

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**DISPONIBILIDAD POTENCIAL Y CARACTERIZACIÓN NUTRITIVA DE
CINCO RESIDUOS HORTÍCOLAS, PARA SU POSIBLE USO EN
ALIMENTACIÓN ANIMAL.**

JUAN PABLO ESCOBAR TORRELLA

SANTIAGO - CHILE

2008

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

ESCUELA DE AGRONOMIA

**DISPONIBILIDAD POTENCIAL Y CARACTERIZACIÓN NUTRITIVA DE
CINCO RESIDUOS HORTÍCOLAS, PARA SU POSIBLE USO EN
ALIMENTACIÓN ANIMAL.**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo
Mención: Producción Animal.

JUAN PABLO ESCOBAR TORRELLA

PROFESOR GUIA	Calificaciones
Sr. Héctor Manterola B. Ingeniero Agrónomo, MS	6.0
PROFESORES CONSEJEROS	
Sr. Jorge Mira J. Ingeniero Agrónomo	6.0
Srta. Dina Cerda A. Químico Laboratorista	6.0

**Santiago – Chile
2008**

A mi Familia

INDICE

RESUMEN.....	1
Palabras claves.....	2
“ABSTRACT”.....	3
“Key words”.....	4
1. INTRODUCCION.....	5
Hipótesis.....	6
Objetivos.....	6
2. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	7
2.1. Origen de los residuos hortícolas.....	7
2.2. Superficie hortícola nacional.....	7
2.3. Producción de biomasa de los residuos.....	11
2.4. Valor nutritivo de los residuos.....	12
2.4.1. Residuo del cultivo de la lechuga.....	13
2.4.2. Residuo del cultivo del maíz.....	15
2.4.3. Residuo del cultivo del melón.....	16
2.4.4. Residuo del cultivo del pepino.....	18
2.4.5. Residuo del cultivo del tomate.....	20
2.5. Posibilidades de utilización en producción animal.....	21
3. MATERIALES Y METODOS.....	23
3.1. Materiales.....	23

3.2. Métodos.....	24
3.2.1. Determinaciones.....	25
4. DISCUSION DE RESULTADOS.....	27
4.1. Residuo del cultivo de la lechuga.....	27
4.1.1. Altura del residuo.....	27
4.1.2. Disponibilidad del residuo.....	27
4.1.3. Valor nutritivo del residuo.....	29
4.1.4. Degradabilidad del residuo.....	32
4.2. Residuo del cultivo del maíz.....	34
4.2.1. Altura del residuo.....	34
4.2.2. Disponibilidad del residuo.....	35
4.2.3. Valor nutritivo del residuo.....	37
4.2.4. Degradabilidad del residuo.....	41
4.3. Residuo del cultivo del melón.....	45
4.3.1. Altura del residuo.....	45
4.3.2. Disponibilidad del residuo.....	46
4.3.3. Valor nutritivo del residuo.....	47
4.3.4. Degradabilidad del residuo.....	51
4.4. Residuo del cultivo del pepino.....	56
4.4.1. Altura del residuo.....	56
4.4.2. Disponibilidad del residuo.....	57
4.4.3. Valor nutritivo del residuo.....	58

4.4.4. Degradabilidad del residuo.....	62
4.5. Residuo del cultivo del tomate.....	66
4.5.1. Altura del residuo.....	66
4.5.2. Disponibilidad del residuo.....	67
4.5.3. Valor nutritivo del residuo.....	69
4.5.4. Degradabilidad del residuo.....	73
5. CONCLUSIONES.....	78
6. LITERATURA CITADA.....	80

RESUMEN

La presente memoria fue formulada para cuantificar la producción de biomasa aérea residual y valor nutritivo de los diferentes componentes de los residuos derivados de cinco especies hortícolas: Maíz (*Zea mays*), Melón (*Cucumis melo*), Tomate (*Lycopersicon esculentum*), Pepino (*Cucumis sativus*) y Lechuga (*Lactuca sativa*), considerando dos variedades para cada una de ellas, originados en diferentes localidades de la Región Metropolitana y VI Región.

Su formulación estuvo orientada a determinar las posibilidades de utilizar estos residuos como alternativa a los productos tradicionales, tales como forrajes, praderas naturales u otros, en la alimentación animal.

Constituyen factores promisorios para su utilización: los costos marginales de obtención; su valor nutritivo comparable, en muchos casos, con forrajes tradicionales como la alfalfa; rendimientos satisfactorios; índices de digestibilidad aceptables y posibilidad de establecer esquemas operacionales que faciliten su recolección.

Para definir su valor nutritivo y digestibilidad, se utilizó metodología de laboratorio reconocida internacionalmente, determinando contenido de energía bruta, humedad, cenizas, materia orgánica, nitrógeno total, pared celular, lignina y digestibilidad enzimática.

Para la evaluación de biomasa aérea residual, se determinó disponibilidad en términos de materia verde y materia seca por hectárea, considerando individualmente cada una de las partes aéreas de la planta.

En cuanto a disponibilidad, en términos de materia verde por hectárea (MV/ha), la mayor biomasa residual se obtuvo del cultivo del tomate variedad Carmelo, especialmente de los frutos, con 163.493 kg de MV/ha; seguidos del residuo del cultivo del pepino, maíz, melón y finalmente lechuga variedad francesa con 5.914 kg de MV/ha. Al expresar estos valores en términos de materia seca por hectárea (MS/ha), el valor más alto lo obtuvo el maíz de la variedad Jacques 7790 con 17.038 kg de MS/ha, siguiendo en orden decreciente el tomate, pepino melón y lechuga.

Los resultados en cuanto al valor nutritivo de los residuos fueron bastante promisorios y comparables al valor nutritivo aportado por forrajes tradicionalmente utilizados en producción animal. Los contenidos de proteína de los frutos de los residuos del tomate, melón y pepino fluctuaron alrededor del 16%, destacándose los frutos del residuo del cultivo del tomate variedad Mentado Duque con un 21,1%.

Los residuos de los dos cultivares de la lechuga evaluados parecerían ser los más promisorios en cuanto a valor nutritivo integral se refiere, además de ser un producto altamente apetecido por todo tipo de ganado. En efecto, los tallos del residuo del cultivo de la lechuga, variedad Milanese, presentaron el valor proteico más alto, alcanzando al 23,57%.

En cuanto a digestibilidad, los bajos contenidos de fibra detergente neutro (32.59%) del pepino, hicieron que ésta se elevara sobre el 85%, tanto de la materia seca como de la materia orgánica.

Palabras claves:

- Residuos hortícolas

- Valor nutritivo
- Degradabilidad
- Rumiante

“ABSTRACT”

The present work was planned in order to quantify the residual aerial biomass and nutritive value of different components of five vegetable species, including corn (Zea mays), melon (Cucumis melo), tomato (Lycopersicon esculentum), cucumber (Cucumis sativus) and lettuce (Lactuca sativa), considering two varieties of each specie concern, growing in different locations from the Metropolitan Region and Sixth Region.

Their main scope was to determine the possibilities of using these raw residues in animal feed, as an alternative to traditional products, such as forage, natural and cultivated pasture.

As result of the experiment, positive factors should be considered: marginal cost; comparable nutritive value with traditional forages, like alfalfa; satisfactory yield; acceptable digestibility; and feasibility to establish an operational scheme to improve harvest methods.

Recognized international laboratory test were used to get gross energy, humidity, ashes, organic material, total nitrogen, cell wall, lignin and enzymatic digestibility. As well the residual aerial biomass evaluation was also determined as raw and dried material by hectare, considering individually, their different components.

Regarding residual production, as raw material by hectare unit, the largest was obtained from fruits tomato Carmelo variety, reaching 163,493 kg/ha; follows by cucumber

residue, melon and finally lettuce, France variety, with 5,914 Kg/ha. The best dry matter content value, was obtained in corn, Jacques 7790 cultivar, reaching 17,038 Kg/ha, followed by tomato, cucumber, melon and lettuce.

Compared with traditional forage used in animal feed, promissory nutritive values were obtained from several species included in the study.

In effect, fruits protein content of tomato, melon and cucumber reached in average 16%, stands out tomato, Mentado Duque variety, with a 21%.

The evaluation of both lettuce cultivars should be considered as the most promissory residual in terms of total nutritive value, beside its high palatability condition. It is remarkable the highest protein value reached by Milanesa cultivar.

In terms of digestibility the low cucumber neutral detergent fiber content (32.59%), gave as result to increase that value to over 85%, for either raw or dried material.

.
“Key words”:

- Horticultural residues
- Nutritional value
- Degradability
- Ruminant

INTRODUCCION

La actividad agrícola ha tenido un incremento sostenido en los últimos años, especialmente el rubro hortícola y de chacarería. Estos rubros han incrementado su superficie y rendimiento tanto bajo condiciones tradicionales como de invernadero. Esto ha incidido en un aumento considerable de la biomasa. De esta biomasa, el hombre sólo utiliza un porcentaje que no supera el 25 a 30 por ciento; el resto, integrado por residuos vegetales o rastrojos remanentes después de la cosecha, constituyen generalmente un problema para el agricultor, ya que deben ser extraídos del campo o incorporados como abono orgánico, y sólo en una menor proporción se utilizan en procesos productivos con animales.

En la actualidad es creciente el interés por el aprovechamiento integral de esta biomasa residual, especialmente por aquella que puede destinarse a la alimentación animal. En efecto los sistemas de producción están ahora encaminados al uso de raciones complejas, reemplazando en forma total o parcial el aporte nutritivo que tradicionalmente originaba la pradera. Esto permite la entrada de nuevas fuentes de nutrientes compatibles con el aumento de la productividad ganadera.

A la fecha existen numerosos estudios realizados en el país sobre las características nutricionales y limitaciones en el uso de algunos subproductos, tales como aquellos derivados de la industria de oleaginosas, industria molinera y de la remolacha azucarera. Sin embargo, existe una gran variedad de otros subproductos y residuos que en su mayoría

no derivan del procesamiento industrial sino que provienen de cultivos hortícolas y de chacarería y de los cuales se cuenta con muy poca información respecto de su valor nutritivo, de la acción fermentativa de los microorganismos ruminales y de las limitantes que puedan presentar para su uso en la alimentación animal.

Sobre la base de estos antecedentes, se ha planteado la siguiente hipótesis:

- Los residuos de los cultivos de la lechuga, melón, tomate, pepino y maíz, pueden constituir recursos alimenticios de valor nutritivo y disponibilidad suficientes como para ser incorporados en dietas de animales rumiantes.

En el presente estudio se plantearon los siguientes objetivos:

- Cuantificar la producción de biomasa aérea residual potencialmente disponible por hectárea, de los residuos dejados por los cultivos de lechuga (Lactuca sativa), melón (Cucumis melo), pepino (Cucumis sativus), maíz (Zea mays) y tomate (Lycopersicum esculentum).
- Conocer el valor nutritivo de cada componente de los residuos hortícolas anteriormente mencionados.
- Establecer las curvas de degradación ruminal y degradabilidad de los diferentes componentes del residuo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen de los residuos hortícolas

Todo cultivo, sea éste anual o perenne, deja además del producto principal, uno o más productos secundarios, que al no tener un uso alternativo directo o un valor de demanda, se incorpora en la categoría de desecho o residuo agrícola. (Manterola, 1980). Cuando por el avance tecnológico, derivado de la investigación, se le encuentra una aplicación en cualquier campo productivo, sea en la misma agricultura, en la ganadería o en la industria, su utilización se hace económica y pasa a denominarse "subproducto". Estos son definidos por Nicholson (1984) como alimentos de oportunidad, ya que su uso en alimentación animal representa la oportunidad de reducir costos, y para quienes los generan la oportunidad de obviar los gastos de su eliminación.

2.2. Superficie hortícola nacional

La producción chilena hortícola ocupa anualmente unas 120.000 hectáreas, con una producción cercana a 3 millones de toneladas. Alrededor del 30% de la producción hortícola en Chile es destinada al mercado externo, ya sea como producto en fresco, semillas o procesado.

La producción de hortalizas en el país creció en forma importante entre los años 1988 y 2000, incrementándose en este periodo la superficie en un 19% y la producción en un 54%. Sin embargo se advierte una ligera disminución de la superficie cultivada en el periodo 2001 – 2006, alcanzando solo a 95.000 ha. (ODEPA 2008). (Cuadro 1)

Como las especies hortícolas son en su mayoría altamente perecibles, su cultivo se concentra principalmente en las zonas cercanas a las áreas urbanas centrales, coincidiendo con la mayor concentración de la población nacional. Por esto en la distribución regional de dicha superficie se destaca la concentración geográfica en las Regiones IV (12 %), V (11 %), Metropolitana (26 %), VI (14%) y VII (12 %), las que en conjunto representan el 75 por ciento de la superficie hortícola nacional. (Figura 1).

En el cuadro que a continuación se incluye, se indica la superficie de hortalizas por región, considerando cultivos al aire libre y bajo invernadero, para el año agrícola 2006 - 2007

Cuadro 1. Distribución de la Superficie Hortícola por Región (ha)

REGIÓN	Sistema de cultivo		
	Superficie	Al aire libre	En invernadero
	total (ha)	Superficie (ha)	Superficie (ha)
Total país	95.193,87	93.615,66	1.578,21
I de Tarapacá	583,05	582,51	0,54
II de Antofagasta	349,71	349,03	0,68
III de Atacama	1.651,95	1.580,00	71,95
IV de Coquimbo	11.398,55	11.293,46	105,09
V de Valparaíso	10.190,76	9.303,94	886,82
VI de O'Higgins	13.086,30	12.976,20	110,10
VII del Maule	11.707,75	11.511,34	196,41
VIII del Bío-Bío	9.378,16	9.351,33	26,83

IX de La Araucanía	4.526,04	4.488,90	37,14
X de Los Lagos	2.273,91	2.256,65	17,26
XI Aysen	155,43	140,01	15,42
XII de Magallanes y Antártica	83,97	64,72	19,25
Región Metropolitana de Santiago	24.989,20	24.931,75	57,45
XIV de Los Ríos	1.727,44	1.717,65	9,79
XV de Arica y Parinacota	3.091,65	3.068,17	23,48

Fuente: ODEPA 2006/07

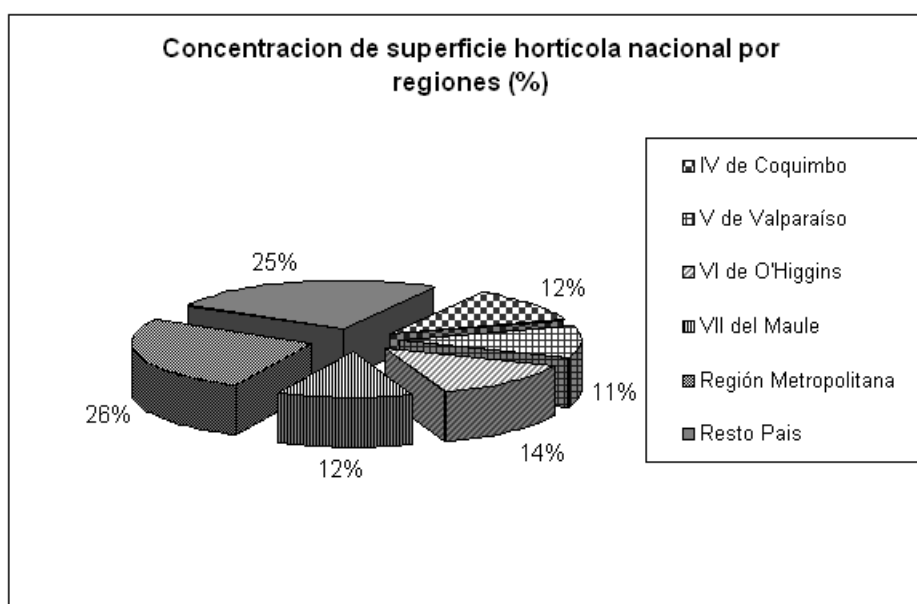


Figura 1. Concentración de superficie hortícola nacional por regiones. (%)

Especie	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2002/03	2003/04
Choclo	11.719	13.540	13.581	13.277	12.301	12.350	13.691	12.626	12.488	12.500	12.500
Lechuga	3.057	3.003	4.772	4.755	4.209	4.664	5.992	5.991	6.103	6.200	6.500
Melón	4.510	3.335	5.340	5.480	5.141	3.756	3.859	3.733	3.775	3.400	3.600
Pepino ensalada	986	1.128	939	1.008	953	493	679	639	621		
Tomate	19.491	17.623	21.427	22.914	21.732	17.570	18.879	20.391	21.756	18.500	17.900
Total superficie	39.763	38.629	46.059	47.434	44.336	38.832	43.100	43.379	44.743	40.600	40.500

En el cuadro siguiente (Cuadro 2) se incluye la evolución que ha tenido la superficie de los cultivos bajo estudio, entre los años agrícolas 1991/92 y 2003/04.

Cuadro 2. Evolución de la superficie nacional cultivada de las especies en estudio (ha)

La búsqueda de rubros de mayor rentabilidad, así como el desarrollo de la agroindustria y el crecimiento de las exportaciones, son los principales factores que han contribuido a este crecimiento.

La mayor oferta de productos, el creciente número de empresas agrícolas que se dedican a estos productos y la fuerte incorporación de los supermercados en la distribución de hortalizas, han provocado cambios en la producción y comercialización.

La incorporación de tecnología, la reducción de costos y la incorporación de valor agregado a la producción son factores claves en el desarrollo actual del sector. A esto se debe agregar, desde un punto de vista estratégico, la búsqueda de nuevos mercados que permitan una expansión del sector más allá del mercado interno.

En este sentido es importante considerar que el 45% de la producción hortícola es desarrollada por pequeños agricultores, lo que hace necesario reforzar y crear nuevos instrumentos que permitan incorporar a estos productores en un proceso de modernización en la forma de producir y comercializar hortalizas.

Las especies más comunes de hortalizas cultivadas no han variado en forma significativa desde la década del setenta, debido a que gran parte de la producción continúa siendo destinada al mercado interno. Entre estas hortalizas se destacan por su superficie sembrada mayor a 3 mil ha en 2006/07: choclo, lechuga, tomate, zapallo de guarda, alcachofa, cebolla de guarda, zanahoria y melón. (ODEPA, 2007).

Se advierte de que cuatro de las cinco especies en estudio están en este nivel de superficie, haciendo excepción solo el pepino de ensalada que solo alcanza a una superficie media de 843 ha (Cuadro 2).

2.3. Producción de biomasa de los residuos

Del total potencial de residuos disponibles entre la IV y la VII regiones, el 26 % se produce en la Región Metropolitana, un 14 % en la VI Región y un 12 % tanto en la IV como en la VI Región. De estos antecedentes, se desprende que el mayor porcentaje de los residuos de cultivos de chacarería se producen en las regiones indicadas, debido por una parte a la mayor superficie destinada a este rubro y por otra parte a que el cultivo principal es el maíz, que genera mayor cantidad de biomasa residual que los demás cultivos.

Estos residuos se generan en los sectores agrícolas relativamente cercanos a los centros urbanos, lo cual reduce los costos de transporte y obvia el factor percibibilidad por el alto contenido de humedad que ellos contienen.

En el cultivo del maíz, se obtiene una proporción mayor de desecho, puesto que además de la caña y hojas que poseen un peso apreciable, se produce la coronta. En este cultivo se pueden obtener entre 20 a 40 toneladas de residuo seco por hectárea. (Manterola, 1980). Al respecto otros autores señalan que se podría mantener un bovino de carne

alrededor de 80 días en 0,9 hectáreas de rastrojo de maíz. (Vetter y Boehlje, 1978; Ward, 1978, citados por Wedin, 1985).

En estudios realizados por Moreno (1988), en que determinó la biomasa generada por algunos cultivos hortícolas, dio como resultado que el tomate, cultivado bajo condiciones de invernadero, genera 7.600 kg de materia seca por hectárea (MS/ha), cifra que concuerda con las obtenidas por Boza et al. (1985), que determinaron una producción de 8.000 kg de materia seca por hectárea. Estos valores aumentan cuando se trata de cultivos de tomate al aire libre (ciclo largo), alcanzando valores de 11.800 kg de MS/ha. (Moreno, 1988).

El residuo generado en el cultivo de melones alcanza cifras de 8.800 kg de MS/ha en invernadero (Moreno, 1988), en tanto que al aire libre éste disminuye a 5.700 kg de MS/ha (Escandón, 1983).

La cantidad de residuo, en el caso de la especie pepino, en general es menor, fluctuando entre 2.600 y 4.400 kg de MS/ha, tanto para cultivos al aire libre como bajo invernadero. (Moreno, 1988; Escandón, 1983).

Otro autores han medido producciones de 5.000 a 7.000 kg MS/ha. En desechos de cultivos de acelga; 10.000 a 12.000 kg. MS/ha en zapallos de guarda (incluido frutos de rechazo) y 12.000 a 15.000 kg. MS/ha en alcachofas, incluidas las cabezas de rechazo.

2.4. Valor nutritivo de los residuos

El conocimiento del valor nutritivo de estos recursos es de vital interés para que puedan ser incorporados a dietas integradas y representativas de situaciones reales. Esto es muy complejo debido a que la composición de los subproductos es muy variada y la calidad biológica de sus nutrientes está condicionada a las diversas tecnologías empleadas en los procesos a los que se someten. (Boza y col., 1974; citado por Boza y Ferrando, 1989). Para ello, así como para incorporarse a formar parte de dietas prácticas, especialmente destinadas a rumiantes, es necesario conocer su composición química bromatológica, su valor nutritivo, como así también la degradabilidad de la materia orgánica de los componentes nitrogenados en el rumen. Se trata de recursos poco convencionales, como son en general los subproductos. Según Fernández (1984), citado por Boza y Ferrando (1989), el estudio de los subproductos dentro de la alimentación animal exige desde el punto de vista práctico, analizar su comportamiento como parte integrante de la ración total y conocer para cada uno los niveles máximos de incorporación a las raciones.

Estos residuos están constituidos por la planta completa en estado fenológico vegetativo o por parte de las estructuras aéreas, dependiendo del tipo de cultivo que se trate. Es posible encontrar hojas, tallos, frutos de desecho, inflorescencias y otros en proporciones muy variables que impiden que su valor nutritivo sea relativamente constante.

No obstante el valor nutritivo de la mayor parte de estos residuos es elevado debido a que la cosecha del producto se realiza en un estado fenológico temprano de la planta, con una alta concentración de nutrientes en las estructuras foliares y tallos, bajo porcentaje de pared celular y por lo tanto alta digestibilidad. Estas características permiten que estos residuos sean de un alto valor forrajero.

2.4.1. Residuo del cultivo de la lechuga

Bath (1980), señala que el valor nutritivo de la lechuga depende del contenido de agua, indicando valores de 93 % de humedad y 10 % de proteína bruta. Por su parte Escandón (1983) señala valores de 20 a 25% de proteína bruta por kilogramo de materia seca, mientras que Wernli (1982) indica un valor de 22%. Bath (1980) indica una ganancia de peso de 460 g/día en ganado alimentado con residuos de lechuga, aumentando ésta cuando se agrega heno y granos, siendo aún mayor cuando se agrega un suplemento proteico.

Los valores de energía neta para mantención, lactancia e incremento de peso, señalados por Wernli (1982), son inferiores a los citados por Latin American Tables of Feed Composition (1974) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valor nutritivo para el cultivo de la lechuga (Base 100% MS)

	1	2	3	4
MS (%)	8.70	7.00		5.00
MO (%)	88.50			84.80
Cenizas (%)	11.50			14.00
FC (%)	12.60			11.20
FDA (%)				14.00
Proteína (%)	13.80	10.00	20 - 25	22.00
ED (Mcal/kg)	3.57			
EM (Mcal/kg)	2.93			
ENm (Mcal/kg)	1.89			1.036

ENg (Mcal/kg)	1.26			0.331
ENI (Mcal/kg)	2.07			1.124

1 Latin American Table of Feed Composition (1974).

2 Bath (1980).

3 Escandón (1983).

4 Wernli (1982).

2.4.2. Residuo del cultivo del maíz

En estudios realizados por Silva (1987), se determinó que la planta de maíz dulce contiene un 11,8% de proteína bruta. Sin embargo, el contenido de proteína bruta de los diferentes componentes varía notablemente: tallos 3,6% ; corontas 3,0% ; hojas 10,9% ; chalas 9,4% (Latin American Tables of Feed Composition , 1974; Cuadro 3). Por su parte Wernli (1982) obtuvo un 5,8% de proteína bruta para el rastrojo del mismo cultivo.

El contenido energético de este residuo es más constante, con valores que fluctúan en alrededor de 1,10 Mcal/kg para energía neta de mantención; 0,5 Mcal/kg para incremento de peso y 1,25 Mcal/kg para lactancia. (Latin American Tables of Feed Composition, 1974). El contenido de materia seca del residuo de maíz choclero es de un 25,7% (Silva, 1987); en el caso de maíz para grano, el contenido de materia seca aumenta a valores que fluctúan entre 85% y 90% (Latin American Tables of Feed Composition, 1974). (Cuadro 4)

Cuadro 4. Valor nutritivo para el cultivo del maíz. (Base 100% MS).

	Hojas	Tallos	Chalas	Corontas	Planta choclero	Coronta Molida	Rastrojo
	1	1	1	1	2	3	3
MS (%)	88.60	83.20	89.10	90.40	25.70	90.00	90.00
MO (%)	89.40	92.80	92.90	98.10	84.30	98.20	94.20
Cenizas (%)	10.50	7.20	7.10	3.40	29.70	1.80	5.80
PC (%)	10.90	3.60	9.40	3.00	11.80	2.80	5.90
FC (%)	28.10	47.70	24.80	34.60		35.00	37.10
FDN (%)					48.00	44.00	46.00
FDA (%)					30.50		
Hemicel.(%)					17.50		
Celulosa (%)					22.60		
Lignina (%)					7.90		
ED (Mcal/kg)	2.49	2.17	2.77	2.43		1.01	1.05
EM (Mcal/kg)	2.04	1.78	2.27	2.00		0.15	0.33
ENm (Mcal/kg)	1.21	1.05	1.35	1.18		1.03	1.10
ENg (Mcal/kg)	0.54	0.24	0.75	0.48			
ENI (Mcal/kg)	1.23	0.98	1.45	1.18			

1 Latin American Table of Feed Composition (1974).

2 Silva (1987).

3 Wernli (1982).

2.4.3. Residuo del cultivo del melón

Los residuos de melón se caracterizan por tener un contenido de proteína bruta apreciable, pero variable. Así por ejemplo, Escandón (1983) cita valores que fluctúan entre 7 y 21%. Moreno (1988), para el mismo residuo, indica valores de digestibilidad moderados tanto para materia seca como para materia orgánica. Según Escandón (1983) estos valores son del orden del 60%.

Los valores de energía neta para mantención, incremento de peso y lactancia son de 1,39 , 0,80 y 1,49 Mcal/kg respectivamente. (Latin American Table of Feed Composition, 1974; Cuadro 5). Estos valores coinciden con los citados por Escandón (1983) y Wernli (1982).

Cuadro 5. Valor nutritivo para el cultivo del Melón. (Base 100% MS)

	1	2
MS (%)	8.00	10.00
MO (%)	93.80	93.40
Cenizas (%)	6.30	6.60
FC (%)	5.00	20.60
FDA (%)		36.00
Proteína (%)	6.30	20.00
ED (Mcal/kg)	2.83	
EM (Mcal/kg)	2.32	

ENm (Mcal/kg)	1.39	1.49
ENg (Mcal/kg)	0.80	0.81
ENl (Mcal/kg)	1.49	1.49

1 Latin American Table of Feed Composition (1974)

2 Wernli (1982)

En general los valores de fibra cruda para todos estos residuos son moderados, variando entre 11 y 15% (Escandón, 1983; Moreno, 1988). Estos valores aumentan para el caso del maíz para grano a 40% (Latin American Table of Feed Composition, 1974).

Boza y Ferrando (1989), señalan en general que estos residuos, dada su composición, ingesta voluntaria, digestibilidad y valor energético, pueden ser considerados como forrajes de mediana calidad.

Al respecto, Blair (1974) indica que muchos residuos poseen un valor nutritivo que puede ser aprovechado por los animales y que su inclusión en las dietas puede reducir el costo de alimentación, junto con mejorar el sistema productivo.

2.4.4. Residuo del cultivo del pepino

Para el residuo de esta especie Moreno (1988) destaca el bajo contenido de proteína bruta de los frutos. Señala además que el contenido de proteína bruta del follaje es similar al de la harina de alfalfa. Escandón (1983) señala valores de 7% de proteína bruta para los

frutos y 17% para el follaje. Indica además un coeficiente de digestibilidad próximo al 60% para la materia seca y materia orgánica. En cuanto al contenido energético, se señalan valores de 1.28 y 1.35 Mcal/kg para energía neta de mantención e incremento de peso respectivamente (Latin American Table of Feed Composition, 1974)(Cuadro 6).

Cuadro 6. Valor nutritivo del residuo del cultivo del pepino. (Base 100% MS).

	Frutos		Plantas	
	1	3	2	3
MS (%)	4.00		7.60	
MO (%)	90.00		71.00	
Cenizas (%)	10.00		29.00	
FC (%)	10.00			
FDA (%)			29.50	
FDN (%)			30.40	
Hemicelulosa (%)			0.90	
Celulosa (%)			25.40	
Lignina (%)			4.10	
Proteína (%)	17.50	7.00	17.20	17.00
ED (Mcal/kg)	2.64			
EM (Mcal/kg)	2.17			

ENm (Mcal/kg)	1.28			
ENg (Mcal/kg)	0.65			
ENI (Mcal/kg)	1.35			

1 Latin American table of Feed Composition (1974).

2 Silva (1987).

3 Escandón (1983).

2.4.5. Residuo del cultivo del tomate

En los residuos y subproductos del tomate se destaca el alto contenido de proteína bruta. Escandón (1983) señala valores para la planta (hojas y tallos) superiores al 11%, mientras que para los frutos el contenido de proteína bruta se eleva a valores que fluctúan entre un 15 y 20%. Por su parte Wernli (1982), determinó valores de 26% de proteína bruta para la planta. Por otra parte Moreno (1988) destaca el alto contenido de cenizas, además de la baja ingestión voluntaria de materia seca y materia orgánica, lo que limita su uso en estados fisiológicos de altos requerimientos. Latin American Table of Feed Composition (1974) señala valores de energía neta para incremento de peso de 0,33 Mcal/kg, elevándose a 1,05 Mcal/kg para energía neta de lactancia. Estos valores se aproximan bastante a los citados por Wernli (1982) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Valor nutritivo para el cultivo del tomate.(Base 100% MS)

	Frutos	Plantas

	1	2	3	2	3
MS (%)	6.30		6.00		14.00
MO (%)	91.20				73.74
Cenizas (%)	8.80				26.26
FC (%)	13.60		9.10		15.40
FDA (%)			11.00		19.00
Proteína (%)	15.20	15 - 20	16.00	11.00	26.40
ED (Mcal/kg)	2.62				
EM (Mcal/kg)	2.93				
ENm (Mcal/kg)	1.27		1.54		0.94
ENg (Mcal/kg)	0.64		0.94		0.19
ENI (Mcal/kg)	1.33		1.56		1.03

1 Latin American Table of Feed Composition (1974).

2 Escandón (1983).

3 Wernli (1982).

2.5. Posibilidades de utilización de los residuos en producción animal

Actualmente los residuos de cultivos hortícolas son utilizados ocasionalmente en forma directa por el ganado que circunda las áreas de producción, sin existir una ganadería estructurada que permita aprovechar este alimento en forma racional.

La posible utilización en ganadería de estas nuevas fuentes de alimento, está determinada por distintos factores. Entre éstos se destacan la disponibilidad de información sobre su composición y valor nutritivo, conocimiento de la posible variación de su composición, estabilidad del producto, cantidad y tiempo para su empleo y problemas asociados a su manejo, transporte y procesamiento.

El principal problema para el uso de dichos productos radica en su recolección, aún cuando diversos autores sostienen que ya sea el uso directo o su recolección con "chopper" eliminan esta limitación. (Wedin y Klopfenstein, 1985).

Al respecto, Moreno (1988) señala que la recolección de los residuos es la principal dificultad debido a su dispersión, a que se encuentran en pequeñas cantidades y al costo de operación. Sin embargo, en nuestro país es necesario estudiar este aspecto ya que tiene alta incidencia en los costos de obtención. Otro factor a considerar es su alto contenido de humedad (Moreno, 1988).

El problema que se presenta para el uso directo de estos residuos por los animales, deriva del hecho que estos cultivos muchas veces están sometidos a condiciones intensivas de rotación cultural, lo que no permite la introducción de animales, ya que implicaría retrasar el establecimiento del cultivo siguiente.

Dado que la producción de estos cultivos está concentrada en determinados períodos del año, una posibilidad de conservación es el ensilado, el cual permitiría conservarlos en forma adecuada para períodos críticos y así eliminar algunas sustancias que producen olores y sabores desagradables (Preston, 1986).

Otra alternativa es su recolección, traslado al lugar de procesamiento (industria de alimentos animales), y su peletización. Dadas estas limitaciones su mayor posibilidad de uso es en engorda de novillos o en lecherías cercanas a los centros de producción hortícola, los que habitualmente se sitúan alrededor de los centros urbanos.

Otra alternativa es su uso en explotaciones caprinas, las que sufren períodos muy críticos a lo largo del año, especialmente en las zonas áridas, en que hay grandes superficies destinadas a la horticultura, especialmente en condiciones de invernadero.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

Para la cuantificación de la biomasa aérea residual y determinación de su valor nutritivo se utilizaron muestras de residuos hortícolas recolectados en diferentes localidades de la Región Metropolitana y V Región. Los residuos fueron originados de cultivos de maíz (Zea mays), melón (Cucumis melo), tomate (Lycopersicum esculentum), lechuga (Lactuca sativa) y pepino (Cucumis sativus); considerando, dos variedades de una misma localidad o una misma variedad de dos localidades diferentes. (Cuadro 8).

Cuadro 8. Variedades y localidades de los cultivos estudiados.

Cultivo	Variedad	Localidad
Tomate	Carmelo	Olmué (V Región)
	Mentado Duque	Puangué (Región Metropolitana)
Melón	Cantaloupe	Quilapilún (V Región)
	Honey Dew	Quilapilún (V Región)
Lechuga	Milanesa	Puangué (R. Metropolitana)
	Francesa (Costina)	Puangué (R. Metropolitana)
Pepino	Marketer	Puangué (R. Metropolitana)
	Encore	Olmué (V Región)
Maiz	Jacques 7790	Pirque (R. Metropolitana)
	Camelia	Chiñihue (R. Metropolitana)

Para la determinación de la degradabilidad se utilizaron ocho capones ovinos fistulados en el rumen, con cánula de 40 mm de diámetro y bolsas de nylon raquelado de 10 por 8 cm.

Para la determinación de los componentes nutritivos y estimación de la degradabilidad se utilizó el instrumental del laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile.

3.2. Métodos

Para estimar la producción de biomasa aérea residual por hectárea, se realizaron muestreos al azar de cada cultivar, utilizando el método del cuadrante (0,5 x 0,5 m) o el recuento por hilera, considerando un espacio de 1 m lineal. El método empleado dependió del tipo de siembra de cada cultivo. Con el fin de disminuir el error de muestreo se tomaron tres submuestras de cada cultivar, con las cuales se obtuvo un promedio, cuantificando así la producción de biomasa residual en términos de materia verde total y de cada componente. Se consideró hojas, tallos y/o frutos según la especie.

En el laboratorio se homogenizaron las submuestras de cada cultivar, separando posteriormente los diferentes componentes del residuo (hojas, tallos y frutos).

Los componentes de cada muestra colectada fueron secadas en estufa de aire forzado a 60 °C, para su posterior análisis.

3.2.1. Determinaciones

A cada muestra, por duplicado, se le determinó:

- Energía Bruta, mediante bomba calorimétrica.
- Contenido de humedad, mediante secado en estufa a 105°C, hasta peso constante. (Van Es y Van der Meer, 1980).
- Contenido de cenizas y de materia orgánica (MO) mediante incineración a 550°C durante 3 horas. (Van Es y Van der Meer, 1980).
- Contenido de nitrógeno total por el método de Microkjeldahl. (AOAC, 1960).
- Contenido de pared celular por medio del método de fibra detergente neutro. (Van Soest, 1963).
- Contenido de lignina, utilizando la técnica de lignina - ácido detergente, mediante el método del permanganato, descrito por Van Soest (1967).
- Digestibilidad enzimática, mediante el método de solubilidad enzimática modificado por Cerda et al (1987).
- Tasa de degradación y degradabilidad de la proteína y pared celular de cada uno de los componentes, mediante el uso de la técnica de la bolsa de nylon. (Orskov y Mc Donald, 1979).

Para la determinación de la degradabilidad, los ovinos recibieron como dieta base heno de alfalfa de tercer corte. Cada muestra se incubó en dos animales diferentes, considerando a cada animal como una repetición. En cada animal se incubaron 8 bolsas, cada una de las cuales fue retirada en un tiempo determinado: 0, 2, 4, 6, 12, 24 y 48 h.

La relación entre cantidad de muestra y tamaño de la bolsa fue de 0,250 g/cm lineal. (Cerde et al, 1987).

Con los valores obtenidos en los diferentes tiempos de incubación, se construyeron curvas de degradación para cada componente del residuo, mediante ecuaciones de regresión entre el porcentaje de MS, nitrógeno y pared celular perdido de la bolsa y el tiempo de incubación.

Los resultados obtenidos en cada tiempo de incubación se ajustaron a la ecuación descrita por Orskov y Mc Donald (1979) :

$$P = a + b (1 - e^{-ct}) \quad (\text{Ec.1})$$

Donde:

P = degradación real después de un tiempo "t",

a = intersección de la curva de degradación en tiempo cero,

b = potencial de degradabilidad del componente el cual se degradará cuando el tiempo no sea limitado, y

c = constante para la tasa de degradación de "b".

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Residuo del cultivo de la lechuga

4.1.1. Altura del residuo

Los residuos de lechuga alcanzaron, en promedio una altura de 15,5 cm para la variedad Milanesa y de 21 cm para la variedad Francesa. Pese a que la altura del residuo permitiría en muchos casos una recolección con "chopper", habría que analizar necesariamente el factor económico, puesto que las lechugas remanentes quedan en la mayoría de los casos bastante dispersas en el potrero. (Cuadro 9)

Cuadro 9. Altura del residuo.

Residuo	Variedad	Altura (cm)	Largo de las guías (cm)
Lechuga	Milanesa	15.5	-----
	Francesa	21	-----

4.1.2. Disponibilidad del residuo

De todos los residuos evaluados en este estudio, el de la lechuga (ambas variedades), fue el que presentó la menor disponibilidad, tanto de materia seca, como de materia verde por hectárea.

Cuadro 10. Producción de residuo del cultivo de la lechuga.

Variedad	Componente	kg MS/ha.	kg MV/ha.	% MS
Milanesa	Hojas	395,80	6.847,65	5,78
	Tallos	91,60	1.411,40	6,49
	Total	487,40	8.259,05	5,90
Francesa	Hojas	887,50	3.081,60	28,80
	Tallos	508,30	2.83,33	17,94
	Total	1.395,80	5.914,93	23,59

Para la variedad milanesa los valores alcanzaron aproximadamente 8.260 kg de MV/ha, los que equivalen a 487,40 kg de MS/ha. (Cuadro 10).

De los dos componentes de este residuo (hojas y tallos), las hojas fueron las que aportaron la mayor cantidad de biomasa aérea residual con un 81% del total de MS (Figura 2).

Figura 2. Producción de residuo del cultivo de la lechuga. (kg MS/ha)

Los valores obtenidos para la variedad Francesa, fueron más altos que en la variedad Milanesa, en términos de MS, alcanzando 1.395,8 kg/ha. En materia verde, sólo alcanzó a 5.914 kg/ha, siendo esta cifra un 28 % inferior a lo aportado por la variedad Milanesa. Esto se debe a la gran diferencia que presentaron en el porcentaje de materia seca, siendo éste un 23,6 % para la variedad Francesa y de 5,9 % para la variedad Milanesa, cifra que se aproxima bastante a la citada por Bath (1980).

4.1.3. Valor nutritivo del residuo

Los residuos de los dos cultivares de lechuga evaluados, parecerían ser los más promisorios en cuanto al valor nutritivo se refiere, además de ser un producto altamente apetecido por todo tipo de ganado. (Cuadro 11)

De los dos residuos, se destaca el de la variedad Milanese por su altísimo contenido de proteína, alcanzando un promedio ponderado de 22,25% , mientras que para la variedad Francesa el valor fue de 12,87% , presentando los dos componentes de estos residuos (hojas y tallos) contenidos proteicos bastante similares (Figura 3). Escandón (1983) y Wernli (1982) citan valores de proteína bastante elevados, fluctuando entre un 20% y 25%, valores que concuerdan con los obtenidos en este trabajo para el residuo de la variedad Milanese. Sin embargo, Bath (1980), menciona contenidos proteicos próximos al 10% y el Latin American Table of Feed Composition (1974) de un 13,8%, valores que se aproximarían más a los obtenidos en el residuo de la variedad Francesa.

Figura 3. Contenido de proteína de los componentes del residuo del cultivo de la lechuga (%).

Cuadro 11. Composición química y digestibilidad de los componentes del residuo del cultivo de la lechuga.

Variedad	Comp.	MS (%)	MO (%)	Prot. (%)	FDN (%)	FDA (%)	DAMS (%)	DAMO (%)	Cel. (%)	Hemic. (%)	Lig. (%)	Cen. (%)	Sílice (%)	E.B. Kcal/g	E. D. Kcal/g	E. M. Kcal/g
Milanesa	Hojas	97.41	75.01	21.95	34.95	30.15	84.06	84.20	17.21	4.79	9.00	3.94	2.73	3.53	2.97	2.43
	Tallos	96.23	81.35	23.57	32.25	25.79	87.13	86.23	17.14	6.45	7.88	0.77	----	3.69	3.21	2.63
	Promedio	97.18	76.21	22.25	34.43	29.32	84.64	84.58	17.19	5.10	8.78	3.33	2.22	3.56	3.01	2.46
Francesa	Hojas	97.93	78.65	12.82	31.81	27.95	81.81	85.76	12.38	3.86	8.07	7.51	5.91	3.33	2.72	2.23
	Tallos	96.04	90.80	12.79	32.69	25.90	81.78	83.72	17.18	6.80	7.89	0.82	----	4.07	3.33	2.73
	Promedio	97.24	83.02	12.87	32.12	27.21	81.83	85.02	14.33	4.91	8.00	5.1	3.78	3.59	2.93	2.41

En cuanto al porcentaje de fibra detergente ácido que presentaron ambos residuos, éstos fueron relativamente similares. Lo mismo ocurrió con los contenidos de hemicelulosa y lignina (Cuadro 11), siendo este residuo uno de los que tuvo el menor contenido de lignina, situación que lo favorece, puesto que este elemento se considera prácticamente indigestible y no se considera como sustrato alimenticio útil para los rumiantes (Riveros, 1986).

Dado que estos residuos presentaron valores bajos en el contenido de pared celular, (Figura 4) es fácil de explicar que el residuo tuviera valores de digestibilidad altos de la materia seca, materia orgánica, así como del contenido de proteína (Pulli, 1976). Los valores ponderados de digestibilidad aparente de la materia seca y materia orgánica, para la variedad Milanese, fueron de 84,64% y 84,58% respectivamente; en tanto que para la variedad Francesa estos valores fueron de 81,83% y 85,02%, respectivamente. Siendo los tallos del primer residuo los que alcanzaron los valores más altos, llegando a una DAMS de un 87,13% y a una DAMO de un 86,23%.

Figura 4. Contenido de FDN de los componentes del residuo del cultivo de lechuga (%).

Los contenidos de energía bruta no fueron de los más altos, llegando sólo a 3,36 Mcal/kg para el residuo de la variedad Milanese y a 3,59 Mcal/kg para la variedad

Francesa. Pese a esto, los valores de energía digestible fueron los más altos de todos los residuos evaluados en este estudio, alcanzando a 3,01 Mcal/kg y a 2,93 Mcal/kg, respectivamente; esto debido a la alta DAMO (Demarquilly y Jarrige, 1981, citados por Riveros, 1986).

Los contenidos de cenizas fueron relativamente bajos en relación con los obtenidos en los otros residuos, alcanzando a un 3,33% para el residuo de la variedad Milanese y a un 5,10% para el otro residuo. De los componentes de ambos residuos, las hojas presentaron contenidos de cenizas más altos, especialmente el residuo de la variedad Francesa, llegando a un 7,51%. Se destaca el contenido de sílice en las hojas de ambos residuos, lo que estaría produciendo una disminución en la DAMS en por lo menos 3 unidades por cada unidad de sílice (Van Soest y Jones, 1968).

4. Degradabilidad del residuo

Al analizar las curvas de degradabilidad se observa que en la variedad Milanese (Figura 5) la MS presenta una curva de degradación cuyo intercepto se produce en el nivel de 6%, alcanzando la asíntota a las 30h con un 25% de degradación.

En el caso de la proteína bruta la degradación presenta el intercepto a nivel de 18%, para luego describir una curva con una pendiente similar a la descrita para la MS, la que alcanza la estabilización a las 35h, con 32% de degradación lo que indica que un porcentaje de esta proteína se solubiliza rápidamente, pero la mayor parte se degrada lentamente.

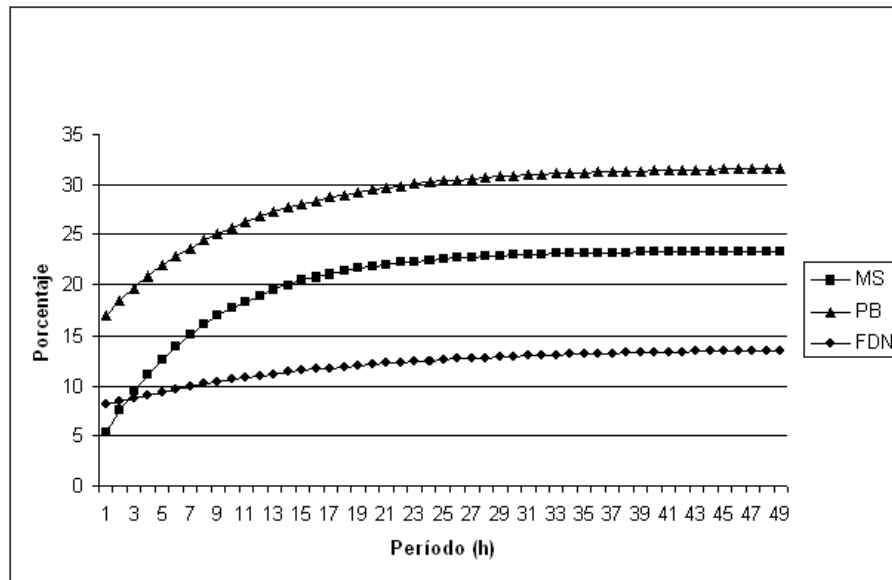


Figura 5. Degradabilidad de la MS, PB y FDN en residuo de lechuga variedad Milanesa.

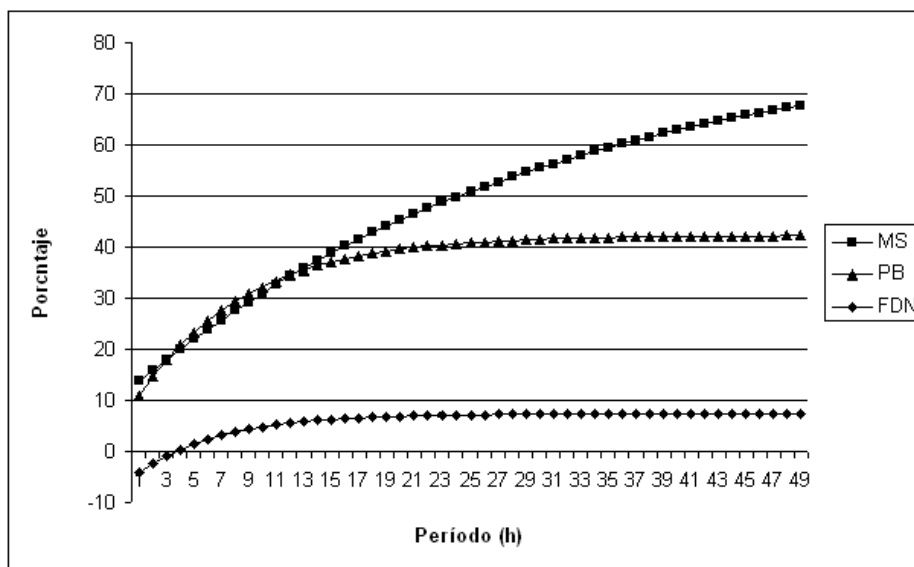


Figura 6. Degradabilidad de la MS, PB y FDN en residuo de lechuga variedad Costina.

Esta similitud entre las dos curvas permite suponer que la liberación de la energía y la disponibilidad de nitrógeno se producen en forma simultánea, lo cual promueve un mejor aprovechamiento de ambos.

En la variedad de verano (Costina) las curvas presentan un comportamiento diferente a las descritas anteriormente. (Figura 6). Si bien la proteína presentó un intercepto similar (15%), la asíntota se alcanza a las 20h con una degradación del 38%, lo cual indica que la fracción de fermentación rápida es mayor que en el caso de la variedad Milanese, en cambio la fracción de fermentación lenta es menor.

La curva de degradación de la materia seca presenta un intercepto similar a la variedad Milanesa, sin embargo el punto de estabilización no lo alcanza dentro del plazo de las 48 h medidas, habiéndose producido una degradación del 70%.

4.2. Residuo del cultivo del maíz

4.2.1. Altura del residuo

Los residuos de los cultivos de maíz, tanto de la variedad Jacques 7790 como de la variedad Camelia, fueron los que presentaron la mayor altura, siendo ésta de 2,4 m y 2,8 m respectivamente. (cuadro 12) Esto facilitaría la recolección del residuo con equipo "chopper" para su posterior ensilado cuando se trata de residuos relativamente verdes, como es el caso de maíz destinado a consumo humano (Camelia); o simplemente su recolección en forma manual con la posibilidad de chopearlo en forma estacionaria, sin dejar de lado la posibilidad de utilizar estos "rastros" en forma directa por los animales.

Cuadro 12. Altura de los residuos.

Residuo	Variedad	Altura (cm)	Largo de las guías (cm)
Maíz	Jaques	240	-----
	Camelia	280	-----

4.2.2. Disponibilidad del residuo

La producción de biomasa aérea residual del cultivo del maíz para grano (variedad Jacques 7790), alcanzó casi las 30 t de MV/ha (Cuadro 13), que presentaron en promedio un 57,55 % de MS. Esto determinó que la producción de residuo, en términos de materia seca, fuera de poco más de 17.000 kg/ha, cifra que es cercana a la citada por Manterola (1980)

Cuadro 13. Producción de residuo del cultivo del maíz.

Variedad	Componente	kg. MS/ha.	kg MV/ha.	% MS
Jacques 7790	Hojas	6.384	9.908	64,43
	Tallos	5.506	12.954	42,50
	Chalas	1.623	2.234	72,65
	Corontas	3.525	4.509	78,18
	Panoja	0,00	0.00	0.00
	Total	17.038	29.605	57,55
Camelia	Hojas	996,23	3.581	27,82
	Tallos	1.318	5.700	23,12
	Chalas	104	119,50	87,03
	Corontas	0,00	0,00	0,00
	Panoja	851,20	2.884,60	29,51
	Total	3.269,43	12.285,10	26,61

De los componentes de este residuo, las hojas fueron las que aportaron la mayor cantidad de materia seca, alcanzando los 6.384 kg/ha, lo que representa un 37 % del total.

En orden decreciente siguieron los tallos con un 32%, las corontas con un 21% y finalmente las chalas con un 10 % del total. (Figura 7).

Figura 7. Producción de residuo del cultivo del maíz. (kg MS/ha)

Para este cultivar, la panoja no fue considerada dada la escasa participación que tuvo. Considerando que en el caso del maíz para consumo en fresco (variedad Camelia), la cosecha implica la extracción de la corona y chalas, el rendimiento del residuo se vio afectado, disminuyendo en forma notoria respecto de la variedad anterior.

Al igual que la variedad Jacques 7790, las hojas y los tallos tuvieron el mayor porcentaje de participación, con un 30 % y 40 % respectivamente, del total de MS medida.

Cabe señalar además la gran diferencia que existió en el contenido de materia seca de ambos residuos, siendo éstos de 57,5 % para el maíz para grano y 26,6 % para el maíz choclero. Esto se explica porque ambas variedades fueron cosechadas en diferentes estados de madurez. Este último valor es similar al citado por Silva (1987).

4.2.3. Valor nutritivo del residuo

Los residuos de las dos variedades de maíz presentaron los porcentajes más bajos de proteína de todos los residuos evaluados, alcanzando un promedio ponderado de 4,09% para la variedad Jaques 7790 y un 4,42% para la variedad Camelia. De los componentes del residuo se destacan los tallos por el bajísimo aporte proteico, llegando a apenas un 3,12% para el primer residuo y a un 2,84% para el segundo (Figura 8, Cuadro 14). Estos valores son cercanos a los mencionados por el Latin American Table of Feed Composition (1974), en la que se señala un 3,6% para el mismo componente. Sin embargo, para las hojas, la literatura cita valores de 10,9%, estando los resultados de este estudio por debajo de esa cifra, alcanzando a un 4,46% para el residuo de la variedad Jacques y a un 4,83% para el residuo de la variedad Camelia. La panoja de esta última fue la que aportó la mayor cantidad de proteína al residuo total (6,49%). Los valores obtenidos en este estudio concuerdan con los citados por Manterola (1988), en que señala contenidos de proteína para la caña de maíz entre un 4 y 6%, mientras que para la coronta los valores fluctúan entre un 3 y 4%.

Figura 8. Contenido de proteína de los componentes del residuo del cultivo del maíz (%).

Los contenidos de pared celular fueron bastante altos, llegando al 77,35% para la variedad Jacques y a un 73,63% para la variedad Camelia (Figura 12), siendo estos valores comparables con el contenido de pared celular de la paja de trigo. Todos estos valores están por sobre los mencionados por Silva (1987) y Wernli (1982), que señalan un 48% de pared celular para la planta de maíz choclero, un 44% para la coronta molida y un 46% para el rastrojo. Sin embargo, Manterola (1988), señala valores del orden del 80% para dichos residuos.

Cuadro 14. Composición química y digestibilidad de los componentes del residuo del cultivo del maíz.

Variedad	Comp.	MS (%)	MO (%)	Prot. (%)	FDN (%)	FDA (%)	DAMS (%)	DAMO (%)	Cel. (%)	Hemic (%)	Lig. (%)	Cen. (%)	Sílice (%)	E.B. Kcal/g	E. D. Kcal/g	E. M. Kcal/g
Jacques	Hojas	94.77	85.39	4.46	80.38	46.79	55.56	60.32	34.07	33.60	3.96	8.74	8.07	2.60	1.44	1.18
	Tallos	95.55	90.62	3.12	69.96	39.71	59.70	61.84	32.84	30.26	6.13	0.74	-----	4.37	2.61	2.14
	Chalas	94.09	94.90	4.71	79.25	36.49	66.05	69.43	31.82	42.77	3.89	0.79	-----	3.68	2.43	1.99
	Corontas	94.65	95.33	4.66	82.41	37.87	58.12	62.02	31.04	44.54	4.69	2.14	1.45	4.47	2.60	2.13
	Promedio	94.92	90.1	4.09	77.35	41.62	58.47	62.07	32.81	35.74	4.8	3.56	3.31	3.66	2.15	1.76
Camelia	Hojas	94.56	82.78	4.83	72.09	50.06	54.75	60.70	32.43	22.03	5.73	11.90	11.42	3.06	1.67	1.37
	Tallos	95.15	95.53	2.84	78.92	53.45	43.03	48.72	43.49	25.47	9.81	0.16	-----	3.56	1.53	1.26
	Chalas	93.93	92.82	3.08	84.40	43.09	57.69	62.30	36.84	41.32	3.63	2.61	1.93	3.84	2.21	1.81
	Panoja	95.39	80.56	6.49	66.33	43.46	55.20	59.48	28.12	22.86	6.63	8.72	7.60	2.61	1.44	1.18
	Promedio	95.0	87.58	4.42	73.63	49.42	50.27	55.62	35.82	24.2	7.54	6.06	5.51	3.16	1.56	1.28

Figura 12. Contenido de FDN de los componentes del residuo del cultivo del maíz (%).

Los contenidos de celulosa y hemicelulosa fueron altos en comparación al resto de los residuos estudiados, alcanzando para el primer residuo a un 32,81% y 35,74% respectivamente; mientras que para la variedad Camelia estos valores fueron de un 35,82% y 24,20%, respectivamente, destacándose los tallos por presentar los contenidos más altos. (Cuadro 14).

Los valores de digestibilidad fueron bajos, debido a que posiblemente la lignina se encontraría formando complejos lignocelulósicos o lignohemicelulósicos ya que son residuos ricos en sílice (Manterola, 1988). Los valores de digestibilidad más bajos se presentaron en el residuo de la variedad Camelia, siendo la DAPMS de 50,27% y la DAPMO del 55,02% , situándose estos valores dentro de los rangos que señala la

literatura. De los componentes del residuo, los tallos de la variedad Camelia fueron los de menor digestibilidad, obteniendo un 43% para la materia seca y un 48,72% para la materia orgánica. En contraposición con esto, las chalas del residuo de la variedad Jacques presentaron los valores más altos, con una DAPMS del 66,05% y una DAPMO del 69,43%.

Los valores de energía bruta fueron semejantes a los de los demás residuos, sin embargo, al analizar los valores de energía digestible, éstos descienden notablemente en casi un 50%, llegando a 2,15 Mcal/kg para el residuo de la variedad Jacques y a 1,56 Mcal/kg para el residuo de la variedad Camelia. Esto confirma una vez más la estrecha relación existente entre proteína, digestibilidad, pared celular y energía digestible. (Tharel, 1981; citado por Riveros 1986).

Como se mencionó anteriormente se destaca el alto contenido de cenizas, especialmente en las hojas y en especial el elevado porcentaje de participación que tuvo la sílice dentro de éstas, llegando a un 11,42% en el residuo de la variedad Camelia.

4. Degradabilidad del residuo

La degradabilidad de la MS de las hojas de maíz de la variedad Camelia (consumo fresco) presentó su máxima tasa de degradación dentro de las 5 primeras horas, con un punto de intersección equivalente a 7%. La asíntota se logró a las 25 h a un nivel de 35 %, todo lo cual indica que la tasa de degradación es más lenta si se compara con la degradabilidad de la materia seca de los tallos, la cual alcanza su máxima tasa dentro de las primeras 2 h y un nivel de estabilización en 45%. El comportamiento de estas curvas

sugiere un mayor nivel de degradación total de la materia seca de los tallos que de las hojas.

Tanto en las hojas como en los tallos, la curva de degradación de la proteína bruta presenta la máxima tasa de degradación entre las 5 y 7 h. El punto de intercepción varió entre 2 y 8 %, presenta una pendiente alta durante las primeras 10 h para luego decrecer y alcanzar el punto asintótico a las 20 h en el nivel de 35 % a 50% dependiendo de la variedad (figuras 10 y 11).

Esta tasa de degradación de la proteína indica que un porcentaje importante de ella está asociada a la lignina de la pared celular y por lo tanto indisponible para la microflora ruminal.

La curva de degradación de la FDN presenta en ambos componentes un intercepto negativo, dado por la solubilización y fermentación rápida de las fracciones mas solubles que concentrarían la FDN. Además, por la colonización bacterial de la muestra dentro de la bolsa, se aumenta la fracción de FDN, previo a la acción fermentativa de las bacterias (figuras 10 y 11).

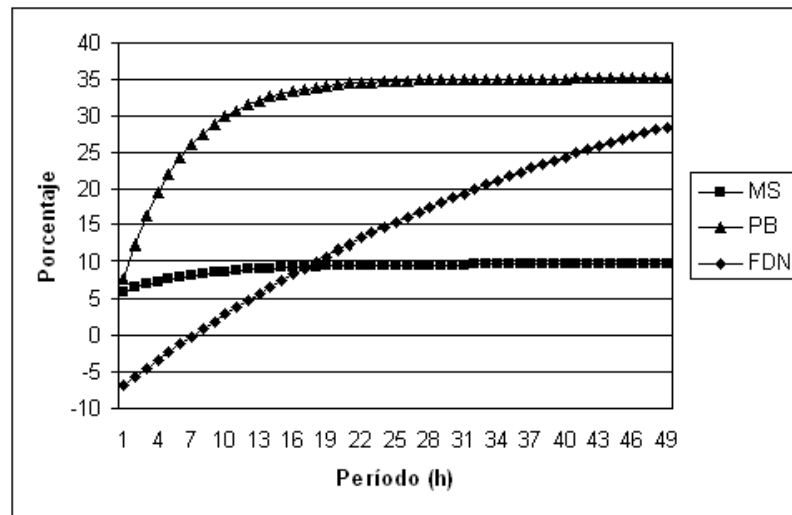


Figura 10. Degradabilidad de la MS, PB y FDN en hojas de residuo de cultivo de maíz variedad Camelia.

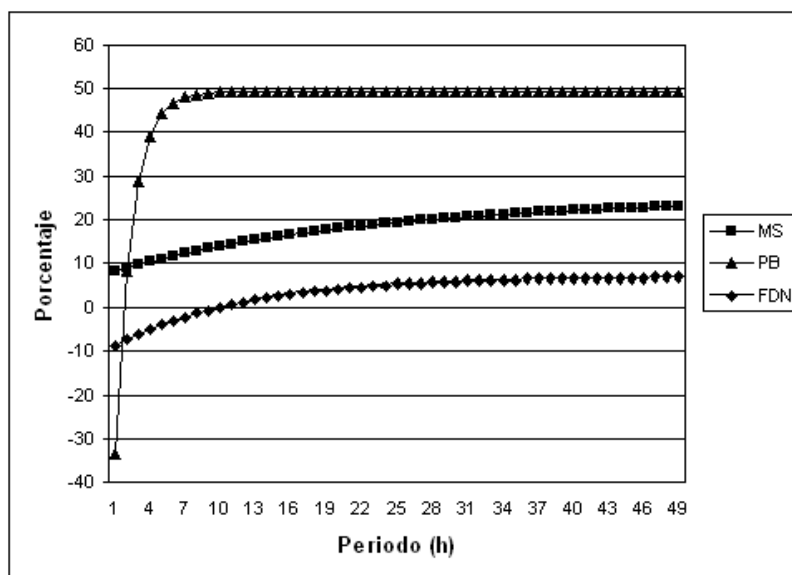


Figura 11. Degradabilidad de la MS, PB y FDN en tallos de residuo de cultivo de maíz variedad Camelia.

En lo que se refiere a la variedad Jacques, las curvas de degradación de MS y PB de los tallos tuvieron un comportamiento similar a las de las hojas de la variedad Camelia, sin embargo los valores de degradación fueron un poco más bajos. (Figura 12). Mientras que la degradabilidad de la MS y PB de las corontas de la variedad Jacques no superó el 9 %. (Figura 13).

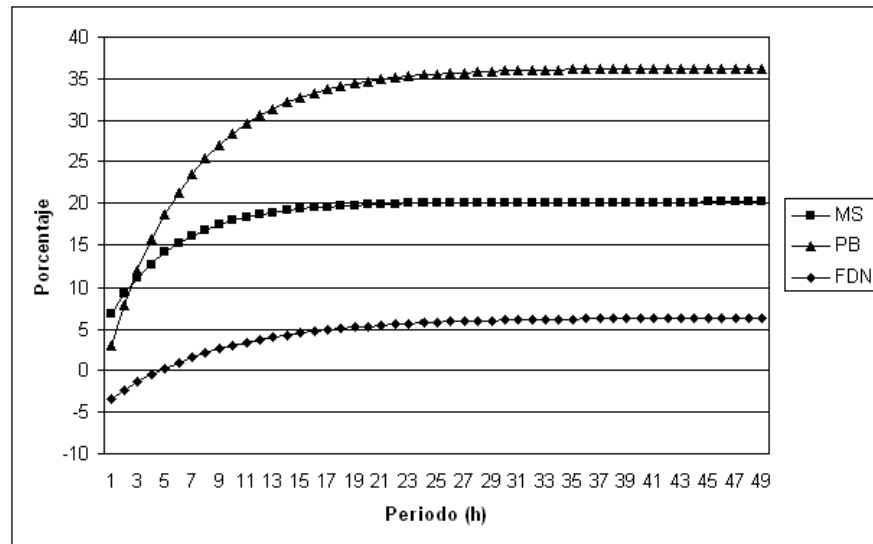


Figura 12. Degradabilidad de la MS, PB y FDN en tallos de residuo de cultivo de maíz variedad Jacques.

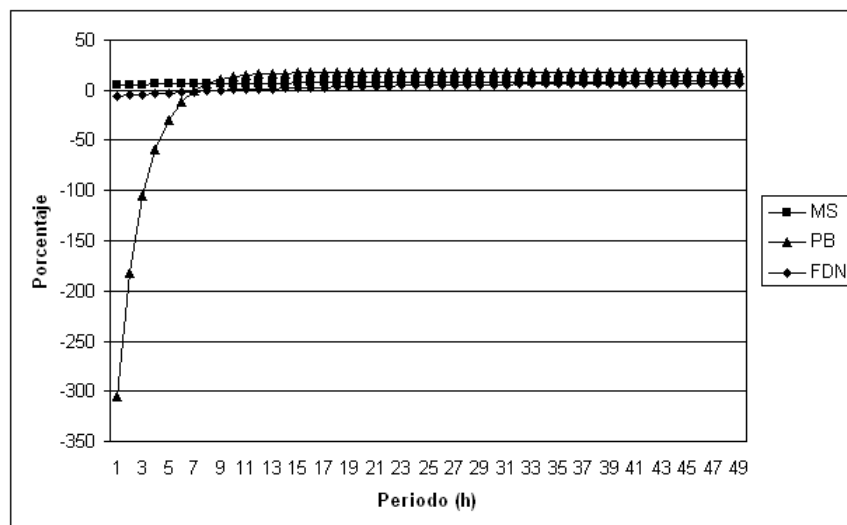


Figura 13. Degradabilidad de la MS, PB y FDN en corontas de residuo de cultivo de maíz variedad Jacques.

Las curvas de degradación descritas para los residuos del cultivo de las dos variedades de maíz indican que este residuo es de regular calidad como forraje, tendiendo a retenerse en el rumen por la baja degradabilidad de la materia seca, lo cual tiene un efecto negativo sobre el consumo. La alta tasa de degradación de la proteína no tiene una influencia significativa ya que el contenido bruto de proteína es bajo.

4.3. Residuo del cultivo del melón

-

4.3.1. Altura del residuo

Los residuos del cultivo del melón presentaron alturas bastante inferiores a los residuos descritos anteriormente, pero semejantes entre sí, con valores que fluctuaron entre los 14 y 15 cm (Cuadro 15). Esta altura limitaría su recolección con "chopper". Sin embargo, el largo de las guías de dichos residuos facilitaría su recolección en forma manual. Para el caso del residuo del melón Cantaloupe el largo fue de 150 cm. La variedad Honey Dew alcanzó los 160 cm de longitud. Otra limitante que tendrían estos residuos para su recolección con "chopper" sería los frutos que se encuentran a nivel de suelo, que quedan fuera del alcance de la máquina y que constituyen componentes bastante importantes dentro del residuo tanto por su participación como por el excelente valor nutritivo que presentan.

Cuadro 15. Altura de los residuos.

Residuo	Variedad	Altura (cm)	Largo de las guías (cm)
----------------	-----------------	--------------------	--------------------------------

Melón	Cantaloupe	14	150
	Honey Dew	15	160

4.3.2. Disponibilidad del residuo

Las producciones de residuo de las dos variedades de melón utilizadas en el estudio, resultaron ser bastante diferentes, tanto en términos de materia seca, como de materia verde por hectárea. Para la variedad Cantaloupe la cifra alcanzó los a 21.500 kg de MV/ha, equivalentes a 2.409 kg de MS/ha (Cuadro 16; Figura 14); mientras que para la variedad Honey Dew, sólo alcanzó a los 13.700 kg de MV/ha, equivalentes a 1.675 kg de MS/ha. Los valores de materia seca para ambas variedades fueron bastante inferiores a los obtenidos por Escandón (1983), que registró valores de 5.700 kg de MS/ha.

Cuadro 16. Producción de residuo del cultivo del melón.

Variedad	Componente	kg MS/ha.	kg MV/ha.	% MS
Cantaloupe	Hojas	1.182,50	7.001,18	16,89
	Tallos	367,50	3.390,22	10,84
	Fruto	859	11.155,84	7,70
	Total	2.409	21.547,24	11,18

Honey Dew	Hojas	1.025	6.174,70	16,60
	Tallos	272,50	2.284,16	11,93
	Fruto	377,50	5.287,11	7,14
	Total	1.675	13.745,97	12,19

De los tres componentes del residuo (hojas, tallos y frutos), las hojas en ambas variedades, fueron las que tuvieron la mayor incidencia (% MS). Sin embargo, los frutos fueron los responsables de la gran diferencia que existió entre ambos, puesto que en la variedad Cantaloupe, la producción de frutos de residuo fue un 130 % superior a la variedad Honey Dew. La participación de hojas y tallos fue similar entre las dos variedades.

Figura 14. Producción de residuo del cultivo del melón. (kg MS/ha)

4.3.3. Valor nutritivo del residuo

Los residuos de los dos cultivares de esta especie, fueron los que presentaron el contenido proteico más elevado, alcanzando valores de 15,02% para la variedad Cantaloupe y 13,25% para la variedad Honey Dew. Esto se asocia principalmente al alto contenido de proteína que presentaron los frutos, con poco más de 16% para ambas variedades (Figura 15) y a una participación considerable de éstos dentro de los componentes del residuo. Los tallos fueron los que presentaron el menor porcentaje de

proteína, alcanzando sólo 11,26% para el residuo de la variedad Cantaloupe y 7,69% para la variedad Honey Dew. Las hojas, como era de esperar, alcanzaron un valor intermedio. Al respecto, la literatura cita para estos residuos contenidos de proteína bastante considerables, pero variables al mismo tiempo, fluctuando entre un 7% y 21%. (Wernli, 1982; Latin American Table of Feed Composition, 1974).

Figura 15. Contenido de proteína de los componentes del residuo del cultivo del melón (%).

Los contenidos de pared celular fueron bajos si se les compara con el 48,3% de pared celular de la alfalfa (Van Soest, 1967). Para el residuo de la variedad Cantaloupe el contenido fue de 33,77%, mientras que para la variedad Honey Dew este valor alcanzó el 44,25%. Cabe destacar al respecto, el altísimo contenido de pared celular del fruto de la

variedad Honey Dew, cifra que superó el 80%. (Cuadro 17). De las fracciones componentes de la pared celular de dicho residuo, se destaca el alto contenido de hemicelulosa de los frutos (48,31%). Las hojas y tallos de los residuos de ambas variedades presentaron valores similares en el contenido de pared celular, siendo los tallos los que presentaron los valores más altos, alcanzando a 45% para el residuo del cultivar Cantaloupe y 49% para la variedad Honey Dew (Figura 16).

Figura 16. Contenido de FDN de los componentes del residuo del cultivo del melón (%).

Cuadro 17. Composición química y digestibilidad de los componentes del residuo del cultivo del melón.

Variedad	Comp.	MS (%)	MO (%)	Prot. (%)	FDN (%)	FDA (%)	DAMS (%)	DAMO (%)	Cel. (%)	Hemic (%)	Lig. (%)	Cen. (%)	Sílice (%)	E.B. Kcal/g	E. D. Kcal/g	E. M. Kcal/g
Cantaloupe	Hojas	94.54	62.74	15.27	27.67	24.71	84.41	80.53	11.93	2.96	8.80	3.98	3.48	2.90	2.45	2.01
	Tallos	94.08	79.61	11.26	45.04	38.82	79.73	77.75	29.15	6.22	9.23	0.45	-----	3.36	2.68	2.20
	Frutos	96.25	88.59	16.26	37.40	34.28	68.53	69.37	21.71	3.13	12.30	0.26	-----	4.59	3.14	2.58
	Promedio	95.08	74.57	15.02	33.77	30.27	77.99	76.09	18.03	3.51	10.12	2.11	1.69	3.57	2.73	2.24
Honey Dew	Hojas	95.44	70.73	13.67	29.04	23.82	83.05	79.76	11.52	5.23	9.42	2.87	1.91	3.01	2.50	2.05
	Tallos	94.23	86.86	7.69	49.67	36.24	74.12	75.43	24.77	13.42	11.23	0.24	-----	4.04	2.99	2.45
	Fruto	96.30	89.55	16.03	80.84	32.53	68.13	69.05	21.82	48.31	9.84	0.87	-----	4.88	3.33	2.73
	Promedio	95.44	77.63	13.25	44.25	27.81	78.18	76.6	16.00	16.44	9.8	1.98	0.43	3.6	2.76	2.27

Los contenidos de fibra detergente ácido estuvieron dentro de los rangos que señala la literatura, alcanzando valores de 30,27% para el residuo de la variedad Cantaloupe y 27,81% para la variedad Honey Dew. Al respecto se destacan los frutos con valores de 38,82% y 36,24% respectivamente; valores bastante cercanos a los citados por Wernli (1982), siendo las hojas las que presentaron el menor contenido

La digestibilidad, tanto de la materia seca como de la orgánica fue alta, especialmente para las hojas en ambos residuos. Los frutos presentaron las digestibilidades más bajas, afectados naturalmente por los altos contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina. Estas dos últimas influyen especialmente en la medida que aumentan su concentración (Jagiello y Wójcik, 1976; Varga y Culica, 1981, citados por Riveros, 1986). Cabe mencionar al respecto el alto contenido de cenizas de las hojas, destacándose la sílice por el efecto que presentaría sobre la digestibilidad. Gupta y Pradham (1977), encontraron que el contenido de sílice de los forrajes, tendría efectos depresores de la digestibilidad de aproximadamente 1,4 unidades porcentuales en gramíneas y de 0,6 en leguminosas por cada unidad de sílice. Moreno (1988) también destaca el elevado contenido de cenizas en el residuo de melón, especialmente en las plantas. Los contenidos de energía bruta fueron altos, especialmente en los frutos, destacándose el residuo de la variedad Honey Dew con 4,88 Kcal/g Moreno (1988), destaca el alto contenido de energía de los frutos de dichos residuos. El promedio ponderado para tales residuos fue de 3,57 Kcal/g para la variedad Cantaloupe y 3,6 Kcal/g para el residuo de la variedad Honey Dew. Los contenidos de energía digestible fueron similares en ambos residuos y levemente inferiores a los que cita el Latin American Table of Feed Composition (1974). Algo similar ocurre con los valores de energía metabolizable (Cuadro 17).

4. Degradabilidad del residuo

En la variedad Cantaloupe, las hojas presentaron curvas de degradabilidad que en el caso de la MS tuvo el intercepto en el nivel 9%, una pendiente moderada alcanzando la asíntota a las 48 h en el nivel de 26%. La curva de degradabilidad de la proteína bruta presentó un intercepto en el nivel de 12% y una pendiente inferior a la de la materia seca.

En la variedad Honey Dew, la degradabilidad de la MS y PB en hojas presentó una tendencia muy similar pero con una mayor tasa de degradación, alcanzando la asíntota en 40% (Figura 17).

En los tallos para la variedad Cantaloupe, la curva de la MS presentó el intercepto en el nivel de 28% para luego aumentar gradualmente hasta alcanzar la asíntota a las 15h en el nivel de 36% (Figura 18). En cambio la proteína bruta presentó un intercepto en el nivel de 12%, pero la pendiente fue muy pronunciada alcanzando la asíntota a las 12h en el nivel de 40%. Esto indica que la proteína bruta de los tallos fue rápidamente fermentada durante las primeras 8 horas. En la variedad Honey Dew la degradabilidad de la MS fue similar, pero la de la proteína fue significativamente superior (Figura 18).

En el caso de la FDN, la curva presentó un período de no degradación que se prolongo hasta las 15 horas para luego describir una pendiente muy suave que alcanzó la asíntota en el nivel de 2%. Esto implica que la pared celular de los tallos se encuentra muy lignificada y casi no sufre proceso degradativo en el rumen. Sin embargo en la variedad Honey Dew la degradación de la FDN fue superior alcanzando un valor de 15% a las 48h (Figura 21)

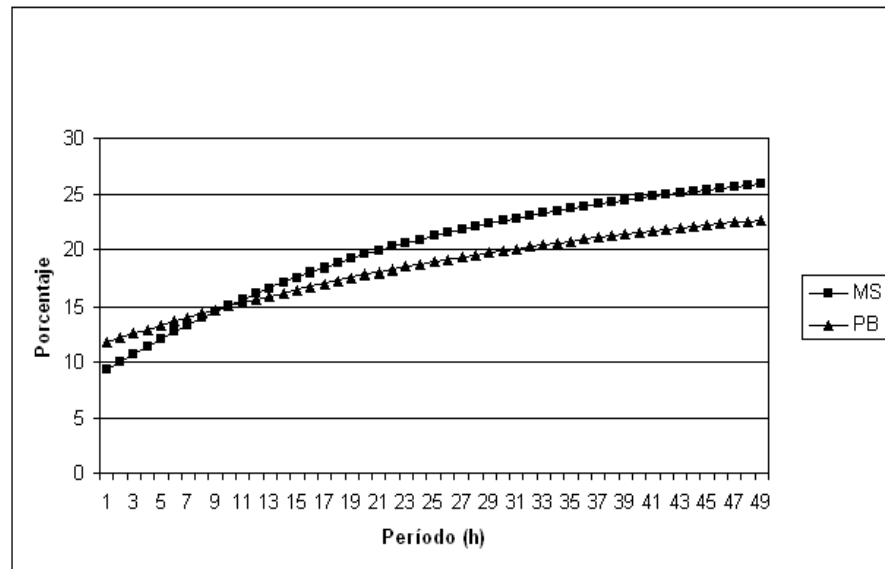


Figura 17. Degradabilidad de la MS y PB en hojas de residuo de cultivo de melón variedad Cantaloupe

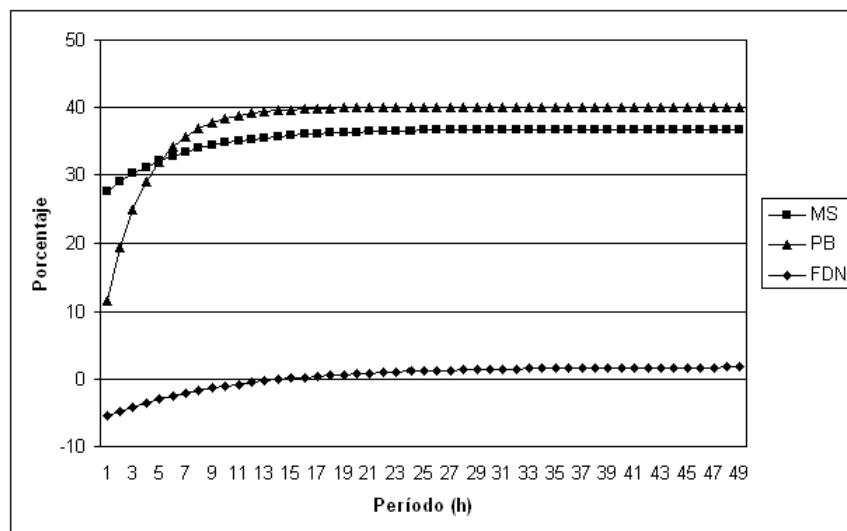


Figura 18. Degradabilidad de la MS, PB y FDN en tallos de residuo de cultivo de melón variedad Cantaloupe

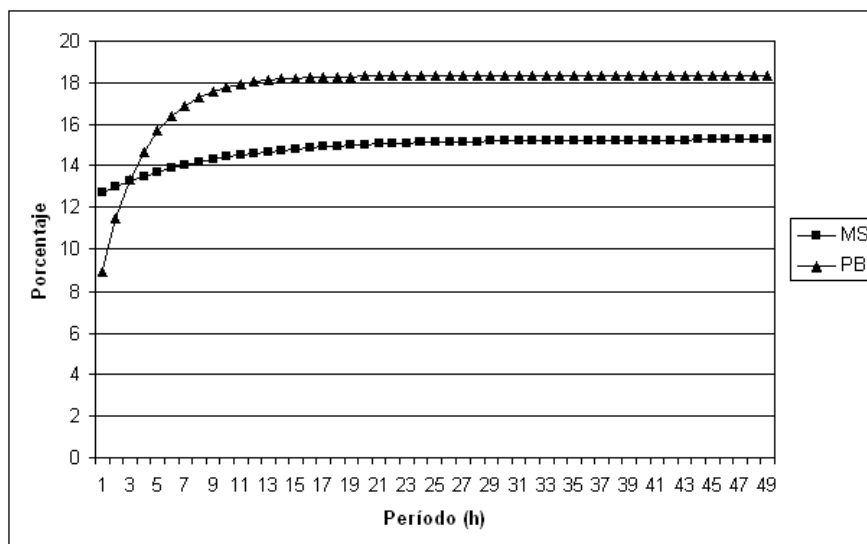


Figura 19. Degradabilidad de la MS y PB en frutos de residuo de cultivo de melón variedad Cantaloupe

En los frutos la curva de degradabilidad de la MS en la variedad Cantaloupe, presentó su intercepto en el Nivel de 13% y una pendiente suave que le permitió alcanzar la asíntota a las 28 h en el nivel de 15% (Figura 19). La proteína bruta en cambio si bien tuvo un intercepto en el nivel de 5%, la pendiente alcanzó un nivel de 18% en las primeras 10 hrs. estableciéndose la asíntota en el nivel de 19%. En la variedad Honey Dew la degradabilidad de la MS, PB y FDN presento valores muy superiores para los diferentes tiempos (Figura 22).

De esto se deduce que en los frutos la fracción proteica se degrada mucho mas rápidamente y a un mayor nivel que la MS, sin embargo el máximo nivel alcanzado por

esta fracción es relativamente bajo, lo cual es indicativo de que esta proteína esta muy asociada a la cáscara o a las semillas.

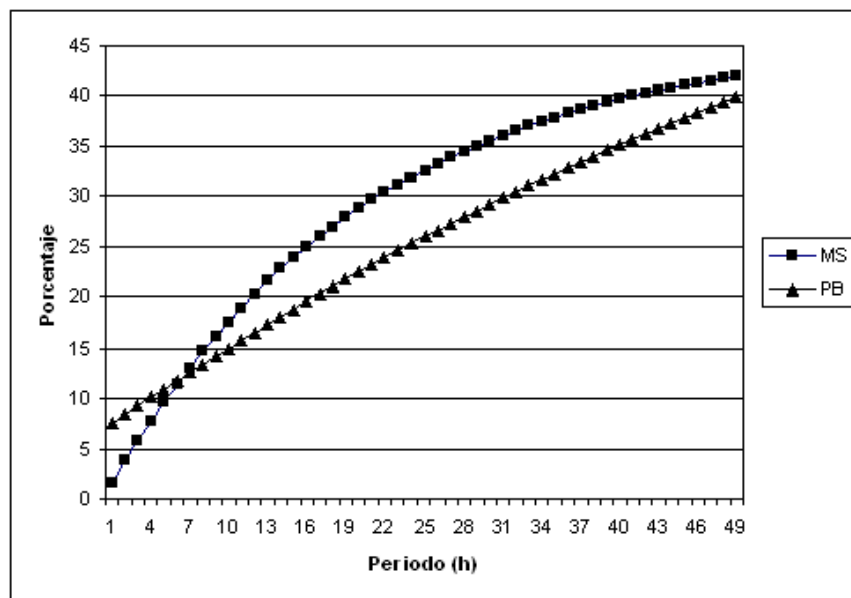


Figura 20. Degradabilidad de la MS y PB en hojas de residuo de cultivo de melón variedad Honey Dew

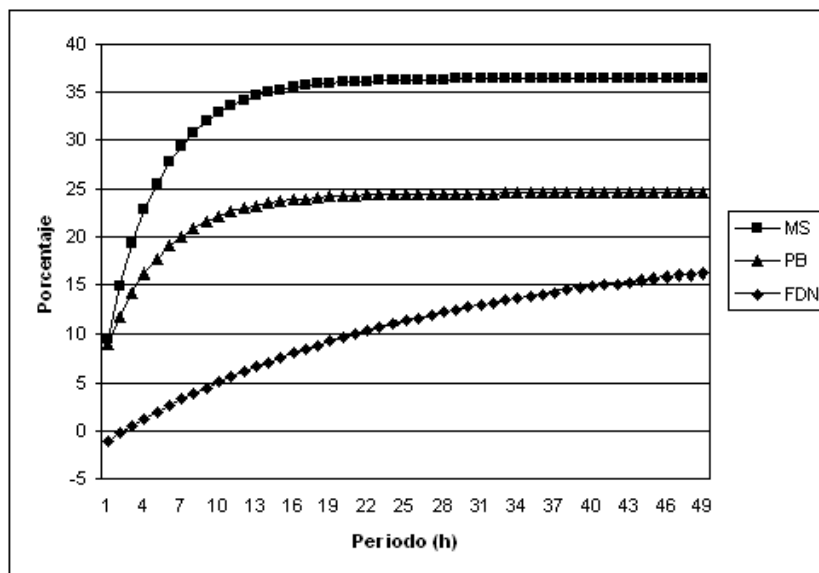


Figura 21. Degradabilidad de la MS, PB y FDN en tallos de residuo de cultivo de melón variedad Honey Dew

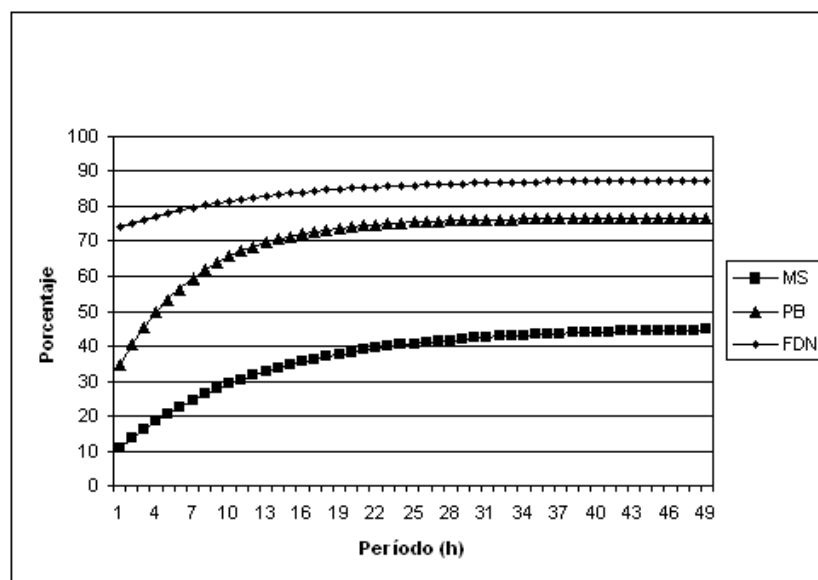


Figura 22. Degradabilidad de la MS, PB y FDN en frutos de residuo de cultivo de melón variedad Honey Dew

4.4. Residuo del cultivo del pepino

4.4.1. Altura del residuo

El residuo del cultivo del pepino al aire libre presentó la menor altura de todos los residuos evaluados en este estudio, alcanzando sólo los 13 cm de altura. Sin embargo, al igual que en el caso del melón, el largo de las guías de dichos residuos, facilitaría su recolección en forma manual. (Cuadro 18) Por el contrario, el residuo del cultivo del pepino variedad Marketer, resultó ser uno de los residuos de mayor altura, sin embargo, su

recolección presentaría las mismas limitantes que el residuo de tomate cultivado en invernadero.

Cuadro 18. Altura de los residuos.

Residuo	Variedad	Altura (cm)	Largo de las guías (cm)
Pepino	Marketer	270	-----
	Encore	13	120

4.4.2. Disponibilidad del residuo

La información obtenida en terreno arrojó cifras promisorias, pero al mismo tiempo diferentes en cuanto a la disponibilidad del residuo, debido principalmente a que las dos variedades de pepino estudiadas fueron cultivadas bajo condiciones de manejo diferentes: invernadero (Olmué) y a campo libre (Puangue).

Para la primera (invernadero), la producción de residuo superó los 75.000 kg de materia verde por hectárea (MV/ha), equivalentes a aproximadamente 15.800 kg de MS/ha, cantidad comparable con lo que podría producir una hectárea de alfalfa (Soto,

1984). Para el cultivo a campo libre las cifras resultaron bastante inferiores, alcanzando a poco más de 26.000 kg de MV/ha y no superando los 3.000 kg de MS/ha, cifra que concuerda con las obtenidas por Moreno (1988) (Cuadro 19).

Cuadro 19. Producción de residuo del cultivo del pepino.

Variedad	Componente	Kg. MS/ha.	Kg MV/ha.	% MS
Encore	Follaje	8.951	12.397,51	72,20
	Fruto	6.814,50	62.922,44	10,83
	Total	15.765,50	75.319,95	20,93
Marketer	Follaje	1.736,40	5.793,79	29,97
	Fruto	1.006,20	20.451,22	4,92
	Total	2.742,60	26.245,01	10,44

En cuanto a los componentes del residuo, el follaje (hojas y tallos) fue el que tuvo una mayor participación en términos de MS dentro de éste, alcanzando un 63% para el cultivo al aire libre y un 57% para el cultivo bajo invernadero. Sin embargo pese a que la participación de los frutos fue inferior, éstos hicieron aumentar en gran medida la producción en términos de materia verde, dado el bajo porcentaje de MS que presentaron (Figura 23).

Figura 23. Producción de residuo del cultivo del pepino. (t MS/ha)

4.4.3. Valor nutritivo del residuo

Al analizar el valor nutritivo de los residuos de esta especie, se destaca el alto contenido de proteína obtenida de los frutos, tanto del residuo de la variedad Encore(15,46%), como de la variedad Marketer (16,29%). Estas cifras son perfectamente comparables con el contenido proteico de la alfalfa (Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 1988) y con los valores entregados por el Latin American Table of Feed Composition (1974) que señala un valor de 17,5%. Por su parte Escandón (1983), indica un 7% para este mismo componente. Sin embargo, es el follaje (hojas y tallos) el que hace descender el

promedio ponderado del residuo completo a 12,72% para Encore y 11,4% para Marketer (Cuadro 20; Figura 24), cifras más bajas que las obtenidas por Silva (1987) y Escandón (1983), quienes señalan un valor de 17%.

Figura 24. Contenido de proteína de los componentes del residuo del cultivo del pepino (%)

El contenido de fibra detergente neutro (FDN) o contenido de pared celular, es bajo, especialmente en la variedad Marketer, siendo uno de los residuos con el menor contenido de fibra detergente neutro de todos los analizados en este estudio, con un promedio ponderado de 32,59%. Cabe mencionar que los frutos del residuo de esta misma variedad alcanzaron sólo un 26,74 % de FDN, notándose claramente el efecto sobre la digestibilidad (sobre 85% para la materia seca y materia orgánica). (Figura 25). Estas

diferencias se pueden explicar si se analizan los contenidos de lignina, donde la variedad cultivada bajo invernadero, alcanzo valores promedio ponderados de 12,7%, en cambio en la de cultivo tradicional fue de 8,5%, parece ser que el mayor crecimiento que se logra en invernadero, induce a una mayor lignificación ya que tanto en tomate como en pepino se observó un efecto similar.

Figura 25. Contenido de FDN de los componentes del residuo del cultivo del pepino (%)

Con respecto al contenido de celulosa, el valor obtenido para hojas y tallos de la variedad Encore (23,5%) concuerda con lo señalado por Silva (1987), quien obtuvo

niveles del orden de 25% para estos mismos componentes. Sin embargo hojas y tallos del residuo de la variedad Marketer, alcanzaron sólo un 10,35%. Los contenidos de hemicelulosa fueron notablemente bajos, especialmente para los frutos de ambos residuos.

Cuadro 20. Composición química y digestibilidad de los componentes del residuo del cultivo del pepino.

Variedad	Comp.	MS (%)	MO (%)	Prot. (%)	FDN (%)	FDA (%)	DAMS (%)	DAMO (%)	Cel. (%)	Hemic (%)	Lig. (%)	Cen. (%)	Sílice (%)	E.B. Kcal/g	E. D. Kcal/g	E. M. Kcal/g
Encore	Follaje	96.68	75.01	10.66	46.30	38.78	77.85	76.05	23.50	7.52	12.04	3.24	2.90	3.10	2.41	1.98
	Fruto	96.67	88.54	15.46	41.41	38.69	64.08	65.43	25.09	2.72	13.53	0.07	-----	4.47	2.87	2.35
	Promedio	96.67	80.82	12.72	44.19	38.74	71.92	71.48	24.18	5.45	12.68	1.87	1.64	3.68	2.6	2.13
Marketer	Follaje	92.21	63.17	8.61	36.04	36.38	79.60	79.77	10.35	-0.35	10.35	10.02	9.85	2.48	1.97	1.62
	Fruto	92.19	87.02	16.29	26.74	24.06	86.07	86.19	16.73	2.68	5.42	1.92	-----	4.29	3.69	3.03
	Promedio	92.20	71.99	11.45	32.59	31.82	81.99	82.14	12.71		8.52	7.02	6.23	3.14	2.60	2.14

Los contenidos de fibra detergente ácida (FDA) fueron de 38,74% para el residuo de Encore y 31,82% para el residuo de Marketer, valores bastante similares a los mencionados por Silva (1987).

La digestibilidad aparente, tanto de la materia seca como de la materia orgánica, fue similar en los residuos de ambas variedades, alcanzando Encore un 71% y Marketer

un 82%, aproximadamente. De los dos componentes de estos residuos, los frutos de Encore presentaron la digestibilidad más baja (65% aproximadamente), tanto para la materia seca como para la materia orgánica.

Los contenidos de energía bruta (EB) para los residuos de ambas variedades, resultaron ser ligeramente diferentes, (3,7 Kcal/g para Encore y 3,1 Kcal/g para Marketer). Sin embargo, los contenidos de energía digestible fueron iguales para ambos residuos (2,6 Kcal/g). Esto debido a que el valor energético de un forraje depende, en primer lugar, de su contenido de materia orgánica y en segundo lugar, de la digestibilidad de esa materia orgánica. (Demarquilly y Jarrige (1981), citados por Riveros (1986). Estos valores de energía digestible concuerdan con los citados por el Latin American Tables of Feed Composition (1974). Los contenidos de cenizas resultaron ser bastante altos en las plantas, especialmente en el residuo del cultivo al aire libre (10,02%). Al respecto, Moreno (1988) destaca el alto contenido de cenizas en el residuo del cultivo del pepino, especialmente en las plantas.

En ambas variedades los frutos presentaron los valores energéticos mas elevados, lo cual se explica por el mayor contenido de lípidos de las semillas y por el menor contenido de cenizas que presentaron los frutos.

4.4.4. Degradabilidad del residuo

La tasa de degradación de la materia seca en el follaje del residuo de la variedad Encore (Olmué) fue lenta, presentando un intercepto de 5% , alcanzando la asíntota a las 20 h en un 12% comparada con la variedad Puangue (al aire libre) en que se obtuvo un intercepto de 14% y un valor asíntótico de 30%. (Figura 26).

En cuanto a la degradabilidad de la proteína bruta del follaje de la variedad Olmué, ésta presentó un intercepto negativo alcanzando valores positivos después de las 15 hrs. lo cual indica que durante este lapso no hubo acción fermentativa bacteriana. A partir de la 15 h se observa una leve pendiente en la curva de degradación alcanzándose la asíntota a las 20 h a un nivel de 3%. Todo esto indica que la proteína del follaje está indisponible para las bacterias, probablemente por encontrarse muy ligada a la fracción lignocelulósica de la pared celular. (Figura 26).

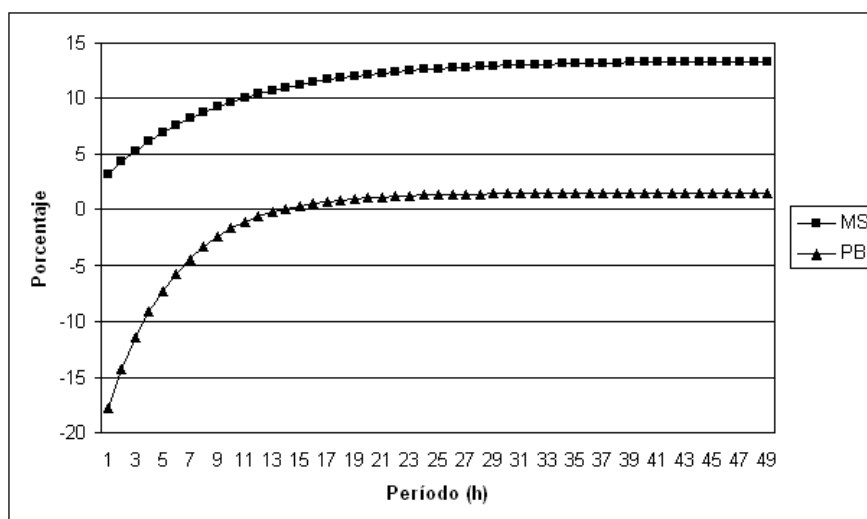


Figura 26. Degradabilidad de la MS y PB en follaje (hojas y tallos) de residuo de cultivo de pepino variedad Encore.

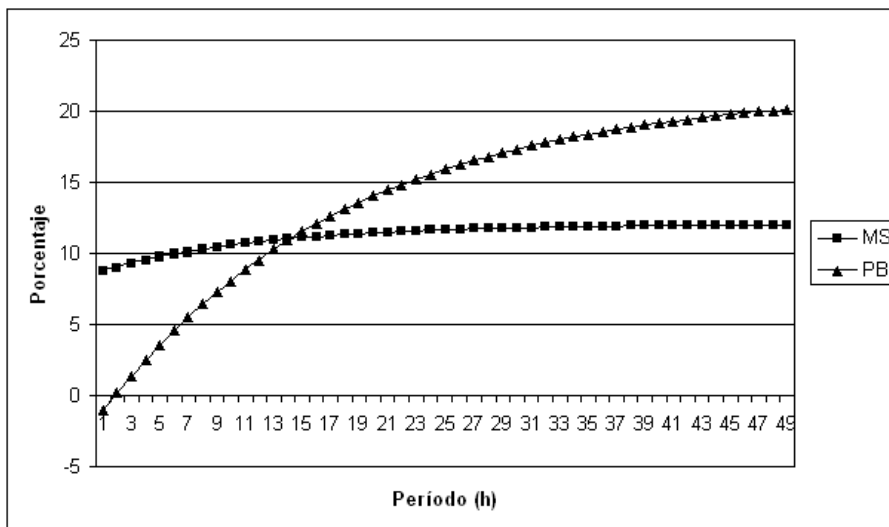


Figura 27. Degradabilidad de la MS y PB en frutos de residuo de cultivo del pepino variedad Encore.

En la variedad al aire libre, la tasa de degradación de la proteína del follaje presentó un intercepto de 14% y una pendiente baja, alcanzando la asíntota a las 30 h en el nivel de 25% (Figura 28).

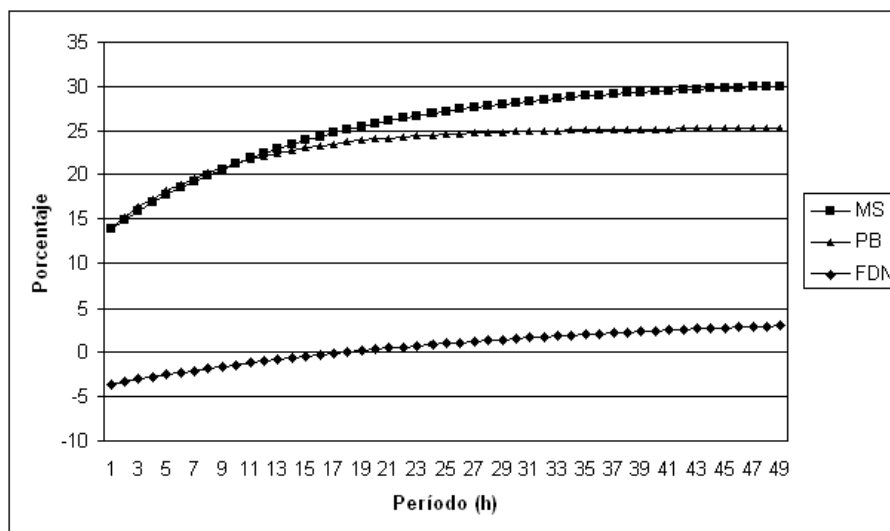


Figura 28. Degradabilidad de la MS, PB y FDN en hojas de residuo de cultivo de pepino variedad Marketer (Puangue).

La tasa de degradación de la MS y PB de los tallos en la variedad al aire libre presentó un intercepto negativo hasta las dos hrs. para luego presentar una alta tasa de degradación durante las 5 h siguientes y alcanzar la estabilización a las 15 h con un 42% de degradación (Figura 29).

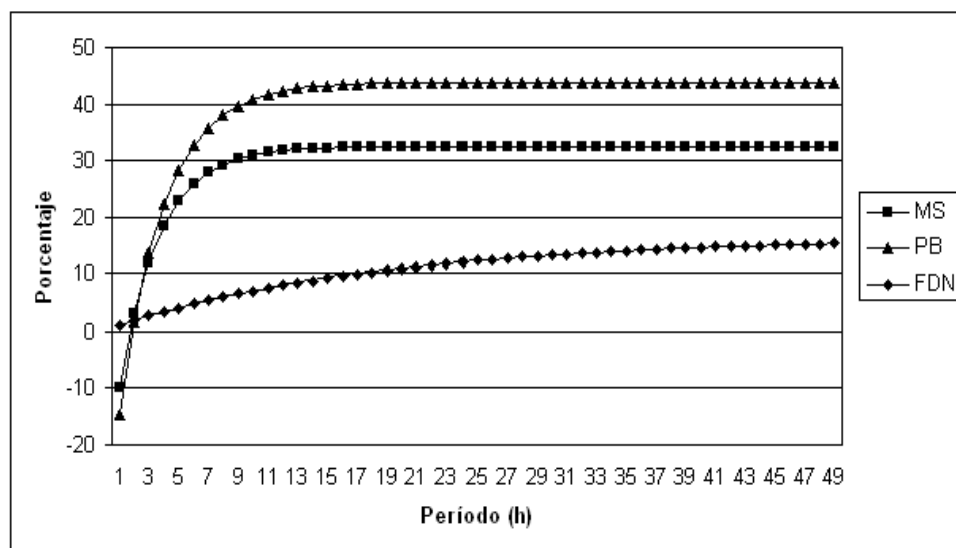


Figura 29. Degradabilidad de la MS, PB y FDN en tallos de residuo de cultivo de pepino variedad Marketer (Puangue).

En los frutos (var. aire libre), la curva de degradación de la materia seca presentó un intercepto en 0%, con una alta tasa de desaparición en las siguientes 10 h alcanzando la asíntota a las 20 h con una tasa de degradación de 40%. En cambio la proteína bruta de los frutos, presentó un intercepto de 28%, indicando una alta proporción de proteína soluble y una lenta tasa de desaparición, alcanzando la asíntota a las 30 h con una tasa de degradación de 37% (Figura 30).

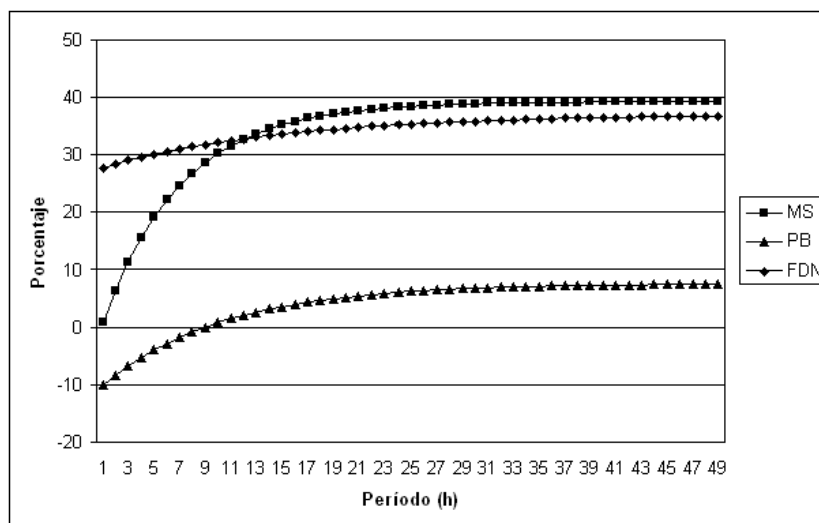


Figura 30. Degradabilidad de la MS, PB y FDN en frutos de residuo de cultivo de pepino variedad Marketer (Puangue).

4.5. Residuo del cultivo del tomate

4.5.1. Altura del residuo

El residuo del cultivo de tomate a campo libre (variedad Mentado Duque), alcanzó una altura de 55 cm altura suficiente como para pensar en una recolección con equipo "chopper". No obstante, cabe mencionar que tanto el peso, como el alto contenido de agua de los frutos, ocasionarían una pérdida importante de nutrientes al usar este tipo de maquinaria para su recolección en forma directa.

El residuo del cultivo del tomate variedad Carmelo, resultó tener una altura bastante considerable (Cuadro 21). Sin embargo, para estos residuos (invernadero), habría que descartar la posibilidad de su recolección en forma directa con maquinaria, puesto que su cultivo en invernadero considera estructuras de sostén anexas a las plantas como tutores y alambres, lo que obligarían a una recolección manual para su posterior procesamiento y/o utilización.

Cuadro 21. Altura de los residuos.

Residuo	Variedad	Altura (cm)	Largo de las guías (cm)
Tomate	Carmelo	100	-----
	Mentado Duque	55	-----

4.5.2. Disponibilidad del residuo

El residuo de la variedad Carmelo (invernadero), resultó ser uno de los más promisorios de los cultivos evaluados en este estudio, ya que la producción de éste superó los 163.000 kg de MV/ha con un 7,01 % de MS. Este valor equivale a 11.000 kg de MS/ha, valor interesante, puesto que se asemeja a la producción de una hectárea de pasto ovillo

(Soto, 1981). En esta variedad cabe señalar la importancia de los frutos, que fueron los que aportaron la mayor cantidad de residuo, con un 39% de participación entre los componentes de éste. La menor participación la tuvieron los tallos con un 25 %, ambos valores expresados en términos de materia seca. (Cuadro 22)

Cuadro 22. Producción de residuo del cultivo del tomate.

Variedad	Componente	kg MS/ha.	kg MV/ha.	% MS
Carmelo	Hojas	4.183,60	23.906,29	17,50
	Tallos	2.870,90	19.826,66	14,48
	Fruto	4.407,20	119.760,87	3,68
	Total	11.461,70	163.493,82	7,01
Mentado Duque	Hojas	1.634,60	4.923,49	33,20
	Tallos	711,50	3.730,99	19,07
	Fruto	1.246,10	23.335,21	5,34
	Total	3.592,20	31.989,69	11,23

La variedad Mentado Duque aportó una menor cantidad de residuo, alcanzando sólo a casi 32.000 kg de MV/ha, los que equivalen a 3.592 kg de MS/ha, Para esta

variedad las hojas fueron el principal componente de la materia seca con un 46 % de participación, seguidas de los frutos con un 34,7 % y finalmente los tallos con un 20% (Figura 31).

El porcentaje de materia seca de ambas variedades fue algo diferente. En efecto, para la variedad Carmelo correspondió a 7,01 %, mientras que para Mentado Duque se elevó a 11,22 %. Esta diferencia estuvo determinada, principalmente, por el mayor porcentaje de materia seca de las hojas de Mentado Duque, considerando que ese residuo se encontraba bastante más seco.

Figura 31. Producción de residuo del cultivo del tomate. (Kg. MS/ha)

4.5.3. Valor nutritivo del residuo

Los resultados obtenidos para los residuos de las dos variedades de tomate resultaron ser bastante homogéneos al considerar el residuo como un todo, es decir, el ponderado entre el porcentaje de participación de cada componente (hojas, tallos y frutos) y su respectivo valor nutritivo (Cuadro 23). Para el residuo de la variedad Carmelo, el contenido de proteína fue de un 13,3%, valor algo inferior al contenido de proteína de Mentado Duque (14,16%). Sin embargo, al analizar cada componente por separado, los frutos de esta última variedad fueron los que presentaron el valor proteico más alto, alcanzando un 21,2%, cifra que superó considerablemente a las obtenidas por Wernli (1982). Los frutos del residuo de la variedad Carmelo no superaron el 13%, valor que se aproximó bastante a los mencionados por Escandón (1983). Para ambas variedades, los tallos presentaron los valores más bajos, siendo éstos de 8,5% y 9,8% para los residuos de la variedad Carmelo y Mentado Duque, respectivamente. (Figura 32).

Figura 32. Contenido de proteína de los componentes del residuo del cultivo del tomate (%).

El porcentaje de FDN o contenido de pared celular varió considerablemente entre los diferentes componentes del residuo, siendo las hojas las que presentaron el valor más bajo, con cifras de 32% para el residuo de la variedad Mentado Duque y 43,4% para la variedad Carmelo. Los tallos presentaron valores más parejos, siendo éstos de 59,54% y 52,12% para las variedades Carmelo y Mentado Duque, respectivamente (Figura 33). En relación a los frutos, los de la variedad Carmelo fueron los que alcanzaron los valores más altos, llegando al 66% en el contenido de pared celular. Esto indicaría que bajo

condiciones de invernadero, habría un mayor desarrollo de las estructuras protectoras de las plantas y por ende un mayor desarrollo de la pared celular.

Los contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina fueron superiores para la variedad Carmelo (Cuadro 23), considerando tanto el residuo total como cada componente por separado. Cabe mencionar que los valores de fibra detergente ácido de los frutos del residuo de las variedades Carmelo (47,5%) y de Mentado Duque (45,4%), superaron considerablemente a los valores citados por Wernli (1983), en que señala un 11% para los frutos.

Figura 33. Contenido de FDN de los componentes del residuo del cultivo del tomate (%).

Cuadro 23. Composición química y digestibilidad de los componentes del residuo del cultivo del tomate.

Variedad	Comp.	MS (%)	MO (%)	Prot. (%)	FDN (%)	FDA (%)	DAMS (%)	DAMO (%)	Cel. (%)	Hemic (%)	Lig. (%)	Cen. (%)	Silice (%)	E.B. Kcal/g	E. D. Kcal/g	E. M. Kcal/g
Carmelo	Hojas	96.82	80.42	17.01	43.40	34.28	74.60	73.96	23.48	90.12	9.48	1.32	-----	3.79	2.83	2.32
	Tallos	97.00	87.10	8.48	59.54	49.96	64.75	65.81	36.44	9.58	13.28	0.24	-----	4.63	2.35	1.92
	Fruto	96.65	89.26	12.97	66.16	47.51	50.66	33.66	37.68	18.64	9.45	0.37	-----	4.63	2.35	1.92
	Promedio	96.79	85.53	13.3	56.31	43.35	62.8	64.00	32.25	12.94	10.41	0.67	-----	3.82	2.35	1.93
Mentado duque	Hojas	97.94	70.85	10.88	32.47	28.68	79.90	79.54	16.58	3.79	8.89	3.22	2.42	2.90	2.32	1.90
	Tallos	96.22	83.86	9.75	52.12	40.79	68.61	69.43	29.53	11.33	10.79	0.48	-----	3.45	2.37	1.94
	Fruto	97.76	87.95	21.20	45.87	45.40	58.44	43.26	34.51	0.47	8.92	1.96	0.51	4.45	2.60	2.13
	Promedio	97.35	79.26	14.16	40.95	36.78	70.34	65.18	25.26	4.16	9.28	2.24	1.28	3.53	2.42	1.98

La digestibilidad aparente de la materia seca alcanzó altos valores en el residuo de Mentado Duque (70,34%), siendo las hojas el componente que presentó la mayor digestibilidad, con un 80%. Los frutos del residuo de ambas variedades presentaron la menor digestibilidad, con un 50,6% para Carmelo y 58,4% para Mentado Duque (Cuadro 23).

Estos resultados dejan de manifiesto la estrecha relación que existe entre el contenido proteico, contenido de pared celular y digestibilidad, coincidiendo con los resultados obtenidos por Riveros y Olivares (1983), y Riveros y Magofke (1985), en que observaron que cuando la digestibilidad disminuye, el contenido de pared celular aumenta y el contenido proteico disminuye.

Con respecto al contenido de energía bruta, en estos residuos se obtuvo 2,9 Mcal/kg para las hojas de la variedad Mentado Duque, cifra relativamente baja comparada con la de diversos forrajes. La energía bruta obtenida para los frutos de ambas variedades fue de 4,4 Mcal/kg aproximadamente, representando el valor energético de los carbohidratos y de los ácidos grasos. En cuanto al contenido de energía digestible de los dos residuos, se encontraron resultados bastante similares, alcanzando la variedad Carmelo un promedio ponderado de 2,35 Mcal/kg y la variedad Mentado Duque 2,42 Mcal/kg. El valor obtenido para los frutos del residuo de la variedad Mentado Duque fue de 2,6 Mcal/kg de energía digestible, valor que coincide con el citado por el Latin American Table of Feed Composition (1974).

4.5.4. Degradabilidad del residuo

La degradabilidad de la MS de las hojas en la variedad de invernadero, presentó un intercepto en el nivel de 6 %, produciéndose la máxima tasa de fermentación durante las primeras 5 h, para posteriormente decrecer y alcanzar la estabilización a las 15 h en una tasa de degradación de 13 %, lo cual es considerado bajo y atribuible a un alto nivel de

lignificación por la estructura de tipo arbustivo que se desarrolla (Figura 34). En la variedad al aire libre la tasa de degradación de la MS fue muy superior, con un intercepto de 18% y un punto asintótico en 28 h (Figura 37).

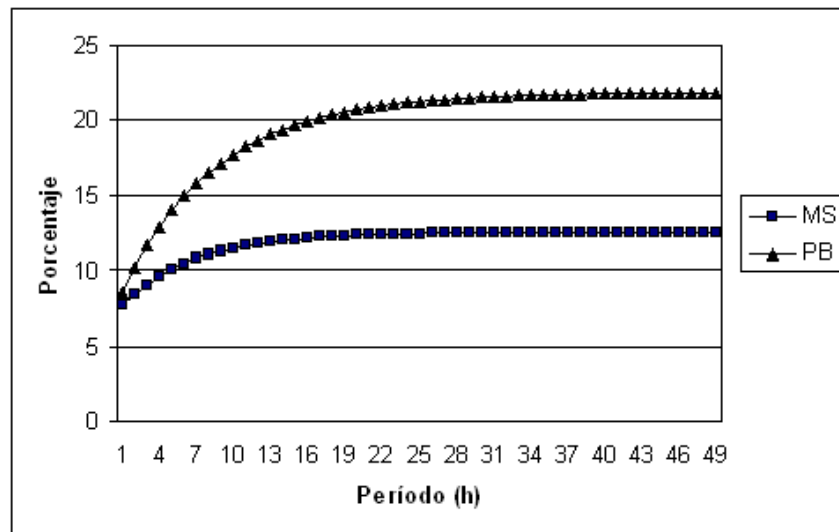


Figura 34. Degradabilidad de la MS y PB en hojas de residuo de cultivo de tomate variedad Carmelo (invernadero).

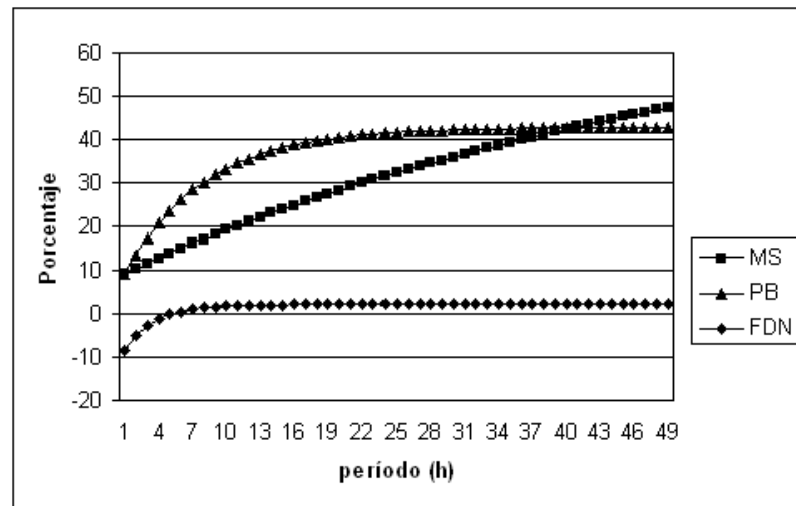


Figura 35. Degradabilidad de la MS, PB y FDN en tallos de residuo de cultivo de tomate variedad Carmelo (invernadero).

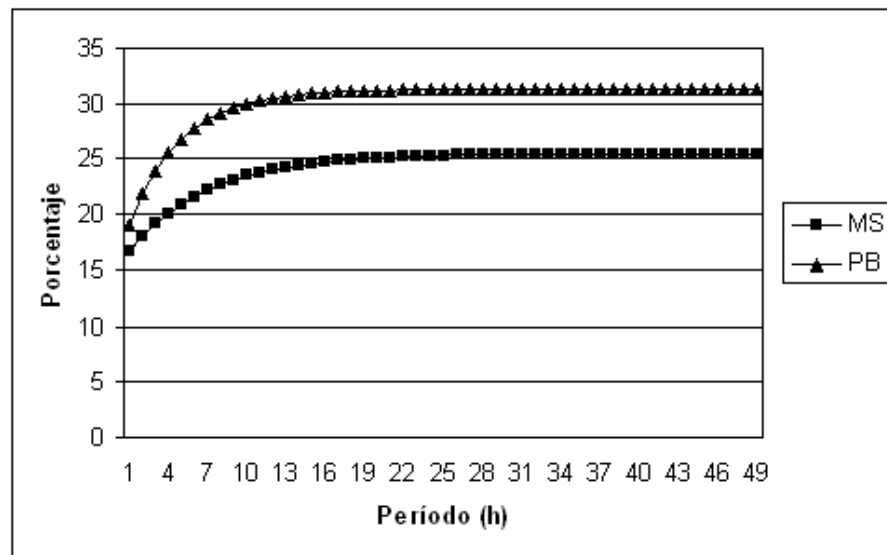


Figura 36. Degradabilidad de la MS y PB en frutos de residuo de cultivo de tomate variedad Carmelo (invernadero).

En cuanto a la degradabilidad de la proteína bruta, ésta fue similar en las dos variedades, observándose una mayor velocidad de degradación inicial en la variedad al aire libre, lo cual puede atribuirse a la menor lignificación de ésta. (figuras 34 y 37) .

En los tallos, la degradabilidad de la MS, fue similar en las dos variedades aún que en la variedad en invernadero no se alcanzó el punto asintótico a las 48 h. (Figura 35). En cuanto a la degradabilidad de la proteína, la de la variedad de invernadero fue significativamente superior, alcanzando un 40 % en el punto asintótico comparado con un 23% en la variedad al aire libre. (figuras 35 y 38). La degradabilidad de la FDN fue inferior

en la variedad invernadero alcanzando una tasa máxima de 3% comparado con 12 % de la otra variedad. La velocidad de degradación de la MS, PB y FDN, de los tallos fue siempre inferior a la de las hojas. Esta tendencia indica que los componentes de la MS del tallo son resistentes a la degradación microbial, requiriendo más tiempo para lograr una fermentación adecuada.

En cuanto a los frutos, éstos presentaron similares tasas de degradación en las dos variedades. (figuras 36 y 39).

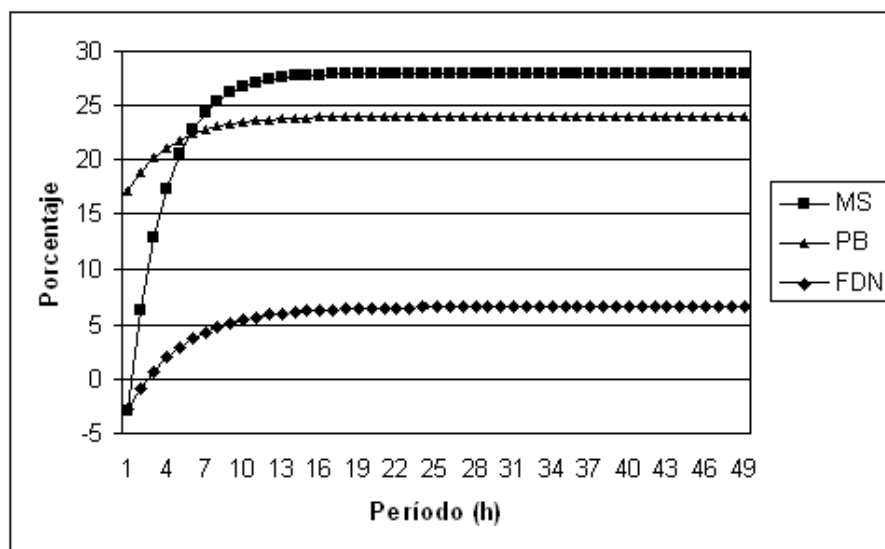


Figura 37. Degradabilidad de la MS, PB y FDN en hojas de residuo de cultivo de tomate variedad Mentado Duque (aire libre).

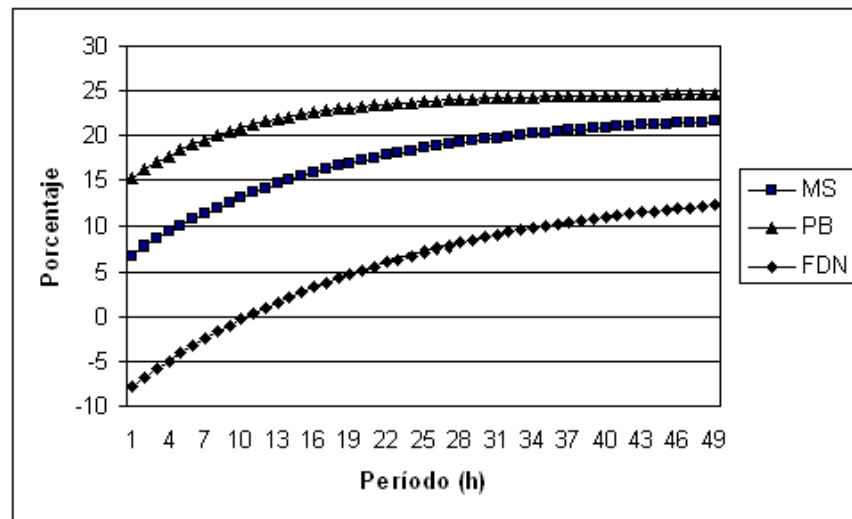


Figura 38. Degradabilidad de la MS, PB y FDN en tallos de residuo de cultivo de tomate variedad Mentado Duque (aire libre).

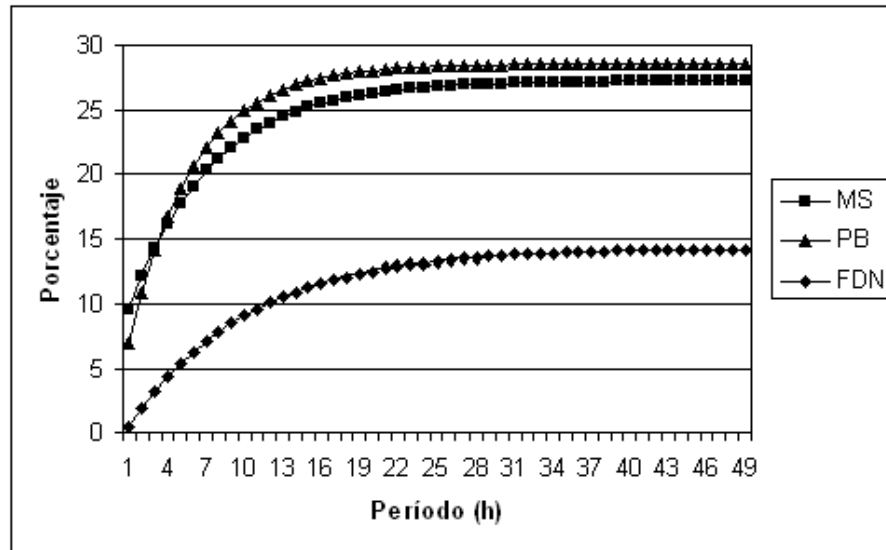


Figura 39. Degradabilidad de la MS, PB y FDN en frutos de residuo de cultivo de tomate variedad Mentado Duque (aire libre).

5. CONCLUSIONES

- Todos los residuos de los cultivos y variedades del maíz, lechuga, pepino, tomate y melón, incorporados en el presente estudio, constituirían un componente energético y/o proteico, con un gran potencial de incorporación a la alimentación de animales rumiantes, en que sólo se consideraría su valor de recolección y posterior aprovechamiento.
- Evaluado desde el punto de vista económico, los residuos disponibles en base a los componentes nutritivos de los residuos, ellos podrían constituir alternativas de reemplazo parcial en su aporte proteico y energético, con ventajas comparativas ante otros productos tradicionalmente utilizados.
- El aporte de biomasa aérea residual, en términos de materia verde y materia seca, de las especies estudiadas, con excepción de la lechuga, son comparables, y en algunos casos superiores a lo aportado, por unidad de superficie, por praderas artificiales tradicionalmente utilizadas en la dieta animal.
- De los resultados obtenidos, se concluye que el rendimiento de MS/ha. residual de las especies tomate (var. Carmelo), pepino (var. Encore) y Choclo (var. Jacques 7790), alcanzaron valores superiores a los 11.000 kg de MS/ha. Estos valores son comparables a la producción anual de una hectárea de alfalfa.
- Específicamente en el caso del residuo del maíz variedad choclero, su rendimiento en porcentaje de MS/ha, constituye un 40% de lo alcanzado por el residuo de maíz para grano, diferencia producida por la ausencia de corontas y chalas como por el alto contenido de humedad residual del primero respecto al segundo, en el momento de la cosecha.

- En el residuo del tomate, se destaca el alto volumen residual de la variedad Carmelo, el cual superó las 168 toneladas de MV/ha. Esta cifra es comparable a la producción de una hectárea de maíz de ensilaje, con la limitación del alto contenido de humedad de este residuo.
- En lo relativo al contenido proteico, se destacaron los frutos de las especies y variedades hortícolas tomate, melón y pepino, incluidos en los residuos. En efecto, los frutos de melón superaron el 16% de proteína; los frutos de tomate, variedad Mentado Duque, alcanzaron un valor de 21%. Estos valores son comparables al contenido proteico de la alfalfa.
- En lo que se refiere al factor digestibilidad aparente, el residuo de lechuga registró los valores más altos, con un porcentaje superior al 80 %. Contrariamente el residuo de maíz fue el que resultó con el menor valor para este parámetro, con un porcentaje ponderado ligeramente superior al 50%.
- Consecuentemente, los valores de energía metabolizable fueron menores para el caso del maíz, con una cifra promedio de 1.5 Kcal/gr para ambas variedades; mientras que el residuo de lechuga superó los 2.1 Kcal/gr, considerando las dos variedades experimentadas.
- En el caso de cultivos de tomate y pepino, bajo invernadero, inciden en la operacionalidad y costo de cosecha, la altura del residuo, su densidad y la infraestructura de soporte, interactuando con la factibilidad del uso de una cosecha mecanizada.

6. LITERATURA CITADA

1. AOAC. 1960. Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of analysis. 9ª ed. Washington D.C. , Association of Agricultural Chemists. 832 p.
2. BATH, D. 1980. Feed by-products and their utilization by ruminants. In: Up-grading residues and by-products for animals. (John T. Huber) 2 - 16 p.
3. BLAIR, R. 1974. Utilization of Wastes and by- products in animal feed. Feed Stuffs 46. 19 - 24.
4. BOZA, J. et al. 1985. Simp. Int. Explotación caprina en zonas áridas. Islas Canarias. España.
5. BOZA, J y FERRANDO, G. 1989. Situación actual en el estudio y aprovechamiento de los subproductos en España. En: Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal III. Junta de Andalucía.
6. CERDA, D. et al., 1987. Validación y estudios comparativos de métodos estimadores de la digestibilidad aparente de alimentos para rumiantes. III Estudio de factores que afectan los métodos de digestibilidad in vitro e in situ. Av. Prod. Anim. v.12(1 y 2):77-87 p.
7. CERDA, D. et al., 1987. Validación y estudios comparativos de métodos estimadores de la digestibilidad aparente de alimentos para rumiantes. IV. Estudio del método de la digestibilidad enzimática como predictor de la digestibilidad aparente. Av. Prod. Anim. 12(1 y 2):87-97 p.

8. ESCANDON, V. 1983. Utilización de subproductos Agrícolas e industriales en la nutrición de animales herbívoros. Diferencias interespecíficas apreciables. Tesis doctoral, Universidad de Granada.
9. GUPTA, P. y PRADHAN, K. 1977. A note on the effect of silica on in vitro dry matter digestibility of legume and non-legume forages. *Indian Journal of Animal Science*. 45:497-498.
10. INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA – IICA/Chile, 2006. Potencial de los biocombustibles en la agricultura chilena.
11. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS. VII CENSO AGROPECUARIO , 2007
12. LATIN AMERICAN TABLE OF FEED COMPOSITION. 1974. University of Florida. Institute of Food and Agriculture Sciences. Center for Tropical Agriculture. Department of Animal Science. 509 p.
13. MANTEROLA, H. 1980. Uso de desechos agrícolas en alimentación de ganado. Circular de Extensión Alejandro Rojas Sierra. 4:10-12.
14. MANTEROLA, H. 1988. Alternativas alimenticias posibles de ser utilizadas en alimentación animal. Circular de Extensión 7(1-17) 1988. Publicación del Departamento de Producción Animal de la Fac. de Cs. Agr. y Forestales de la Universidad de Chile.
15. MORENO, A. 1988. Potencial de aprovechamiento ganadero de los subproductos hortícolas de la comarca agraria. Tesis Ing. Agr. Cordova, 1988.

16. NICHOLSON, J. 1984. Reducing feed costs. The Challenge in perspective. Can. Journal of Animal Science, 64,501-503.
17. NUTRIENT REQUIREMENTS OF DAIRY CATTLE. 1988. National Academy Press, Washington, D.C. 1988.
18. ODEPA. 2007. Superficie sembrada de cultivos anuales.
19. ORSKOV, E.; HOVELL, F. y MOULD, F. 1980. Uso de la técnica de la bolsa nylon para la evaluación de los alimentos. En: Producción Animal Tropical. v.5(3):213-233.
20. PRESTON, T. 1986. Better utilization of crop residues and by-products in animal feeding: Research guidelines. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Roma. 154p.
21. PULLI, S. 1976. Cellulase digestion technique compared with the in vitro digestibility of forages. Journal of the Scientist Society. Finland .48:187-194.
22. RIVEROS, E. 1986. Digestibilidad de los forrajes como expresión de su valor nutritivo. En: Avances en Producción Animal V.11(1-2):3-25, 1986.
23. RIVEROS, E. y MAGOFKE, J. 1985. Variaciones estacionales de la productividad de un ecosistema de praderas húmedas y su influencia sobre el crecimiento de terneros Holstein Friesian nacidos en diferentes meses. One. Vacunos de Carne (1):192-213.
24. RIVEROS, E. y OLIVARE, A. 1983. Productivity and botanical composition reponse of a stabilized pasture to different utilization patterns. En:Proceeding of the

XIV International Grassland Congress. Kentucky, U.S.A. 1981. Smith, A. and Hays, V. (Ed). Westview Press Colorado (U.S.A.) pp 442-445.

25. SILVA, M. 1987; SOTO, L. 1981. Curso de establecimiento y manejo de praderas. Estación Experimental La Platina. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA. 40p.
26. SOTO, L.; LOPEZ, H. Y ARRIAGADA, B. 1984. Mezclas de alfalfa con gramíneas forrajeras utilizadas bajo corte. Informe Técnico Anual 1983/1984. Área de Producción Animal. Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (INIA) 1:15-24.
27. VAN ES, J. and VAN DER MEER, J. 1980. Methods of analysis for predicting the energy and protein value of feeds for farm animals. Lelystad, The Netherlands :6-74.
28. VAN SOEST, P. 1963. Use detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid methods for the determination of fiber and lignin. J. Assn. Off. Anal. Chem., 46:892-935.
29. VAN SOEST, P. 1967. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. Journal of Animal Science 26: 119-128.
30. VAN SOEST, P. y JONES, P. 1968. Effect of silica in forages upon digestibility. Journal of Dairy Science. 51:1644- 1648.
31. WEDIN, W. y KLOFENSTIEN, T. 1985. Cropland pastures and crop residues, p. 496-505. In: The Science of grassland agriculture. Iowa State University.

32. WERNLI, C. 1982. Utilización de subproductos agrícolas e industriales en alimentación del ganado. Santiago, Sociedad Chilena de Producción Animal. 88p.