovinos no poseen nutrientes en la cantidad y calidad requeridos o no se encuentran en la concentración necesaria para facilitar el consumo que diariamente deben realizar los animales.

Por lo tanto se formulan dietas que contengan elevados porcentajes de concentrados energéticos y se busca balancearlas con fuentes de proteína que escapen de la acción de las bacterias del rumen. En estudios con animales sometidos a estas dietas, los perfiles aminoácidos del contenido duodenal han reflejado muy bien las diferencias entre las fuentes de proteínas. Con ello se ha mostrado que es posible modificar la provisión intestinal de aminoácidos esenciales al emplear fuentes de proteínas de diferente degradabilidad ruminal y distinto patrón aminoácido (Erasmus *et al.*, 1995).

a) Harinas de sangre

Este insumo ha sido empleado solo o en combinación con sebo para concentrar y balancear las dietas de vacas lecheras, aprovechando los aminoácidos de las proteínas sobrepasantes para intentar reducir los efectos negativos de la adición de grasas sobre el contenido de proteínas de la leche. En general, se ha visto que esta práctica puede ser beneficiosa y sólo se requiere adicionar menos de 2,7% de harina de sangre, para anular la depresión del contenido proteico de la leche (Pires *et al.*, 1994). También se la ha usado para los mismos efectos en mezcla 1a 1, con harina de plumas, como suplemento de dietas ricas en grasa agregada (5% de la MS), probando ser capaz de sostener una producción de entre 40- 44 litros de leche diarios (Palmquist y Weiss, 1994).

Las comparaciones realizadas entre harina de sangre y fuentes de proteínas vegetales, como gluten de maíz y afrecho de maravilla, incluidas en la dieta en niveles de hasta 8%, muestran que no se afecta el consumo de materia seca de la dieta ni la producción de leche (Erasmus *et al.*, 1995). También es posible emplear mezclas de harinas de sangre y de plumas hidrolizadas, en proporción calculada para proveer nitrógeno en

una relación de 1a 3, incluidas como única fuente suplementaria de proteínas en la dieta de vacas lecheras en primer tercio de la lactancia (la dieta basal era ensilaje de maíz y grano de maíz chancado). Esta combinación de harinas fue capaz de mantener una producción de más de 37 litros diarios, entre las semanas 5 y 19 de la lactancia, sin afectar el consumo de alimentos, ni la producción y composición de la leche. Para asegurar estos resultados, los autores recomiendan en estos casos atender las necesidades de los microorganismos y ajustar los niveles de proteína degradable, agregando urea como fuente de NNP para las bacterias. (Johnson *et al.*, 1994).

Entre las diferentes combinaciones posibles de encontrar en la literatura, destaca una empleada con vacas Holstein en lactancia (36,7 litros diarios), donde se utilizó como suplemento proteico una mezcla de 30% de gluten de maíz + 30% de harina de desechos de pollos + 30% de harina de sangre y + 10% de harina de plumas. Esta fórmula se usó en reemplazo de soya o soya + harina de pescado. Los resultados muestran que no se afecta la producción ni composición de la leche y que esta producción se logra con menores cantidades de alimento, respecto de la dieta con soya sola (Polan *et al.*, 1997). Otras soluciones emplean suplementos comerciales elaborados a partir de una mezcla de harinas de carne, de carne y huesos, de desechos de aves, de sangre y de plumas (con o sin inclusión de pequeños porcentajes de harina de pescado), las que empleadas con adecuadas dietas basales, son capaces de sostener la producción de vacas de alto potencial lechero, en los periodos de más altos requerimientos.

La escasa información disponible respecto del empleo de la harina de sangre en dietas para cabras lecheras permite afirmar que se la puede emplear como suplemento de dietas basadas en ensilaje de maíz, logrando producciones satisfactorias (Andrighetto y Bailoni, 1994).

b) Harinas de plumas

Los objetivos perseguidos en este caso son similares a los discutidos para las harinas de sangre y las experiencias muestran que la inclusión de harinas de plumas en la dieta de vacas lecheras ha dado buenos resultados si además se suplementa con algunos aminoácidos esenciales, como histidina, lisina y triptofano (Choung y Chamberlain, 1995). Tal como se señaló en la sección anterior, resultados satisfactorios se han logrado al mezclarla con harina de sangre (Johnson *et al.*, 1994). En el caso de cabras lecheras, la inclusión dietaria de harina de plumas hidrolizadas se ha traducido en incrementos del contenido de proteínas totales y caseína de la leche (de interés especial en la producción de quesos, dado que aumenta el rendimiento), sin afectar la producción de leche.

También se la ha usado como fuente suplementaria de proteínas sobrepasantes (*bypass*) en dietas ricas en grasas, para vacas lecheras de alta producción (44 litros diarios), sin afectar la producción (Palmquist y Weiss, 1994). En algunos de estos trabajos se ha determinado que la inclusión de harina de plumas en la dieta se traduce en un

aumento de los niveles sanguíneos de aminoácidos esenciales, al mismo tiempo que las mediciones realizadas a sangre de la arteria caudal y la vena mamaria mostraron que la glándula capturaba una gran parte de estos aminoácidos (Ellingson *et al.*, 1992). En general, los resultados del empleo de las harinas de plumas parecen satisfactorios, pero como la producción de leche con ganado bovino de alto potencial genético es una actividad delicada y los animales son de elevado valor y lenta reposición, se debe investigar más respecto de esta materia. Hay estudios que han mostrado problemas de utilización digestiva y productivos, al incrementar los niveles de inclusión por sobre 6% (Harris *et al.*, 1991).

4.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrighetto, I.** and Bailoni, L. 1994. Effect of different animal protein sources on digestive and metabolic parameters and milk production in dairy goats. *Small Ruminant Research*. 1994, Vol.13, N° 2, pp. 127-132.
- Bath, J. D., Dunbar, J., King, J., Berry, S., Olbrich, S.** 1995. Byproducts and unusual feedstuffs. *Feedstuffs. Reference Issue*. July 19, 1995. Vol. 67, N° 30.
- Berger, J. C. A., Fontenot, J. P., Kornegay, E.T. and Webb, K. E.** 1977. Ensiled swine manure and grass hay. *Journal of Animal Science (Abstr.)* 5, 1977.
- Berger, J. C. A., Kornegay, E. T., Fontenot, J. P. and Webb, K. E.** 1978. Digestibility of ensiled swine waste and ground corn grain by gilt. *Journal of Animal Science.*, Vol.46 (Abstr.), pp. 461. 1978.
- Bhattacharya, A. N. and Fontenot, J. P.** 1966. Protein and energy value of peanut hull and wood shaving poultry litter. *Journal of Animal Science* 1966, Vol.25, p. 367.
- Blamey, N., Mira, J., Sirhan, L.** 1998. Comportamiento productivo de corderos sometidos a sistemas de inclusión gradual de cama de broiler en la dieta. Memoria de Título, Depto. Producción Animal, Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, Universidad de Chile.
- Choung, J. J. and Chamberlain, D. G.** 1995. The effects of intravenous supplements of aminoacids on the milk production of dairy cows consuming grass silage and a supplement containing feather meal. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 68, N° 3, pp. 265-270.
- Claro, M.** 1990. Consideraciones técnico-económicas para engordas a corral. *Revista El Tatterssall* N° 62, pp. 12-13. 1990.
- De Boer, F. and Bickel, H.** 1988. Livestock feed resources and feed evaluation in Europe. Present situation and future prospects. Elsevier, The Netherlands. 408 p.

Drake, D. A., Foster, K. A., Perry, T. W. and Petritz, D. C. 1994. An economic analysis of alternative feeds in midwestern beef cattle finishing rations. *Journal of Sustainable Agriculture*. 1994, Vol.4, N° 1, pp. 21-39.

Egaña, J. I. y Wernli, K. C. 1982. Utilización de desechos agrícolas y subproductos agroindustriales nacionales en la alimentación de rumiantes. En: *Utilización de subproductos en la alimentación del ganado*. Soc. Chilena de Producción Animal. pp. 11-35.

Ellingson, T. A., Wonsil, B. J., Webb, K. E. and Herbein, J. H. 1992. Digestion and utilization of nutrients in diets containing feather meal and (or) supplemental fat by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 1992, Vol.75, Supplement 1, pp. 200.

Erasmus, L. J., Botha, P. M. and Meissner, H. H. 1994. Effect of the protein source on ruminal fermentation and passage of aminoacids to the small intestine of lactating cows. *Journal of Dairy Science*. 1994, Vol. 77, N° 12, pp. 3655 - 3665.

Flachowsky, G. 1975. Studies in the suitability of solid material in pig feces for use in the feeding of fattening cattle. I. Procedure and results of fattening trials. In: Huber, J. T.: *Upgrading residues and by-products for animals*. CRC Press Inc. Boca Raton, Florida, USA. 1981.

Fontenot, J. P., Webb, K. E., Libke, K. G. and Buebler, R. J. 1971. Performance and health of ewes fed broiler litter. *Journal of Animal Science*, Vol. 33 (Abstr.), 283.

Fontenot, J. P. 1981. Chapt. 2: The nutritive value of and methods of incorporating animal wastes into rations for ruminants. In: Huber, J. T. *Upgrading residues and by-products for animals*. CRC Press Inc. Boca Raton, Florida, USA 1981.

Harris, B., Dorminey, D. E. and Van Horn, H. H. 1991. The effect of different levels of feather meal and yeast culture in diets fed to Holstein cows in early to mid-lactation. *Journal of Dairy Science*. 1991, Vol. 74: Supplement 1, p. 299.

Henson, J. E., Schingoethe, D. J. and Maiga, H. A. 1997. Lactational evaluation of protein supplements of varying ruminal degradabilities. *Journal of Dairy Science*. 1997, Vol. 80, N° 2 pp. 385-392.

Huber, J. T., ed. 1981. *Upgrading residues and by-products for animals*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 131 p.

Ilian, M. A., Razzaque, M. A. and Salman, A. J. 1985. Dried poultry manure as a dietary ingredient for broilers and sheep. *Agricultural waste utilization and management*. Proceedings of the 5th International Symposium on Agricultural Wastes, Dec. 1985, Chicago, Illinois, USA. pp. 146-153.

Johnson, T. R., Cecava, M. J., Sheiss, E. B. and Cunningham, K. D. 1994. Addition of ruminally degradable crude protein and branched-chain volatile fatty acids to diets containing hydrolyzed feather meal and blood meal for lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 1994, Vol. 77, N° 12, pp. 3676-3682.

Josifovich, J. A., Bertin, O. D., Maddaloni, J., MacLoughlin, R. J., Ferrari, M., Ruival, G. and Actis, J. 1985. Alimentación de novillitos holando-argentino en recría con cama de pollo y maíz. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol.5, N° 7-8, pp. 411-417.

Kassem, M. M., Shamoan, S. A. and Yacob, S. F. 1993. Comparison of different rations for fattening Awassi lambs. *Mesopotamia Journal of Agriculture* (1993) Iraq (Abstr.)Vol. 25, N° 3 . pp. 13-20.

Khalil, I. A., El Sayaad, G. A., Khalil, H. H. and Radman, M. 1995. Inclusion of dehydrated broiler litter in Friesian calves diets. 1. Effect on digestibility, body weight gain and feed conversion. *Annals of Agriculture Science, Moshtohor, Egypt* (Abstr.) Vol. 33. N° 1. pp. 137-145.

Khalil, I. A., Khalil, H. H., El-Sayaad, G. A. and Radman, M. A. 1995. Inclusion of dehydrated broiler litter in Friesian calves diets. 2. Carcass yield, conformation and composition. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor, Egypt* (Abstr.) Vol. 33 N° 1, pp. 161-174.

Kornegay, E. T., Holland, M. R., Webb, K. E., Bovard, K. P. and Jeroch, H. 1977. Nutrient characterization of swine fecal waste and utilization of these nutrients by swine. *Journal of animal Science*, Vol. 44, p. 608.

Larney, F. J. and Janzen, H. H. 1996. Restoration of productivity to a desurfaced soil with livestock manure, crop residue, and fertilizer amendments. *Agronomy Journal* (USA). (Nov.-Dec. 1996). Vol. 88(6), pp. 921-927.

Latin american tables of feed composition. 1974. Institute of Food and Agricultural Sciences. Center for Tropical Agriculture. Dept. of Animal Science. University of Florida, Gainesville, Florida. 1974.

Malone, G. W. 1992. Nutrient enrichment in integrated broiler production systems. *Poultry Science*. 1992, Vol.71, N° 7. pp. 1117-1122.

Manterola, H. y García, X. 1969. Evaluación nutritiva y ensayo de consumo de cama de broiler. *Simiente*, Vol. 39, N° 4 -6:10-65.

McClure, W. H. and Fontenot, J. P. 1985. Feeding broiler litter deep stacked or ensiled with corn forage to finishing cattle. *Agricultural waste utilization and management. Proceedings of the 5th International Symposium on Agricultural Wastes*. Dec. 1985, Chicago, Illinois, USA. pp. 154-158.

McClure, W. H. and Fontenot, J. P. 1987. Poultry litter in corn silage can be used to finish steers. *Feedstuffs*, 1987, Vol. 59, N° 35, p.12.

Mira, J. 1995. Alimentación de ganado caprino. (2) Alimentación de cabritos. Circular de Extensión, Depto. de Producción Animal, Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, U. de Chile. N° 23, pp. 35-57.

Mira, J. 1996. Alimentación de la cabra durante la lactancia. Circular de Extensión, Depto. de Producción Animal, Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, U.de Chile. N° 23, pp. 28-49.

Moir, R. J. 1968. Ruminant digestion and evolution. In: Williams, O. B., Chapt.1, Evolution of grazing systems, of grazing animals, world animal science B. Disciplinary approach. 1. Morley, F. H. W., ed. Elsevier Scientific Pub. Co. 1981, 411 p.

National Research Council (NRC). 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. Sixth revised edition, Update, 1989. Washington, D.C., National Academy Press, 157 p.

ODEPA, 1998. Cuadros de estadísticas de existencia y beneficio, elaborados con información de Instituto Nacional de Estadísticas. Publicados en Internet. ([http://www.minagri.gob.cl/minagri/cuadros/cuagif/ tabla 032. html](http://www.minagri.gob.cl/minagri/cuadros/cuagif/tabla032.html)). 1998.

Palmquist, D. L. and Weiss, W. P. 1994. Blood and hydrolyzed feather meals as sources of undegradable protein in high fat diets for cows in early lactation. Journal of Dairy Science. 1994, Vol. 77, N° 6, pp. 1630-1643.

Parada, R., Galmez, J., Calderón, M. T., Rebuffel, P. 1988. Intoxicación en bovinos de engorda por consumo de cama de broiler contaminada con hongos. Revista Veterinaria Argentina. Vol. 5, N° 46. pp. 487-490.

Partharasathy, M. and Pradham, K. 1982. Fermentation characteristics and feeding value of ensiled poultry litter containing wheat straw, bagasse or sawdust. Animal Feed Science and Technology. 1982. Vol. 7, N° 4. pp. 341-349.

Parthasarathy, M. and Pradhan, K. 1994. Comparative utilization of poultry -litter-containing rations by crossbred cattle and Murrah buffaloes. Buffalo Bulletin. 1994, 13: 4 pp. 90-93.

Pearce, G. R. 1975. The inclusion of pig manure in ruminant diets. Proceedings of the 3rd International Symposium on Livestock Wastes. Pub. PROC-275, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Mich. 1975, p. 218.

Pires, A. V., Eastridge, M. L., Firkins, J. L. 1994. Feeding roasted soybeans, blood meal, and tallow as sources of fat and bypass protein for lactating cows. Special Circular, Ohio Agricultural Research and Development Center. N° 145, pp. 17-21.

Polan, C. E., Cozzi, G., Berzaghi, P. and Andrighetto, I. 1997. A blend of animal and cereal protein or fish meal as partial replacement for soybean meal in the diet of lactating Holstein cows. Journal of Dairy Science. 1997, Vol. 80, N° 1, pp. 160-166.

Porte, E., Manterola, H., Cerda, D. y Mira., J. 1997. Comportamiento productivo y estudio de parámetros ruminales de novillos alimentados con niveles crecientes de fecas de cerdo en su ración. Avances en Producción Animal. Vol. 22, N° 1 - 2. pp. 81-90.

Rankins, D. L., Eason, J. T., McCaskey, T. A., Stephenson, A. H. and Floyd, J. G. 1993. Nutritional and toxicological evaluation of three deep-stacking methods for the processing of broiler litter as foodstuff for beef cattle. *Animal Production*, 1993, Vol. 56, N° 3, pp. 321-326.

Rossi, J. E., Goetsch, A. L., Patil, A. R., Kouakou, B., Park, K. K., Wang, Z. S., Galloway, D. L. and Johnson, Z. B. 1996. Effects of forage level in broiler-litter-based diets on feed intake, digestibility and particulate passage rate in Holstein steers at different live weights. *Animal Feed Science and Technology*. 1996, Vol. 62, N° 2-4, pp. 163-177.

Rude, B. J., Rankins, D. L., Peacock, S. E. and Eason, J. T. 1995. Keeping milk fever at bay: adding hay to broiler litter ration helps protect cows. *Highlights of Agricultural Research. Alabama Agricultural Exp. St.* Vol. 42 N° 4, pp. 13-14.

Rude, B. J., Rankins, D. L. and Peacock, R. W. 1996. Adding hay to litter-based beef cattle diets improves gains. *Highlights of Agricultural Research. Alabama Agricultural Exp. St.* Vol. 43 N° 1 . pp. 10-11.

Ruffin, B. G. and McCaskey, T. A. 1998. Feeding broiler litter to beef cattle. Internet. Alabama Cooperative Extension Service, Auburn University, Alabama 36849- 5612. 13 p.

Smart, J. L., Jones, T. O., Clegg, F. G. and McMurthy, M. J. 1987. Poultry waste associated type C botulism in cattle. *Epidemiology and Infection*. 1987 Vol. 98 N° 1. pp. 73-79.

Smith, L. W. and Calvert, C. C. 1976. Dehydrated broiler excreta versus soybean meal on nitrogen supplements for sheep. *Journal of Animal Science*, Vol. 43, p. 1286.

Troccon, J. L. and Petit, M. 1989. Croissance des génisses de renouvellement et performances ultérieures. *Productions Animales. Institut National de la Recherche Agronomique*. Février, 1989, Vol. 2, N° 1. pp 55-64.

Van Ryssen, J. B. J. 1991. Effect of monensin and its metabolites in broiler litter on sheep consuming the broiler litter. *Journal of the South African Veterinary Association*, 1991, Vol. 62, N° 3. pp. 94-99.

Weisbjerg, M. R., Hvelplund, T. and Palmquist, D. L. 1991. Ruminant, intestinal, and total digestibilities of diets supplemented with fat and hydrolyzed feather meal/blood (FM/BM). *Journal of Dairy Science*. 1991, Vol. 74, Supplement 1, p. 258.

Wilkinson, J. M. 1980. The use of animal excreta as feeds for livestock. En: *By-products and wastes in animal feeding. Occasional Publication N° 3, British Society of Animal Production*, 1980. Edited by E.R. Orskov. pp. 45-59.

Yokayama, M. T. and Nummy, W. R. 1976. Inclusion of livestock feces into corn silage. *Journal of Animal Science*, Vol. 43, p. 211.

Comentarios finales

El propósito de este libro ha sido no sólo presentar y discutir los atributos nutritivos de diferentes desechos y subproductos agrícolas, pecuarios y forestales de diverso origen, y las posibilidades de emplearlos en la alimentación de rumiantes. Se ha buscado también mostrar cómo la gran mayoría, si no todos, los desechos y derivados de la actividad silvoagropecuaria pueden ser total o parcialmente reciclados a través de los rumiantes.

Asimismo, se ha querido recalcar que la decisión sobre el destino final o modo de reciclaje de los subproductos y desechos, no debe basarse únicamente en el valor nutritivo potencial de los materiales mismos y en las ventajas económicas que se deriven de su empleo como alimento. También deben ser considerados como factores esenciales la calidad nutritiva y sanitaria de los productos animales para consumo humano, obtenidos por medio de esta estrategia de reciclado. Y debe responderse a la necesidad de ofrecer opciones ambientalmente aceptables para manejar y disponer desechos que, inevitablemente, resultan del empleo de animales; de este modo, es posible convertir una gran variedad de insumos agrícolas y forestales en productos pecuarios que permitan satisfacer una amplia variedad de necesidades de la población.

Al seleccionar a los rumiantes como uno de los instrumentos para el reciclaje de los desechos, se está aprovechando una característica propia de estas especies: al evolucionar en conjunto con las plantas que, en condiciones naturales, les sirven de alimento, los rumiantes fueron desarrollando sistemas simbióticos y metabólicos para manejar las sustancias tóxicas que muchas plantas producen con el propósito de defenderse de las agresiones de animales e insectos que las consumen. Al respecto Moir (citado por Williams, 1981) señala textualmente que "el desarrollo del sistema digestivo rumiante y de otros de tipo similar, es seguramente una vía evolucionaria progresiva que permite el desarrollo de la vida en medio ambientes nutricionales más amplios, más difíciles e

incluso inhóspitos". Es por esta capacidad que los rumiantes parecen estar mejor dotados para manejar estos insumos, y esa es la razón por la cual se los aprovecha para su reciclado.

Las limitaciones al empleo surgirán básicamente de la presencia de tres tipos de sustancias: aquellas que los animales no soportan sin graves daños para su salud y su comportamiento productivo o reproductivo; aquellas que los animales pueden eventualmente manejar y depositar en sus tejidos, sin consecuencias fatales o detrimentales severas para ellos, pero que el hombre no puede soportar sin riesgo para su salud; y, por último, aquellas sustancias de interés nutritivo en forma de compuestos que los rumiantes y sus microorganismos no puedan utilizar eficientemente.

También se ha querido destacar la importancia de que los productores actúen con prudencia al introducir cambios en las estrategias alimenticias y especialmente en lo que guarda relación con la incorporación de nuevos insumos en la dieta. Asimismo, junto a todas las consideraciones específicas desarrolladas a lo largo de este texto, es preciso volver a insistir en la permanente vigencia del compromiso ético de los productores y técnicos con el resto de la sociedad, a la que deben proveer de alimentos de la más alta calidad nutritiva y sanitaria.

Anexos

RESUMEN DEL USO DE RESIDUOS EN BOVINOS DE LECHE

RESUMEN DEL USO DE RESIDUOS EN BOVINOS DE CARNE

RESUMEN DEL USO DE RESIDUOS EN OVINOS DE CARNE

**RESUMEN DEL USO DE RESIDUOS
EN BOVINOS DE LECHE**

NIVELES DE PRODUCCIÓN O ESTADO FISIOLÓGICO

TIPO DE RESIDUO	DISPONIBILIDAD		15-20 L			20-25 L			> 25 L			V. SECAS			VAQUILLAS			TERNERAS			OBSERVACIONES
	REGION	EPOCA	NR	NMI	LIM	NR	NMI	LIM	NR	NMI	LIM	NR	NMI	LIM	NR	NMI	LIM	NR	NMI	LIM	
			%			%			%			%			%			%			
A) RESIDUOS AGRICOLAS																					
1.- CEREALES Y LEGUMBRES																					
* Pajas de cereales	V a X	En. a Dic.	15	30	P-E-C	5	10	E-P-C-M	0	0	Todas	30	60	C-P-M	10	25	P-E-M	0	0	P-E-M	Trozar a 2" y agregar E y Prot.
* Pajas de legumbres	V a IX	Dic a Mar	20	30	C-E	10	15	E-P-M	5	10	P-E-M	40	60	C-PB	20	30	P-E	15	25	P-E-C	Trozar a 2"
* Cajas de maíz secas	IV a VIII	Dic a May	15	20	P-E-C	10	20	E-P-C	5	10	C-P-E-M	30	60	C-PB-M	15	20	C-P-E	0	0	Todas	Trozar a 1". Agregar P y E.
2.- CULTIVOS HORTICOLAS																					
* Acelga	V a VII	En a Dic.	25	30	Oxal.	20	25	Oxal.	5	10	Oxal.	30	40	Oxal.	25	40		20	25	Oxal.	Agregar Calcio. Exceso de P.
* Alcachofa	V-M-VI	Dic a Abr.	30	50	Palatab.	20	30	Palatab.	10	20	Palatab.	40	60	Palatab.	15	25	Palatab.	10	15	Palatab.	Sabor amargo. Se debe ensilar
* Apio	IV a VI	Jul a Nov	40	60	A-C-Olor	30	50	A-C-Olor	20	30	A-C-P-O	50	80	A-C	40	60	A-C	20	30	A-C	Alto % Agua. Ensilar o pastorear
* Coliflor	V-M-VI	Jul a Nov.	No	No	Olor	No	No	Olor	No	No	Olor	No	No	Olor	30	50	Ninguna	20	30	Ninguna	Ensilar p/evitar aroma en lecho
* Repollo	V-M-VI	Jul a Dic.	no	no	Olor	no	no	Olor	no	no	Olor	40	70	Ninguna	40	60	Ninguna	40	60	Ninguna	Ensilar o dar premarchito
* Tomate	IV a VIII	Nov a Mar	40	60	C-Palat.	30	40	C-Palat.	15	25	C-P-E-Pal	40	80	Palatab.	30	40	Palat.	20	30	Palatab.	Trozar y ensilar p/aumentar C
* Lechuga	IV-M-VI	Ene a Dic	40	80	A-C	30	60	A-C-E	20	30	A-C-P-E	50	90	Agua	40	70	Agua	30	50	A-P-E	Premarchitar y ensilar
* Pepino ensalada	IV-M-V	Ene a Dic	40	70	Ninguna	30	50	P	20	30	P-E	50	80	Ning.	40	60	Ning.	25	40	P-E	Trozar y ensilar
* Melón	IV a VII	Ene a Abr.	Pastoreo directo			Pastoreo directo			Pastoreo directo			Pastoreo directo			Pastoreo directo			Pastoreo directo			Pastoreo directo. No ensilar
* Poroto verde	IV a VII	Nov a Ene	40	70	Ninguna	20	40	P-E	10	30	P-E-C	40	80		30	50	P	15	25	P-E	Aportar P y E. Debe ensilarse
* Haba	IV a IX	Nov a Mar	50	80	C	40	60	C	20	40	C	70	90		30	60		20	40	C	Trozar y ensilar. Tb uso directo
Hojas y coronas de remolacha	VI a X	Mar a May	30	50	Oxal.	25	40	Oxal.	10	25	Oxal.	40	60	Oxal.	25	40	Oxal.	20	40	Oxal.	Adicionar calcio. Trozar
Abreviaciones: NR= Nivel recomendado NMI = Nivel máximo de inclusión LIM = Limitantes P = Proteína bruta M = Minerales A = Agua E = Energía C = Consumo Fib = Fibra Fosf. = Fósforo Palat. = Palatabilidad Ret. = Retención																					

Nota: Esta información sólo constituye una referencia general, por lo que para mayor detalle se debe consultar el texto.

NIVELES DE PRODUCCIÓN O ESTADO FISIOLÓGICO

TIPO DE RESIDUO	DISPONIBILIDAD		15-20 L		20-25 L		> 25 L		V. SECAS		VAQUILLAS		TERNERAS		OBSERVACIONES
	REGION	EPOCA	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	
			%		%		%		%		%		%		
B) RES. AGROINDUSTRIALES															
* Coseta de remolacha	VI a X	Ene a Dic	40	50 Fib-P-Fo	30	50 Fib-P-Fo	30	40 Fib-P-Fo	40	80 Fib-Fo	30	50 Fib-P-Fo	30	50 Fib-P-Fo	+ fibra larga, P. Fosf. y Vit.A
* Melazán	VI a X	Ene a Dic	10	30 Fib-P	15	30 Fib-P	20	30 Fib-P	10	30 Fib-P	20	30 Fib-P	20	30 Fib-P	Agr. fib. larga, P. Efecto laxante
* Pomasa de manzana	VI a VII	Feb a Abr	30	50 Fib.-P	25	30 Fib-P	10	18 Fib-P	40	70 Fib-P	30	40 Fib-P	20	30 Fib-P	Mezclar c/heno o ensilaje. + P
* Pomasa de tomate	V a VI	Dic a Mar	40	60 Fib-A	30	50 Fib-A	15	20 Fib-P-A	40	60 Fib-A	30	50 Fib-A	30	40 Fib-A-P	Mezclar c/heno o ensilaje.
* Pulpa de cítricos			50	70 A-P-Fib	30	50 A-P-Fib	20	35 A-P-Fib	70	80 A-P-Fib	30	50 A-Fib-P	20	30 A-P-Fib	Mezc.c/heno/ensilaje. Adic.Fósf.
* Pelón de almendra	V-M-VI	Mar-Abr	20	30 P-C	15	25 P-C	10	20 P-C	30	40 P-C	20	25 P-C	No usar		Picar a 1" o menos. Adicionar P
* Orujo de uva	IV a VIII	Feb-May	10	20 P-E-C	10	20 P-E-C	No	No	15	20 P-E-C	10	20 P-E-C	No usar		Altos % taninos. Baja Dig.P y E
* Brote de malta	V a X	En a Dic	30	40 C-Fib	20	30 C-Fib	10	20 C-Fib	40	50 C-Fib	20	30 C-Fib	20	30 C	Sabor amargo. Bajo consumo
* Orujo de cerveza	V a X	En a Dic	20	30 A-Fib	20	30 A-Fib	10	15 A-Fib.	30	40 A-Fib	20	30 A-Fib	15	20 A-Fib	Alto % agua. Efecto lactogénico
* Afrecho de rapas	Todas	En a Dic	10	12 C	10	12 C	10	12 C	10	12 C	8	10 C	8	10 C	Sabor amargo, bajo consumo
* Afrecho de maravilla	Todas	En a Dic	Sin restric. Precio		Sin restric. Precio		Sin restric. Precio		Sin restric. Precio		Sin restric. Precio		Sin restric. Precio		Sin restric. Sólo precio
* Afrecho de soya	Todas	En a Dic	Sin restric. Precio		Sin restric. Precio		Sin restric. Precio		Sin restric. Precio		Sin restric. Precio		Sin restric. Precio		Sin restric. Precio
* Afrecho de algodón	Todas	En a Dic	10	20 Tóxicos	10	25 Tóxicos	15	20 Tóxicos	15	20 Tóxicos	10	25 Tóxicos	10	15 Tox.-P	Defic. Aminoac.-S. Gossypol
* Afrecho de linaza	Todas	En a Dic	10	15 Ret.-A	10	15 Ret.-A	15	15 Ret. A	20	20 Ret. A.	15	20 Ret. A	10	15 Ret. A	Retiene agua en rumen.
* Orujo/pulpa de aceituna	IV a VI	En a Dic	25	30 P-C-Fib	25	30 P-C-Fib	20	25 P-C-Fib	30	40 P-C-Fib	25	30 P-Fib-C	15	20 P-C	Mezc. c/heno/ensil. Baja en P-Fi
Abreviaciones: NR= Nivel recomendado NMI = Nivel máximo de inclusión LIM = Limitantes P = Proteína bruta M = Minerales A = Agua E = Energía C = Consumo Fib = Fibra Fosf. ■ Fósforo Palat. = Palatabilidad Ret. = Retención															

Nota: Esta información sólo constituye una referencia general, por lo que para mayor detalle se debe consultar el texto.

NIVELES DE PRODUCCIÓN O ESTADO FISIOLÓGICO

TIPO DE RESIDUO	DISPONIBILIDAD		15-20 L		20-25 L		> 25 L		V. SECAS		VAQUILLAS		TERNERAS		OBSERVACIONES	
	REGION	EPOCA	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM		
			%		%		%		%		%		%			
C) DE MOLINERIA																
* Afrechos y afrechillos trigo	Todas	En a Dic	30	40 Fib	25	35 Fib	20	30 Fib-P	30	50 Fib	25	35 Fib	30	40 Fib	Adicion de Fib.larga. Laxante	
* Harinillas de trigo	Todas	En a Dic	20	30 Fib	20	30 Fib	15	20 Fib	30	40 Fib	20	30 Fib	20	30 Fib	Requiere fibra larga en ración.	
* Afrechos y harinillas arroz	VII-VIII	En a Dic	15	20 P-G-Fib	15	20 P-G-Fib	10	15 P-G-Fib	15	20 P-C-Fib	15	20 P-C-Fib	10	15 P-C-Fib	Rancidez en grasas. Bajo % P.	
* Gluten de maíz seco	Todas	En a Dic	15	30 Fib	20	30 Fib	25	30 Fib	15	40 Fib	20	30 Fib	20	30 Fib	Adicionar Fib.larga	
* Destilados grano de maíz	Todas	En a Dic	20	40 Fib	20	40 Fib	30	40 Fib	20	40 Fib	20	40 Fib	20	40 Fib	Mezclar c/heno/ensilaje.	
D) HORTOFRUTICOLAS																
* Descarte zanahorias	IV a VIII	En a Dic	No + de 20 kg/vaca		No + de 20 kg/vaca		No + de 20 kg/vaca		No + de 20 kg/vaca		No + de 20 kg/vaca		No + de 10 Kg/tern		Bajo % de MS. Bajo % de fibra	
* Descarte de rep.brus-colifl.	IV a VI	Nov a Ene	No usar		No usar		No usar		No más de 30%		No más de 30%		No más de 30%		Aromas trasmitidos a leche	
* Descarte de espárragos	VI a VIII	Nov a Ene	No más de 30%		No más de 30%		No más de 30%		No más de 30%		No más de 30%		No más de 20%		Efecto diurético	
* Descarte manzanas-peras	VI a VIII	Mar-Abr	No más de 30%		No más de 30%		No más de 30%		No más de 30%		No más de 30%		No más de 20%		Trozar. Bajo % P y Fib.+ Heno	
* Descarte duraznos	V a VII	Ene a Mar	No más de 2.5 kg/día		No más de 2.5 kg/día		No más de 2.5 kg/día		No más de 2.5 kg/día		No más de 2.5 kg/día		No más de 1 Kg/día		Trozar. Bajo % P y Fib. + Heno	
* Descarte de ciruelas	V a VII	Mar-Abr	No más de 3 kg/día		No más de 3 kg/día		No más de 3 kg/día		No más de 3 kg/día		No más de 3 kg/día		No más de 1 kg/día		Laxante-Diarreas. Bajo % P y Fi	
* Descarte de uvas	III a VII	Ene-Abr	No más de 10 kg/día		No más de 10 kg/día		No más de 10 kg/día		No más de 10 kg/día		No más de 10 kg/día		No más de 3 Kg/día		Laxante. Ferm alcohólica.	
E) RESIDUOS DE ANIMALES																
* Cama de broiler	V a VIII	Ene a Dic	10	20 C-E	10	20 C-E	No	No C-E	20	40 C	20	30 C	No usar		Antib-Cen-Alambre-piedras	
* Fecas de cerdo	V a VIII	Ene a Dic	10	15	No usar		No usar		20	40	No usar		No usar		Bajo % P-Fib-E.	
* Harinas desechos matadero	Todas	Ene a Dic	No + 10% según \$		No + 10% según \$		No + 10% según \$		No + 10% según \$		No + 10% según \$		No + 10% según \$		Alto % de PDI. Alto costo	
* Harina de sangre	Todas	Ene a Dic	No + 8% según \$		No + 8% según \$		No + 8% según \$		No + 8% según \$		No + 8% según \$		No + 8% según \$		Alto % de PDI. Alto costo	
* Harina de plumas	Todas	Ene a Dic	No + 6% según \$		No + 6% según \$		No + 6% según \$		No + 6% según \$		No + 6% según \$		No usar		Alto % de PDI. Baja digest.	
Abreviaturas	NR= Nivel recomendado		NMI = Nivel máximo de inclusión				LIM = Limitantes		Cen = Cenizas		G= Grasa		PDI = Proteína digestible en intestino			
	Antib = Antibiótico		P = Proteína bruta				A = Agua		E = Energía		C = Consumo		Fib = Fibra			
	Fosf. = Fósforo		Palat. = Palatabilidad				Ret. = Retención		\$ = Precio							

Nota: Esta información sólo constituye una referencia general, por lo que para mayor detalle se debe consultar el texto.

RESUMEN DEL USO DE RESIDUOS EN BOVINOS DE CARNE

NOVILLOS

TIPO DE RESIDUO	DISPONIBILIDAD		180 A 250 KG		250 A 300 KG		300 A 400 KG		V. SECAS		VACAS UTG		TERNEROS P/D		OBSERVACIONES
	REGION	EPOCA	NR	NMI	LIM	NR	NMI	LIM	NR	NMI	LIM	NR	NMI	LIM	
			%		%		%		%		%		%		
A) RESIDUOS AGRICOLAS															
1.-CEREALES Y LEGUMBRES															
* Pajas de cereales	V a X	En. a Dic	15	25	P-E-C	20	30	E-P-C-M	20	30	P-E-M	30	40	C-P-M	20 30 P-E-M-C 5 10 P-E-M Trozar a 1" y agregar E y Prot.
* Pajas de legumbres	VII a IX	Dic a Mar	25	35	P-E-C	15	20	E-P-M	5	10	P-E-M	50	80	C-PB	30 50 P-E-C 15 25 P-E-C Trozar a 1"
* Cañas de maíz secas	IV a VIII	Dic a May	15	20	P-E-C	20	35	E-P-C	20	30	C-P-E-M	40	60	C-PB-M	25 35 C-P-E No Todas Trozar a 2-3". Agregar P y E.
2.- CULTIVOS HORTICOLAS															
* Acelga	V a VII	En a Dic	40	50	Oxal-A	40	60	Oxal-A	30	50	Oxal-A	40	80	Oxal-A	30 40 Oxal-A 30 40 Oxal-A Agregar Calcio. Exceso de P.
* Alcachofa	V-M-VI	Dic a Abr	20	35	Palat-P	20	40	Palat-P	20	40	Palat-P	40	60	Palat-P	30 40 Palat-P 10 15 Palat-A Sabor amargo. Ensilar. Bajo % P
* Apio	IV a VI	Jul a Nov	20	40	A-C-P	30	50	A-C	30	50	A-C	50	80	A-C	30 50 A-C 20 30 A-C-P Alto % Agua. Se debe ensilar
* Coliflor	V-M-VI	Jul a Nov	30	50	A-Cen	30	60	A-Cen	40	70	A-C-Cen	40	70	A-C-Cen	40 60 C-A-Cen 20 30 A-Cen Ensilar
* Repollo	V-M-VI	Jul a Dic	30	50	A-C	30	60	A-C	20	40	A-C	40	70	Ninguna	40 60 Ninguna 20 30 Palatab. Trozar p/aumentar C. Adic. E
* Tomate	IV a VIII	Nov a Mar	25	40	C-Palat.	30	60	C-Palat.	40	60	C-E-Pal	40	80	Palatab.	30 40 Palat. 20 30 Palatab. Trozar p/aumentar C. Adic. E
* Lechuga	IV-M-VI	Ene a Dic	30	60	A-C	40	70	A-C-E	40	60	A-C-P-E	50	90	A-C	40 70 A-C 20 40 A-P-E-C Premarchitar y ensilar
* Pepino ensalada	IV-M-V	Ene a Dic	30	40	P	40	60	P	40	60	E-P	50	80	Ninguna	40 60 Ninguna 20 30 P-E-C Trozar y ensilar Adicionar E
* Melón	IV a VII	Ene a Abr	Pastoreo directo		Pastoreo directo		Pastoreo directo		Pastoreo directo		Pastoreo directo		Pastoreo directo		Pastoreo directo. No ensilar
* Poroto verde	IV a VII	Nov a Ene	30	50	P	40	60	P-E	50	70	P-E-C	40	80	Ninguna	30 50 Ninguna 15 25 P-E Aportar P y E. Debe ensilarse
* Haba	IV a IX	Nov a Mar	40	70	C-Tan	50	70	C-Tan	50	70	C-E-Tan	70	90	C-Tan	40 70 C-Tan 20 40 C-Tan Trozar y ensilar. Tb uso directo
Hojas y coronas remolacha	VI a X	Mar a May	20	30	Cen-Oxal	30	50	Cen-Oxal	40	60	Cen-Oxal	50	70	Cen-Oxal	40 60 Cen-Oxal 15 20 Cen-Oxal Adicionar calcio. Trozar
Abreviaciones:	NR= Nivel recomendado		NMI = Nivel máximo de inclusión		LIM = Limitantes		Oxal = Oxalacetato		PDI = Proteína digestible en intestino						
	A = Agua		E = Energía		C = Consumo		Fib = Fibra		Fosf = Fósforo						
	Palat. = Palatabilidad		Ret. = Retención		Cen = Cenizas		Tan = Taninos								

Nota: Esta información sólo constituye una referencia general, por lo que para mayor detalle se debe consultar el texto.

NOVILLOS																	
TIPO DE RESIDUO	DISPONIBILIDAD		180 A 250 KG		250 A 300 KG		300 A 400 KG		V. SECAS		VACAS UTG		TERNEROS P/D		OBSERVACIONES		
	REGION	EPOCA	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM			
			%		%		%		%		%		%				
B) RES. AGROINDUSTRIALES																	
▪ Coseta de remolacha	VI a X	Ene a Dic	20 30	Fib-P-Fos	20 40	Fib-P-Fos	20 40	Fib-P-Fo	10 60	Fib-Fo	20 50	Fib-P-Fo	20 30	Fib-P-Fo	+ fibra larga, P, Fosf. y Vit.A		
▪ Melazán	VI a X	Ene a Dic	10 20	Fib.-P-\$	15 30	Fib-P-\$	20 30	Fib-P-\$	10 40	Fib-P-\$	10 30	Fib-P-\$	10 15	Fib-P-\$	Agr. fib. larga, P. Efecto laxante		
▪ Pomasa de manzana	VI a VII	Feb a Abr	20 40	Fib.-P	40 60	Fib-P	45 60	Fib-P	30 70	Fib-P	30 40	Fib-P	20 30	Fib-P	Mezclar c/heno o ensilaje. + P		
▪ Pomasa de tomate	V a VI	Dic a Mar	25 40	Fib-A	30 50	Fib-A	30 50	Fib-A	40 60	Fib-A	30 50	Fib-A	15 20	Fib-A-P	Mezclar c/heno o ensilaje.		
▪ Pulpa de cítricos			15 25	A-P-Fib	25 40	A-P-Fib	20 40	A-P-Fib	30 40	A-P-Fib	20 40	A-Fib-P	15 20	A-P-Fib	Mezcl.c/heno/ensilaje. Adic.Fosf.		
▪ Pelón de almendra	V-M-VI	Mar-Abr	10 20	P-C-Fib	20 25	P-C-Fib	20 30	P-C-Fib	30 40	P-C-Fib	20 25	P-C-Fib	No usar		Picar a 1" o menos. Adicionar P		
▪ Orujo de uva	IV a VIII	Feb-May	10 20	P-E-C	10 20	P-E-C	10 20	P-E-C	20 30	P-E-C	10 20	P-E-C	No usar		Altos % taninos. Baja Dig,P y E		
▪ Brote de malta	V a X	En a Dic	20 30	A-C-Fib	30 40	A-C-Fib	30 40	A-C-Fib	30 50	A-C-Fib	30 40	A-C-Fib	20 30	A-C-Fib	Sabor amargo. Bajo consumo		
▪ Orujo de cerveza	V a X	En a Dic	20 30	A-Fib	20 40	A-Fib	30 50	A-Fib-E.	30 40	A-Fib	20 30	A-Fib	10 20	A-Fib	Alto % agua. Agregar E.		
▪ Afrecho de raps	Todas	En a Dic	10 12	C	10 12	C	10 12	C	10 12	C	8 10	C	8 10	C	Sabor amargo, bajo consumo		
▪ Afrecho de maravilla	Todas	En a Dic	15 40	Precio	15 40	Precio	10 30	Precio	No	Precio	5 -	Precio	20 -	Precio	Sin restric. Sólo precio		
▪ Afrecho de soya	Todas	En a Dic	Sin restric. Precio		Sin restric. Precio		Sin restric. Precio		Sin restric. Precio		Sin restric. Precio		Sin restric. Precio		Sin restric. Precio		
* Afrecho de algodón	Todas	En a Dic	10 20	Toxicos	10 20	Tóxicos	10 20	Tóxicos	5 20	Tóxicos	10 20	Tóxicos	10 15	Tox.-P	Defic. Aminoac.-S. Gossypol		
* Afrecho de linaza	IV a VI	En a Dic	10 30	Ret.-A	15 30	Ret-A	10 20	Ret. A	5 20	Ret. A.	10 20	Ret. A	10 15	Ret. A	Retiene agua en rumen.		
* Orujo/pulpa de aceituna	IV a VI	Mar-Abr	20 30	P-C-Fib	25 30	P-C-Fib	15 30	P-C-Fib	10 30	P-C-Fib	25 30	P-Fib-C	10 20	P-C	Mezcl. c/heno/ensil. Baja en P-Fi		
Abreviaciones:																	
NR= Nivel recomendado		NMI = Nivel máximo de inclusión				LIM = Limitantes				Oxal = Oxalacetato				PDI = Proteína digestible en intestino			
A = Agua		E = Energía				C = Consumo				Fib = Fibra				Fosf. = Fósforo			
Palat. = Palatabilidad		Ret. = Retención				Cen = Cenizas				Tan = Taninos							

Nota: Esta información sólo constituye una referencia general, por lo que para mayor detalle se debe consultar el texto.

NOVILLOS																					
TIPO DE RESIDUO	DISPONIBILIDAD		180 A 250 KG		250 A 300 KG		300 A 400 KG		V. SECAS		VACAS UTG		TERNEROS P/D		OBSERVACIONES						
	REGION	EPOCA	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM							
			%		%		%		%		%		%								
C) DE MOLINERIA																					
* Afrechos y afrechillos trigo	Todas	En a Dic	20	40	Fib	25	35	Fib	20	30	Fib	10	40	Fib-P	Adicion de Fib.larga. Laxante						
* Harinillas de trigo	Todas	En a Dic	20	30	Fib	15	20	Fib	15	20	Fib	10	20	Fib	Requiere fibra larga en ración.						
* Afrechos y harinillas arroz	VII-VIII	En a Dic	15	20	P-G-Fib	15	20	P-G-Fib	10	15	P-G-Fib	15	20	P-C-Fib	Rancidez de grasas. Bajo % P.						
* Gluten de maíz seco	Todas	En a Dic	30	30	Fib	30	40	Fib	30	40	Fib	15	40	Fib	Adicionar Fib.larga						
* Destilados grano de maíz	Todas	En a Dic	20	35	Fib	30	35	Fib	25	35	Fib	10	30	Fib	Mezclar c/heno/ensilaje.						
D) HORTOFRUTICOLAS																					
* Descarte zanahorias	V a VII	En a Dic	No + de 10 kg/nov		No + de 15 kg/Nov		No + de 16 kg/nov.		No + de 20 kg/vaca		No + de 20 kg/vaca		No + de 6 Kg/tern		Baja MS.Baja fibra.G.amarilla						
* Descarte de rep.brus-colifl.	IV a VIII	En a Dic	No + de 8 kg/nov		No + de 10 kg/nov		No + de 15 kg/nov		No + de 20 kg/vaca		No + de 22 kg/vaca		No + de 4 kg/tern.		Alto % de P. Alto % de A						
* Descarte de espárragos	IV a VI	Nov a Ene	No más de 30%		No más de 40%		No más de 40%		No más de 40%		No más de 40%		No más de 20%		Efecto diurético						
* Descarte manzanas-peras	V a X	Mar a Abr	No + de 10 kg/nov		No + de 12 kg/nov		No + de 15 kg/nov		No + de 20 kg/vaca		No + de 15 kg/vaca		No + de 3 kg/tern.		Trozar. Bajo % P y Fib.+ Heno						
* Descarte duraznos	VI a VIII	Mar a Abr	No + de 10 kg/nov		No + de 13 kg/nov		No + de 15 kg/nov		No + de 20 kg/vaca		No + de 20 kg/vaca		No más de 3 Kg/día		Trozar. Bajo % P y Fib. + Heno						
* Descarte de ciruelas	V a VII	Ene a Mar	No más de 5 kg/día		No más de 5 kg/día		No más de 6 kg/día		No más de 5 kg/día		No más de 3 kg/día		No más de 1 kg/día		Laxante-Diarreas. Bajo % P y Fi						
* Descarte de uvas	III a VIII	Ene a Abr	No más de 4 kg/día		No más de 5 kg/día		No más de 8 kg/día		No más de 10 kg/día		No más de 10 kg/día		No más de 2 Kg/día		Laxante. Ferm alcohólica.						
E) RESIDUOS DE ANIMALES																					
* Cama de broiler	V a VIII	Ene a Dic	10	20	C-E-Cen	20	40	C-E-Cen	20	40	C-E-Cen	20	50	C-Cen	20	30	C-P-Cen	5	10	C-P-E-Cen	Antib-Cen-Alambre-piedras
* Fecas de cerdo	V a VIII	Ene a Dic	10	20	P-E-Fib	20	30	P-E-Fib	20	30	P-E-Fib	20	50	C-Fib	20	40	C-Fib	No usar			Bajo % P-Fib-E.
* Harinas desechos matadero	Todas	Ene a Dic	Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Alto % de PDI. Alto costo
* Harina de sangre	Todas	Ene a Dic	Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Alto % de PDI. Alto costo
* Harina de plumas	Todas	Ene a Dic	Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Según precio		Alto % de PDI. Baja digest.
Abreviaciones: NR= Nivel recomendado NMI = Nivel máximo de inclusión LIM = Limitantes Oxal = Oxalacetato PDI = Proteína Digestible en intestino \$ = Precio A = Agua E = Energía C = Consumo Fib = Fibra Fosf. = Fósforo Palat. = Palatabilidad Retenc. = Retención Cen = Cenizas Tan = Taninos																					

Nota: Esta información sólo constituye una referencia general, por lo que para mayor detalle se debe consultar el texto.

RESUMEN DEL USO DE RESIDUOS EN OVINOS DE CARNE

CORDEROS

TIPO DE RESIDUO	DISPONIBILIDAD		OVEJAS SECAS		OVEJAS UTG		OVEJAS LACT.		15-25 KG		25-35KG		OBSERVACIONES
	REGION	EPOCA	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	
			%		%		%		%		%		
A) RESIDUOS AGRICOLAS													
1.-CEREALES Y LEGUMBRES													
* Pajas de cereales	V a X	En. a Dic	30	50 P-E-C	20	30 E-P-C-M	20	30 P-E-M	0	0 C-P-M	20	30 P-E-M-C	Trozar a 1" y agregar E y Prot.
* Pajas de legumbres	VII a IX	Dic a Mar	40	80 P-E-C.	35	50 E-P-M	30	50 P-E-M	10	20 C-PB	30	40 P-E-C	Trozar a 1", mezclar c/paja trigo
* Cañas de maíz secas	IV a VIII	Dic a May	20	30 P-E-C	20	30 E-P-C	20	30 C-P-E-M	0	0 C-PB-M	15	25 C-P-E	Trozar a 1". Agregar P y E.
2.- CULTIVOS HORTICOLAS													
* Acelga	V a VII	En a Dic	40	60 Oxal-A	30	40 Oxal-A	30	50 Oxal-A	10	20 Oxal-A	30	40 Oxal-A	Agregar Calcio. Exceso de P.
* Alcachofa	V-M-VI	Dic a Abr	40	50 Palat-P.	20	30 Palat-P.	20	30 Palat-P.	10	20 Palat-P.	20	30 Palat-P	Sabor amargo. Ensilar. Bajo % P
* Apio	IV a VI	Jul a Nov	40	60 A-C-P	20	40 A-C	30	40 A-C	10	15 A-C	20	30 A-C	Alto % Agua. Se debe ensilar
* Coliflor	V-M-VI	Jul a Nov	30	50 A-Cen	30	60 A-Cen	25	40 A-C-Cen	15	20 A-C-Cen	20	30 C-A-Cen	Ensilar
• Repollo	V-M-VI	Jul a Dic	30	50 A-C	30	60 A-C	20	40 A-C	15	20 Ninguna	20	30 Ninguna	Ensilar o dar premarchito
• Tomate	IV a VIII	Nov a Mar	40	80 C-Palat.	30	60 C-Palat.	40	60 C-E-Pal	10	15 Palatab.	20	40 Palat.	Trozar p/aumentar C. Adic. E
• Lechuga	IV-M-VI	Ene a Dic	40	80 A-C	40	60 A-C-E	40	70 A-C-P-E	15	25 A-C	30	40 A-C	Premarchitar y pastorear
• Pepino ensalada	IV-M-V	Ene a Dic	30	40 P	40	60 P	40	60 E-P	10	15 E-P	20	40 E-P	Trozar y ensilar Adicionar E y P
• Melón	IV a VII	Ene a Abr	Pastoreo directo		Pastoreo directo		Pastoreo directo		Pastoreo directo		Pastoreo directo		Pastoreo directo. No ensilar
• Poroto verde	IV a VII	Nov a Ene	50	80 P	40	60 P-E	50	70 P-E-C	10	20 Fib.-C	30	40 Fib.-C.	Aportar P y E. Debe ensilarse
• Haba	IV a IX	Nov a Mar	50	70 C-Tan	40	60 C-Tan	50	70 C-E-Tan	5	10 C-Tan	30	40 C-Tan	Trozar y ensilar. Tb uso directo
Hojas y coronas remolacha	VI a X	Mar a May	20	30 Cen-Oxal	40	50 Cen-Oxal	30	40 Cen-Oxal	10	15 Cen-Oxal	20	30 Cen-Oxal	Adicionar calcio. Trozar
Abreviaciones:			NR = Nivel recomendado		NMI = Nivel máximo de inclusión		LIM = Limitantes		Oxal = oxalacetato		PDI = Proteína digestible en intestino		
			M = Minerales		A = Agua		E = Energía		C = Consumo		Fib = Fibra		
			Fosf. = Fósforo		Palat. = Palatabilidad		Retenc. = Retención		Cen = Cenizas		Tan = Taninos		

Nota: Esta información sólo constituye una referencia general, por lo que para mayor detalle se debe consultar el texto.

CORDEROS													
TIPO DE RESIDUO	DISPONIBILIDAD		OVEJAS SECAS		OVEJAS UTG		OVEJAS LACT.		15-25 KG		25-35KG		OBSERVACIONES
	REGION	EPOCA	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	NR	NMI LIM	
			%		%		%		%		%		
B) RES. AGROINDUSTRIALES													
* Coseta de remolacha	VI a X	Ene a Dic	20	30 P-Fos-\$	20	40 P-Fos-\$	20	40 P-Fo-\$	10	15 P-Fos-\$	20	40 P-Fos-\$	+ fibra larga, P, Fosf. y Vit.A
* Melazán	VI a X	Ene a Dic	10	20 Fib.-P-\$	10	20 Fib-P-\$	10	20 Fib-P-\$	5	10 Fib-P-\$	15	20 Fib-P-\$	Agr. fib. larga, P. Efecto laxante
* Pomasa de manzana	VI a VII	Feb a Abr	20	50 Fib.-P-A	30	60 Fib-P-A	35	60 Fib-P-A	20	40 Fib-P-A	30	40 Fib-P-A	Mezclar c/heno o ensilaje. + P
* Pomasa de tomate	V a VI	Dic a Mar	10	20 Fib-A-Pal	10	50 Fib-A-Pal	15	20 Fib-A-Pal	10	20 Fib-A-Pal	20	30 Fib-A-Pal	Mezclar c/heno o ensilaje.
* Pulpa de cítricos			25	80 A-P-Fib	25	50 A-P-P	20	60 A-P-Fib	20	40 A-P-Fib	30	60 A-Fib-P	Mezc.c/heno/ensilaje. Adic.Fósf.
* Pelón de almendra	V-M-VI	Mar-Abr	20	30 P-C-Fib	20	35 P-C-Fib	20	40 P-C-Fib	10	15 P-C	15	25 P-C	Picar a 1" o menos. Adicionar P
* Orujo de uva	IV a VIII	Feb-May	10	30 P-E-C	10	20 P-E-C	10	20 P-E-C	No	No P-E-C	10	20 P-E-C	Altos % taninos. Baja Dig.P y E
* Brote de malta	V a X	En a Dic	10	30 A-C-Fib	20	40 A-C-Fib	30	40 A-C-Fib	15	20 A-C-Fib	20	30 A-C-Fib	Sabor amargo. Bajo consumo
* Orujo de cerveza	V a X	En a Dic	10	30 A-Fib	20	30 A-Fib	30	40 A-Fib-E.	10	15 A-Fib	20	35 A-Fib	Alto % agua. Agregar E.
* Afrecho de raps	Todas	En a Dic	8	10 C	10	12 C	10	12 C	6	12 C	8	10 C	Sabor amargo, bajo consumo
* Afrecho de maravilla	Todas	En a Dic	5	15 \$	10	20 \$	10	20 \$	15	30 \$	15	20 \$	Sin restric. Sólo precio
* Afrecho de soya	Todas	En a Dic	5	10 \$	5	10 \$	5	10 \$	5	10 \$	5	10 \$	Precio
* Afrecho de algodón	Todas	En a Dic	10	30 \$-Tox.	10	30 \$-Tox.	10	30 \$-Tox.	10	15 \$-Tox.	10	20 \$-Tox.	Defic. Aminoac.-S. Gossypol
* Afrecho de linaza	IV a VI	En a Dic	15	30 Retenc.A	10	20 Retenc.A	10	20 Ret. A	5	15 Ret. A.	10	20 Ret. A	Retiene agua en rumen.
* Orujo/pulpa de aceituna	IV a VI	Mar-Abr	5	10 P-C-Fib	5	10 P-C-Fib	5	10 P-C-Fib	15	25 P-C-Fib	20	30 P-Fib-C	Mezc. c/heno/ensil. Baja en P-Fi
Abreviaciones: NR = Nivel recomendado NMI = Nivel máximo de inclusión LIM = Limitantes Oxal = oxalacetato PDI = Proteína digestible en intestino M = Minerales A = Agua E = Energía C = Consumo Fib = Fibra Fosf. = Fósforo Palat. = Palatabilidad Retenc. = Retención Cen = Cenizas Tan = Taninos													

Nota: Esta información sólo constituye una referencia general, por lo que para mayor detalle se debe consultar el texto.

Diseño y diagramación
Comunica & Crea

Impresión
Ograma S.A.

La Fundación para la Innovación Agraria, del Ministerio de Agricultura, tiene la función de fomentar y promover la transformación de la agricultura y de la economía rural del país, favoreciendo la adopción de innovaciones que contribuyan a fortalecer la competitividad a lo largo de toda la cadena de producción.

Para ello proporciona financiamiento, impulsa y coordina iniciativas, programas o proyectos orientados a incorporar innovación en los procesos productivos y de transformación en las áreas agrícola, pecuaria, forestal, agroforestal y dulceacuícola, con los objetivos de:

- aumentar la calidad, la rentabilidad y la competitividad de la agricultura
- incrementar la sustentabilidad de los procesos productivos
- diversificar la actividad sectorial
- promover el desarrollo de la gestión agraria

En este marco, FIA apoyó en 1998 el desarrollo del presente estudio, realizado por los académicos de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile Héctor Manterola B., Dina Cerda A. y Jorge Mira J.