

302827



UNIVERSIDAD MOTOLINIA A. C. 29
27

ESCUELA DE QUIMICA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA U.N.A.M.

**ELABORACION DE ENSILADOS A PARTIR DE CITRICOS
DE DESECHO (NARANJA, LIMON Y TORONJA)
CON RASTROJO DE MAIZ Y UREA,
EN CUATRO DIFERENTES PERIODOS**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO.

PRESENTAN:

**SILVIA QUEZADA CAMARENA.
LUZ MARIA SANCHEZ ESCARCEGA.**

México D.F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTE TRABAJO FUE REALIZADO EN EL:

**DEPARTAMENTO DE NUTRICION ANIMAL DE LA SUBDIRECCIÓN DE
NUTRICION EXPERIMENTAL. Y CIENCIA DE LOS ALIMENTOS DEL
INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICION "SALVADOR ZUBIRAN".**

BAJO LA DIRECCION DE:

M. en C. MARIA ISABEL DE LOS DOLORES CASTRO

Ph. D. FERNANDO PEREZ-GIL ROMO.

**AGRADECIMIENTOS.
DE LUZ MARIA SANCHEZ.**

A dios por ser mi guia.

A mis padres por su apoyo comprensión y cariño.

A mis hermanos Mariano y Gilberto por estar siempre conmigo.

A mis abuelitas Avelina y Lupita por sus sabios consejos.

A la memoria de mi abuelito Mariano.

A todos mis tios y primos por su afecto.

A mis maestros, amigos que por todo su apoyo y consejos han ayudado a mi formación.

A la M. en C. Ma Isabel Castro por su ayuda incondicional.

A Samy por brindarnos la materia prima necesaria para la realización de este proyecto.

A todas aquellas personas que de alguna forma colaborarán a la elaboración de esta tesis.

Al INN "SZ" por permitirnos utilizar sus instalaciones.

AGRADECIMIENTOS.

DE SILVIA QUEZADA.

A mis padres, Tesesita del niño Jesus y Guilibaldo por su apoyo, comprensión cariño, amor, pero principalmente por darme la vida.

A mi hermana Lorena por su ayuda incondicional, su experiencia y conocimiento que siempre me brinda.

A mi Novio Gilberto González por su confianza, apoyo incondicional, amor y respeto.

Con afecto a mis tíos, a mis primos, principalmente al Contador Guillermo Guzmán, al Lic. Gerardo Alberto Quezada por brindarme siempre su amistad y cariño.

A todo el personal del Departamento de nutrición Animal del INN"SZ", en especial a la Biologa Rosa Ma. Castillo, Ing. en Bioquímica Jesus Carmona, M.V.Z. Felipe Ramos y Q.F.B: Ma. Concepción Calvo.

A Samy por proporcionarnos la materia prima para la elaboración de esta Tesis

A todos mis profesores por haberme dado parte de su vida, con tanto amor y dedicación en especial Q.F.B. Virginia Villanueva, Ing. en Alimentos Ernesto Canela, Ing. B.Q. Eduardo Mendoza, Q.F.B. Evangelina, Q.F.B. Graciela Sosa, Q.F.B. Francisco López, Químico Gabriel Bucio, Q.F.B. Rosario Vazquez, Q.F.B. Dulce Ma. Denetro. Ing. Civil Adolfo, Ing.Q. Xavier Tortolero, Q.F.B. Gloria Benedeto.

A mis Compañeros por todos los momentos que compartimos juntos especialmente a mis amigos Verónica Jasso, Luz Ma. Sánchez, Carolina Angeles, Ana Ma. Hernández, Karina Montoya, Claudia Torres, Ana Luisa Reyes, Laura Ledezma, Rafael Cortez y Ma. del Carmen Ocampo.

A mi Querida Escuela "Universidad Motolinia" por mi superación Personal y profesional.

Y sobre todo quiero agradecer , a alguien que sin él no hubiera sido posible nada de esto, por poner a cada uno de ustedes en mi camino, y que sin él no hubiese llegado a esto.

"UNA Y MIL GRACIAS DIOS MIO"

INDICE

	Pag
I. INTRODUCCION	
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Objetivo	5
1.3. Hipotesis	6
II ANTECEDENTES.	
2.1. Ensilado	8
2.1.1. Silo	8
2.1.2. Ensilaje	9
2.1.3. Cambios Bioquímicos en el Proceso de Ensilaje	12
2.1.4. Calidad del Ensilado	14
2.2. Digestibilidad	18
2.2.1. Acidos Grasos Volátiles	22
2.3. Características fisicoquímicas de los Ingredientes	29
2.3.1. Citricos	29
2.3.2. Pulpa de Toronja	32
2.3.3. Pulpa de Naranja	33
2.3.4. Pulpa de Limón	34

	Pag
2.3.5. Rastrojo de Maiz	39
2.3.6. Urea	42
III PARTE EXPERIMENTAL.	
3.1. Diagrama General	45
3.2. Material, Reactivos y Equipo	46
3.2.1. Material Biológico	46
3.2.2. Material de Laboratorio	46
3.2.3. Reactivos	48
3.2.4. Equipo	50
3.3. Metodología	51
3.3.1. Recolección de la muestra	51
3.3.2. Elaboración de Ensilados	52
3.3.3. Análisis Químico Aproximado	53
3.3.3.1. Determinación de Humedad	53
3.3.3.2. Determinación de Cenizas	54
3.3.3.3. Determinación de Proteína Cruda	55
3.3.3.4. Determinación de Extracto Etéreo	57
3.3.3.5. Determinación de Fibra Cruda	58
3.3.3.6. Determinación de Extracto Libre de Nitrógeno	60
3.3.4. Determinación de Fracciones de Fibra	61
3.3.4.1. Determinación de Fibra Detergente Neutro	61

	Pag
3.3.6.2. Determinación Fibra Detergente Acido	62
3.3.4.3. Determinación de Lignina, Celulosa y Sílice	64
3.3.5. Determinación de Nitrógeno No Protelco	67
3.3.6. Digestibilidad <u>in vitro</u>	68
3.3.7. Determinación del Contenido Energético	70
3.3.8. Analisis Estadistico	72

IV RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1. Resultados	74
4.2. Discusión de Resultados	83

V CONCLUSION.

5.1. Conclusión	93
-----------------	----

VI BIBLIOGRAFIA.

Bibliografia	94
Apendice	103

CAPITULO I.

INTRODUCCION.

1.1 Planteamiento del problema.

Entre los grandes problemas nacionales, se distinguen bajos niveles de producción agrícola y pecuaria, como resultado de un gran número de factores técnicos y socioeconómicos que inciden sobre la producción.

Uno de los factores más notables dentro de la problemática pecuaria es el relacionado con la alimentación del ganado. El más grande problema de la ganadería nacional es que los animales no están comiendo en forma suficiente y adecuada durante todo el año.

El problema de alimentación, tiene relación estrecha con la disponibilidad de forraje. En México, se puede encontrar una variedad amplia de condiciones ambientales y casi todas las formas climáticas tipificadas en el mundo.

El efecto final del ambiente sobre las plantas forrajeras se traduce en un comportamiento estacional de la disponibilidad del forraje; lo que ha ocasionado que en algunas épocas haya excedente y en otras escasez. (34)

El problema principal es el poder planificar un sistema que sea nutricionalmente adecuado a la explotación ganadera la cual, básicamente en su mayoría consiste de forrajes y pastos, desaprovechando eficientemente un gran porcentaje de subproductos de las industrias citrícolas, los cuales son considerados como energéticos, además de poseer un alto grado de digestibilidad. (72)

En los últimos años el cultivo de cítricos en México registra un importante repunte como cultivo de alternativa en las zonas tropicales del país con una superficie de 393,000 Ha las cuales representan el 38% del área frutícola nacional.

De esta superficie el 69% se cultiva con naranja, el 23% con limón, el 3% con mandarina, el 2% con toronja y otros cítricos con el 3%. Los principales estados productores son: Veracruz, San Luis Potosí, Tamaulipas, Yucatán, Colima, Michoacán, Tabasco, Nuevo León, Sonora, Oaxaca y Guerrero. (26)

En los países en desarrollo, las pérdidas postcosecha alcanzan entre el 20 y 60%.

Las causas que propician las pérdidas son: dispersión de las áreas productoras, alta incidencia de enfermedades, daños mecánicos, uso escaso de variedades caracterizadas, diferencias tecnológica en labores de cultivo, cosecha y postcosecha, deficiencia en los sistemas de transporte, escasa información sobre mercados y altos costos de intermediación, entre otros. (27)

El problema de los Citricultores unidos de Veracruz radica en el gran porcentaje de pérdida de cítricos que es aproximadamente 25 %.

La pérdida de cítricos inicia desde el cultivo hasta el almacenamiento:

- Cultivo: por plagas y animales.
- Cosecha: manejo en el corte, en el transbordo al momento de vaciar.
- Transporte: merma por deshidratación perdiendo aproximadamente 3 % de su peso.
- Almacenamiento: dependiendo de la época de cosecha ya que en las últimas cosechas es donde se registra mayor porcentaje de pérdida.

Los Citricultores Unidos de Veracruz clasifican a los cítricos de acuerdo a su calidad:

= Fruta de primera: es de buen tamaño, de excelente apariencia; esta fruta es destinada a los supermercados.

= Fruta de segunda: es de menor tamaño que la anterior, su apariencia no es tan buena esta fruta es destinada a la jugueras y también puede ir a los supermercados dependiendo de la época de cosecha.

= Fruta de tercera: es la fruta que esta quemada por el sol, golpeada, podrida, etc., no tiene ninguna utilidad y por lo tanto se tira a la basura.

Para presentar una alternativa ante la gran cantidad de cítricos de desecho y el problema de alimentación de ganado, se propone la elaboración de ensilados a partir de estos desperdicios. Lo que se busca en este trabajo es conocer la características químicas de los ensilados de cítricos de desecho a diferentes tiempos de fermentación (0, 15, 30 y 45 días)

1.2 Objetivo.

Identificar y cuantificar las características físicas y químicas, digestibilidad in vitro de tres ensilados de cítricos de desecho (naranja, limón y toronja) con rastrojo de maíz y urea en diferentes periodos de tiempo (0, 15, 30 y 45 días) como una alternativa para alimento de ganado vacuno.

1.3 Hipótesis.

Las características químicas de los ensilados a los 15 días presentaran valores cercanos a los reportados para ensilados de buena calidad.

CAPITULO II.

ANTECEDENTES.

2.1 Ensilado.

El ensilado es el forraje que resulta del ensilaje, o sea de la fermentación de una cantidad más o menos grande de pasto o plantas forrajeras amontonadas, comprimidas, y puestas al abrigo del aire y del agua, ya sea en sitios cerrados o abiertos. (19)

El objetivo de la preparación de ensilado es conseguir dentro de la masa ensilada una suficiente concentración de ácido láctico producido como resultado de la presencia de microorganismos dentro del cultivo segado; inhibir otras formas de actividad bacteriana y conservar así el material durante todo el tiempo necesario. Este concepto básico incluye factores necesarios para la producción de ácido láctico tales como la exclusión de aire, la disponibilidad de suficientes hidratos de carbono, suficiente contenido de húmeda e iniciación de una pronta y rápida fermentación. (43)

2.1.1 . Silo.

El silo para forrajes es una construcción cuya finalidad es la de conservar y guardar el follaje verde, sea en forma temporaria o permanente. (20)

Papel del silo en la preparación del ensilaje.

- Ofrecer una superficie sólida que permita la compactación de la masa para eliminar el aire.
- Proteger los materiales ensilados contra el aire y el agua durante el período de almacenamiento.
- Facilitar la extracción del ensilaje sirviendo de base para el equipo de descarga.(43)

2.1.2. Ensilaje.

El ensilaje es el conjunto de trabajos y manejos que se hacen con el forraje verde (producto herbáceo tal como heno, ensilado, pastizal, etc.. La característica distintiva del forraje suele ser su elevado contenido en fibra, que en los henos oscila frecuentemente entre el 25 y 30 % del extracto seco); es básicamente un proceso de fermentación anaerobio en donde los azúcares hidrosolubles son fermentados por bacterias homolácticas que producen ácido láctico o bien por bacterias heterolácticas que producen ácido láctico, acético, manitol, etanol y bióxido de carbono, así mismo las levaduras pueden intervenir produciendo ácido láctico, etanol y bióxido de carbono.(20,36)

Los procesos de ensilaje son regulados por tres factores que interactúan correlacionados:

- 1) Las bacterias que se encuentran en la materia vegetal.
- 2) El aire que queda dentro de la masa almacenada sin posibilidad de escape.
- 3) La composición de la materia vegetal. (20)

Principios del ensilaje.

1.- Evitar en lo posible, que la materia verde que se trata de conservar sufra pérdidas de elementos útiles, y al efecto suprimir hasta donde sea posible, cualquier transformación nociva de la materia inicial, puesto que dicha transformación da por resultado un desperdicio de materias nutritivas.

2.- Hay que procurar el mejoramiento del producto aumentando la digestibilidad por medio de una fermentación. (19)

Ventajas.

- A) Es la mejor forma y mas barata de almacenar alimentos jugosos para las épocas de escasez.
- B) Los forrajes verdes pueden ensilarse durante un tiempo malo que no permitiría henificarlo (henificación es el proceso de deshidratación natural del forraje verde cortado y expuesto al sol para llevarlo a niveles de 15 a 20% de humedad).
- C) Una cantidad terminada de ensilado producirá más leche o carne que si se da en forma de rastrojo o heno.
- D) Hay menos desperdicio alimentando con ensilado que con forraje seco, el buen ensilado cuando se da con propiedad es totalmente consumido.
- E) El ensilado es muy apetecido por los rumiantes.
- F) Se asemeja a los forrajes verdes por el jugo que contiene y algunas veces obra benéficamente sobre el aparato digestivo.
- G) En una superficie determinada, puede mantenerse un número mayor de cabezas de ganado, cuando la cosecha se transforma en ensilado.
- H) En las zonas que actualmente por la escasez de forrajes no pueden tener ganado, el ensilaje permitirá la explotación ganadera.
- I) Económicamente el ensilaje es el método de conservación de forraje que requiere menos gastos y cuya ejecución es compatible con las demás labores del campo.
- J) El ensilado se digiere mejor porque siendo pastoso debido a su gran riqueza en agua, el ganado lo masca y rumia mejor.
- K) El ensilado sufre menos deterioros debido a las condiciones atmosféricas porque queda en el campo la mitad del tiempo que el heno ordinario, y no es expuesto al perjuicio de la lluvia. (19)

Desventajas

Las principales desventajas del ensilado son:

- A) Este tipo de alimento generalmente no tiene canales comerciales y por lo tanto no tiene un valor comercial establecido.
- B) El ensilado tiene un corto período de vida una vez que ha sido removido del silo y la cantidad de agua que contiene el ensilado debe de ser movida, almacenada, removida y manejada durante la cosecha almacenamiento y alimentación lo cual incrementa los costos de manejo y almacenamiento.
- C) Se requiere de mano de obra.
- D) Un mal ensilado provoca pérdida de nutrimentos.
- E) Requiere de condiciones especiales. (36)

2.1.3. Cambios bioquímicos en el proceso de ensilaje.

El proceso de ensilaje se inicia desde el momento en que el forraje es cortado y se empiezan a dar en este alteraciones bioquímicas indispensables para la conservación del material vegetal. Estos cambios bioquímicos son los siguientes:

Respiración celular.- La hierba después de cortada y almacenada en los silos, sufre modificaciones debidas principalmente a la respiración de las células, las cuáles continúan vivas por un periodo que depende de la cantidad de oxígeno presente en la masa de forraje almacenada; el proceso de respiración produce calor y desprendimiento de bióxido de carbono . El consumo de oxígeno a partir del aire presente y la producción de bióxido de carbono favorece las condiciones anaeróbicas esenciales para el posterior desarrollo de las bacterias lácticas. También en esta fase hay degradación de azúcares solubles e incluso de protelinas, que no se detienen sino hasta que el pH es menor a 4. El tiempo óptimo de duración de la fase de respiración no deberá rebasar las primeras 5 horas después de tapado el silo lo cual va a depender de la eficiencia del sellado del mismo para que no entre aire y de la eficiente compactación del forraje (17,29,49)

Iniciación de la producción de ácido acético.- El comienzo de la acidificación se debe a las bacterias coliformes gram (-) no esporuladas que transforman los azúcares y liberan ácido acético, ácido fórmico, etanol, anhídrido carbónico, ácido láctico y ácido butírico. La temperatura óptima de estas bacterias es de 20 a 40° C y se detiene a 50° C (17,49).

Iniciación de la producción de ácido láctico.- Cuando la anaerobiosis es suficiente se desencadena la fermentación láctica por medio de Lactobacillus sp. y otras bacterias, cuyo desarrollo óptimo ocurre a 35° C necesitando un ambiente rico en azúcares solubles exento de oxígeno. Este proceso se interrumpe cuando se alcanza un nivel de pH entre 3 y 4. (49).

Estabilización del pH.- Cuando se alcanza el nivel de acidez citado, se interrumpe y estabiliza el proceso, completando así la fase de fermentación misma que se alcanza alrededor de 18 a 21 días después de tapado el silo (29)

Cuando no se alcanza rápidamente un pH bajo, se desarrollan los microorganismos putrefactivos, principalmente los del género Clostridium. Estos atacan las proteínas y otros componentes celulares, produciendo ácido butírico otros ácidos, así como diferentes aminas y sustancias que pueden ser tóxicas para el ganado . El contenido de ácido butírico en el ensilado es un indicador importante de la degradación de la proteína del forraje. La fermentación butírica se desarrolla cuando las temperaturas del silo son de 32 a 40° C y el pH de 4.5 (29,57)

2.1.4. Calidad del ensilado.

Para clasificar la calidad del ensilado en lo referente al proceso fermentativo, existen 2 métodos, el descrito por Fleig y el método de prueba sensorial.

Método de Fleig.

Fleig desarrolló un esquema en el cual los puntos son adjudicados de acuerdo a la cantidad relativa de ácido láctico, acético y butírico en el proceso fermentativo. Esta valoración de los principales productos de la fermentación provee de bases confiables para juzgar la calidad de un ensilado. Aunque el esquema se hizo para la determinación de los ácidos por destilación, se considera válida para otros métodos analíticos (Cuadro No 1). (17,43)

Cuadro No. 1

Evaluación de un ensilado según Fleig

ACIDO	PROPORCION DEL ACIDO (%)	PUNTUACION
Acido Láctico	0-20.0	0
	20.1-25.0	2.5
	25.1-30.0	5.0
	30.1-34.0	7.0
	34.1-38.0	9.0
	38.1-42.0	11.0
	42.1-46.0	13.0
	46.0-50.0	15.0
	50.1-54.0	17.0
	54.1-58.0	19.0
	58.1-62.0	21.0
	62.1-66.0	23.0
	66.1-70.0	25.0
Acido acético	0.0-15.0	
	15.1-20.0	25.0
	20.1-24.0	23.0
	24.1-28.0	21.0
	28.1-32.0	19.0
	32.1-36.0	17.0
	36.1-40.0	15.0
	40.1-45.0	12.5
	45.1-50.0	10.0
	50.1-55.0	7.5
55.1-60.0	5.0	
Acido butirico	0.0- 1.5	50-45
	1.6- 3.0	38.0
	3.1- 4.0	37.0
	4.1- 6.0	34.0
	6.1- 8.0	32.0
	8.1-10.0	30.0
	10.1-12.0	28.0
	12.1-14.0	26.0
	14.1-16.0	24.0
	16.1-18.0	22.0
	18.1-20.0	20.0
	20.1-25.0	15.0
	25.1-30.0	10.0
30.1-40.0	5.0	

Método de prueba sensorial.

Este método se basa en clasificar el ensilado de acuerdo a sus características organolépticas y es como sigue:

- a) Olor de 0 a 12 puntos.
- b) Preservación de la estructura de los tejidos vegetales de 0 a 5 puntos.
- c) Color de 0 a 3 puntos.

El mejor ensilado podrá tener 20 puntos si la clasificación se hace de acuerdo con la siguiente escala.

De 18 a 20 puntos- Muy bueno.

De 10 a 17 puntos- Satisfactorio

De 4 a 9 puntos- Entre mal y regular.

De 0 a 3 puntos- Muy malo. (20)

Estos criterios son invariablemente usados para juzgar la calidad del ensilado este método, no requiere de laboratorio, y se realiza de una manera fácil y práctica, sin embargo una clasificación cualitativa con estas bases es subjetiva y susceptible a mala interpretación (15)

Nilson (1956) empleó únicamente el contenido de ácido butírico y de nitrógeno amoniacal, expresado como porciento de nitrógeno total, para indicar la calidad de ensilado, clasificándolo en 5 grupos (Cuadro No. 2) (15)

Cuadro No. 2		
Evaluación de un ensilado según Nilson		
Calidad	Nitrógeno amoniacal como % de nitrógeno total	% ác. butírico
Muy buena	< 12.5	<0.10
buena	12.6-15.0	0.11-0.20
medio	15.1-17.5	0.21-0.30
malo	17.6-20.0	0.31-0.40
Muy malo	>20.1	>0

Control del contenido de humedad.

El contenido de humedad es uno de los factores que más inciden en la determinación de la calidad del ensilado, considerándose que lo ideal es trabajar material con 62-67 % de humedad. Cuando el forraje contiene más del 67% de humedad resulta difícil de manipular y lo más probable es que origine un ensilado viscoso y pútrido, produciéndose al mismo tiempo, filtraciones de jugos con pérdidas de principios nutritivos, deteriorándose las paredes de silo por la acidez y elevada presión ejercida sobre ellas. (20)

En cuanto al factor calidad, es necesario comprender lo que es un ensilado y que ningún proceso de fermentación transformará a un forraje de mala calidad, en un forraje de mejor calidad, ya que al, respecto se conoce que algo de la materia seca de éste, es inevitablemente perdida durante el proceso de fermentación. La fermentación se define como la oxidación de los azúcares y otros compuestos orgánicos, en la que interviene las enzimas secretadas por microorganismos u otras células para degradar los sustratos en alcohol y anhídrido carbónico; es un proceso anaeróbico. Oxidación incompleta en la cual no interviene el oxígeno gaseoso. La fermentación produce un alto grado de energía. (39 ,45)

2.2. Digestibilidad.

La digestibilidad se define como el porcentaje de un nutrimento dado que se digiere (o sea que desaparece) a su paso por el tubo gastrointestinal y el porcentaje de alimento que es digerido recibe el nombre de coeficiente de digestibilidad.(31,55,65)

La especie animal es un factor importante que hace variar la digestibilidad. En general, los cerdos y las aves digieren más eficientemente aquellos alimentos con elevado contenido de proteína y con baja cantidad de fibra, mientras que los ruminantes son notorios por su capacidad de aprovechamiento de los alimentos fibrosos y con bajo contenido proteico. (65)

A mayor proporción de azúcares y almidones, menos digestión habrá de la fibra cruda, pues los microorganismos del rumen atacan primordialmente a los hidratos de carbono de fácil digestión y posteriormente a la fibra, y a mayor proporción de proteínas, más numerosas y de mayor vigor al alimentarse de ellas serán los microorganismos, desdoblado la fibra cruda con mayor digestibilidad. (31)

Según Van Soest los ingredientes energéticos contienen dos fracciones que difieren en degradabilidad a nivel ruminal; la fracción digestible (contenido celular) y la fracción potencialmente digestible (pared celular) es la que da origen a las diferentes tasas de fermentación entre los distintos ingredientes .(42,71,74)

Las pruebas de digestibilidad se realizan con dos propósitos:

- 1.- Evaluar la utilización por el animal de un determinado nutrimento, sustancia alimenticia o ración.
- 2.- Establecer cuantitativamente el aporte de sustancias nutritivas digestibles. (31)

La digestibilidad varía de acuerdo con factores propios del alimento y/o por efecto de los animales que lo consumen. En general, la digestibilidad de los granos de cereales y otras fuentes de azúcares y almidones es elevada para todas las especies de animales de granja, siendo posiblemente los menos digestibles la avena y la cebada, ambos por su elevada porción fibrosa. (65).

Los alimentos que más varían en digestibilidad son los forrajes, siendo el estado de madurez el principal causante de dicha variabilidad. En general, a medida que aumenta la madurez de la planta, disminuye su contenido de proteína y de azúcares, y se eleva el de fibra (principalmente celulosa y lignina), lo que va aparejado aun decremento gradual en la digestibilidad.

Generalmente, los métodos consisten en exponer a los alimentos a la acción de enzimas digestivas como la pepsina y/o la tripsina, la celulasa, el líquido ruminal (que es una combinación de enzimas), etc., e incubar las muestras durante cierto período. el peso que pierden los alimentos se considera entonces que se debe a la acción hidrolítica de las enzimas y por lo tanto se computa como material digestible (de hecho, todas las sustancias que se disuelven en el medio acuoso empleado en estas técnicas, se consideran como disponibles para el animal). (65)

El forraje se compone de dos fracciones básicas, las paredes celulares, que son en esencia la fibra del forraje y el contenido celular. Dentro de la primera fracción se encuentran los glúcidos estructurales, celulosa y hemicelulosa, así como la lignina que limita la digestión de las anteriores. el contenido celular comprende los glúcidos solubles, almidón, fructuosa, sacarosa y otros azúcares simples, así como la proteína y otros compuestos nitrogenados no proteicos. (74)

La celulosa es el polisacárido más abundante de los componentes de la pared celular, la estructura de la celulosa se debe a la unión de varias unidades de glucosa por enlaces β -1,4. Hay evidencia de que existen entre 1400 y 10,000 residuos de glucosa en la molécula, pero el número de unidades de azúcar por cada cadena y el peso molecular de la celulosa varía con la especie de la planta. (5)

La celulosa es desdoblada inicialmente por acción de celulasas a cadenas de anhídrido-glucosa, las que a su vez son posteriormente hidrolizadas para la obtención de celobiosa; esta es desdoblada ya sea a glucosa por medio de una celobiosa o a glucosa 1-fosfato por una fosforilasa. La disponibilidad de la celulosa para los microorganismos ruminales se considera entre el 25 y 90%. (18).

La hemicelulosa es un polisacárido amorfo que incluye cadenas cortas de glucanos, polímeros de xilosa, arabinosa, ramnosa, galactosa y ácidos urónicos como el ácido glucurónico y el galacturónico(18,74).

La hemicelulosa está presente en las membranas celulares y en las estructuras fibrosas, donde asumen funciones aglutinantes. Su desdoblamiento por xilosidasas β ,1-4, producen xilo-oligosacáridos, xilobiosas y finalmente xilasas. La hemicelulosa puede definirse como la parte de la pared celular soluble en álcali frío diluido. (27,40)

La lignina es un compuesto que da el soporte estructural a las paredes celulares de las plantas y como tal se trata en forma extensiva como hidratos de carbono. (70)

La lignina es un polímero amorfo del derivado del fenil propano de elevado peso molecular. Su estructura específica no está bien descrita y su forma puede variar ampliamente de un tipo de planta a otro. Fundamentalmente es una estructura compleja formada por ligaduras de carbono a carbono y de éter, resistente al ácido y al álcali. (78)

Los rumiantes tienen la capacidad de digerir la celulosa y hemicelulosa y de utilizar el nitrógeno no proteico gracias a su población simbiótica microbiana ruminal. (18,82).

2.2.1 ACIDOS GRASOS VOLATILES. (AGV'S) Ó DE CADENA CORTA

Los principales productos finales del metabolismo de los hidratos de carbono por los microorganismos del rumén son: ácido acético, propiónico y butírico, así como dióxido de carbono y metano. Productos intermedios de importancia son los ácidos pirúvico, succínico, y láctico, pudiendo éste último ser puesto de manifiesto, algunas veces, en el líquido del rumén. Por desaminación de los aminoácidos se forman también pequeñas cantidades de ácidos grasos, como son: ácido isobutírico a partir de la valina, valérico de la prolina, 2-metilbutírico a partir de la isoleucina y 3-metilbutírico de la leucina. La concentración total de ácidos grasos volátiles en el líquido del rumén varía entre 2 y 1.5 g por litro de acuerdo con la dieta del animal y con el tiempo transcurrido desde la última comida. También varía las proporciones relativas de los ácidos de las que se presentan algunas cifras. (Cuadro No. 3) (48)

Cuadro No 3						
Acidos Grasos Volátiles (AGV) en el líquido del rumén del ganado vacuno y ovino alimentado con varias dietas						
Animal	Dietas	Total de AGV (moles/litro)	AGV individuales (proporciones molares, %)			
			Acé- tico	Propló- nico	Buti- rico	Otros
Ovino	Pasto de raygras tierno	107	60	24	12	4
Vacuno	Pasto de raygras maduro	137	64	22	11	3
Vacuno	Ensilado de hierba	108	74	17	7	3
Ovino	Heno de alfalfa troceado	113	63	23	10	4
	Heno de alfalfa molido	105	65	19	11	5
Vacuno	Heno en forma larga, 40					
	Concentrado, 60	96	61	18	13	8
	Heno granulado, 40					
	Concentrado, 60	140	50	30	11	9
Ovino	Heno concentrado:					
	100:0	97	66	22	9	3
	80:20	80	61	25	11	3
	60:40	87	61	23	13	2
	40:60	76	52	34	12	3
	20:80	70	40	40	15	5
Vacuno	Cebada (sin protozoos ciliados en el rumén)	146	48	28	14	10
Vacuno	Cebada (con protozoos ciliados en el rumén)	105	62	14	18	6

Los metabolitos del rumén son ácidos grasos volátiles. Se denominan volátiles porque a temperatura del vapor de agua se convierten en gases.(14)

El ácido volátil más simple es el acético de sólo 2 carbonos y es usualmente el más abundante en raciones altas en celulosa. Al aumentar la proporción de concentrados en la dieta, disminuye la concentración relativa de ácido acético y aumenta la de propiónico. Con dietas consistentes únicamente en concentrados, la proporción de ácido propiónico puede ser incluso mayor que la de acético. Pero aún con estas dietas predomina el ácido acético siempre que los protozoos ciliados del rumén sobrevivan en gran número.(14,48)

Le siguen en importancia el propiónico con una cadena de 3 carbonos y en tercer lugar el ácido butírico de 4 carbonos.(Cuadro No 4)

CUADRO No. 4		
Ácidos grasos formados en el rumen		
Ácidos grasos	Fórmulas	% en el rumen
Acético	CH₃ - COOH	65 A 70
Propiónico	CH₃ - CH₂ - COOH	15 A 20
Butírico	CH₃ -(CH₂)₂ - COOH	10
Valerianoico	CH₃ -(CH₂)₃ - COOH	2 A 4

Fuente Luquet F.M. (1991).

El ácido propiónico es utilizado por la ubre para producir el azúcar de la leche, lactosa. El ácido acético es utilizado para depositar grasa en el cuerpo; es utilizado por las glándulas mamarias de los rumiantes en la síntesis de los ácidos grasos de la leche; o también se quema en el ciclo de oxidación, que es el mismo mecanismo por el cual los productos finales de los hidratos de carbono y de las proteínas se metabolizan para proporcionar energía. El ácido propiónico es utilizado por el hígado para formar glucógeno. (14,40)

En la vaca, el peso total de ácidos producidos diariamente puede llegar a los 4 kg. La mayor parte de estos ácidos se absorben directamente en el rumén, retículo y omaso, y solamente una pequeña proporción atraviesa el abomaso, y es absorbida en el intestino delgado. Además, algunos de los productos de la digestión de los hidratos de carbono son usados por las bacterias y los protozoos para sintetizar sus propios polisacáridos celulares, pero las cantidades que pasan al intestino delgado son probablemente pequeñas y de escasa significación. (48)

Los ácidos grasos volátiles del rumén provienen de diversas sustancias, pero es muy probable que la fuente más importante de estos ácidos volátiles preformados sean los ensilados (69)

El ácido láctico es un poderoso agente de conservación de las materias orgánicas, puesto que destruye los agentes nocivos sobre todo los que provocan las fermentaciones butíricas. Siendo el ácido láctico un esterilizante energético, su acción sobre los órganos digestivos de los animales es de la más favorable. Es un antiséptico de primer orden que previene toda fermentación nociva en el estómago de los rumiantes especialmente en la panza. (19)

Flora microbiana del rumén.

Los rumiantes tienen la capacidad de digerir la celulosa y hemicelulosa y de utilizar el nitrógeno no proteico, gracias a su población simbiótica ruminal.

La biomasa microbiana presente en el rumén, está constituida por una multitud de microorganismos de diferente especie, predominando las bacterias y protozoarios, ciliados. Algunas de las especies bacterianas más importantes, por su capacidad para degradar a los principales hidratos de carbono de los alimentos son: *Bacteroides*, *Ruminococcus*, ciertos *Clostridium*s, *Celobacterias* y *Butirivibrio*. (Cuadro No 5) (18,84)

El número de bacterias, por ml de contenido ruminal es de 10^9 - 10^{10} . Han sido identificadas más de 60 especies, la mayoría son anaerobias que no forman esporas. El número de protozoos (10^6 /ml) es mucho menor que el de las bacterias pero como su tamaño es mayor, el volumen total puede ser igual al de aquéllas. En los animales adultos, la mayoría de los protozoos son ciliados y corresponden a dos familias. Los *Isotrichida*, denominados comúnmente holotricos, son organismos ovalados cubiertos de cilios; incluyen los géneros: *Isotrichia* y *Dasytrichi*. Los *Ophryoscolecida*, u oligotricos, incluyen muchas especies y su tamaño, forma y apariencia varían considerablemente: incluyen los géneros *Entodiniu*, *Diplodinium*, *Epidinium* y *Ophryoscolex*. Los oligotricos pueden ingerir partículas de alimento y pueden utilizar hidratos de carbono simples o complejos, incluyendo la celulosa. Los holotricos, por el contrario, generalmente no ingieren partículas de alimento y no pueden utilizar la celulosa. (48)

El número total de bacterias y la proporción de cada especie varía con la dieta del animal. Por ejemplo las dietas ricas en alimentos concentrados dan lugar a una alta población total y promueve la proliferación de lactobacilos.

Las bacterias del rumén son agrupadas, según el sustrato que fermenten, dividiéndose en: celulolíticas, hemicelulolíticas, sacarolíticas, proteolíticas, lipolíticas, utilizadoras de ácidos, hidrogenantes. (32,82)

Cuadro No. 5			
Bacterias ruminales y sus productos fermentativos			
ESPECIES	DIETAS	ACTUAN ^A	PRODUCTOS ^B FERMENTATIVOS
<i>Bacteroides succinogenes</i>	Varias	C,A	F,A,S,-C
<i>Ruminococcus albus</i>	Varias	C,X	F,A,E,H,C
<i>Ruminococcus flavefaciens</i>	Varias	C,X	F,A,S,H,-C
<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	Varias	C,X,PR	F,A,L,B,E,H,C
<i>Clostridium lockheadii</i>	Heno basto	C,PR	F,A,B,E,H,C
<i>Streptococcus bovis</i>	Grano maduro	A,S,SS,PR	L,A,F
<i>Bacteroides amilophilus</i>	Grano maduro	A,P,PR	F,A,S,-C
<i>Bacteroides ruminicola</i>	Varias	A,X,P,PR	F,A,P,S,-C
<i>Succinomonas amylolytica</i>	Forraje-grano	A,D	A,S,-C
<i>Selenomonas ruminatium</i>	Varios; granos	A,SS,GU	A,L,P,H,CLU,PR
<i>Lachnospira multiparus</i>	Pasto-legmina	P,PR,A	F,A,E,L,H,C
<i>Succinivibrio dextrinosolvens</i>	Grano maduro	P,D	F,A,L,S,-C
<i>Methanobrevibacter ruminatium</i>	Varios	M,H	M
<i>Methanosarcina barkeri</i>	Varios, melaza	M,H	M,C
<i>Spirochete species</i>	Varios	P,SS	F,A,L,S
<i>Megasphaera elsdenii</i>	Grano maduro	SS,LU	A,P,B,V,CP,H,C
<i>Lactobacillus vitulinus</i>	Pasto jugoso	SS	L
	Grano maduro		
<i>Anaerovibrio lipolytica</i>	Forraje	L	A, P, S, -C
<i>Eubacterium ruminantium</i>	Forraje	SS	F, A, B, C
<i>Vibrio succinogenes</i>	Forraje	H	S

Russell y Haspell (1981)

A).-C=celulítica, X=xilanolítica, A=amilolítica, D=dextrinolítica, P=pectinolítica, PR=proteolítica, L=lipolítica, M=metanogénica, GU=utilizan glicerol, LU=utilizan lactato, SS=mejora la solubilidad y fermentación del azúcar, H=utilizan hidrógeno.
B).-F=formiato, A=acetato, E=etanol, P=propionato, L=lactato, B=butirato, S=succinato, V=valeriato, CP=caproato, H=hidrógeno, -C=dióxido de carbono.

Factores que afectan la población microbiana.

Dentro de los principales tenemos:

- a) La dieta que el rumiante consume, tanto en cantidad como en composición por ejemplo: dietas ricas en hidratos de carbono solubles generalmente ocasionan una depresión de los organismos celulóticos y dietas ricas en proteína, por lo general aumentan la población bacteriana total.
- b) La presencia de enzimas adecuadas para actuar sobre los sustratos.
- c) El pH presente en el medio tiene un efecto marcado en la actividad enzimática y esto se manifiesta en la fermentación ruminal.
- d) Utilización de las diversas fuentes nitrogenadas, es importante porque las cepas bacterianas ruminales existentes, en un 80% se desarrollan con amoníaco como única fuente de nitrógeno y para el 26 % es imprescindible para sobrevivir.
- e) Cantidad y tipo de proteína ingerida en la dieta.
- f) Presencia de ciertos ácidos grasos volátiles para poder utilizar la proteína. (42)
- g) Contenido de pared celular y contenido celular del alimento (forraje) a dar al animal, tomando en cuenta que la pared celular esta compuesta de celulosa, hemicelulosa y lignina, dentro de las cuales la lignina no es digestible para los microorganismos y dependiendo del contenido de esta será la mayor o menor digestibilidad del forraje. (64)

2.3. Características fisicoquímicas de los ingredientes

2.3.1. Cítricos

Los frutos de las principales especies y variedades cultivadas de cítricos difieren por su color, su forma, grosor, la composición de zumo y la época de maduración. No obstante, todos los frutos de cítricos cultivados presentan la misma estructura anatómica, aunque los elementos que componen esta estructura varían con la especie y variedad. (43)

La naranja se cosecha en México prácticamente durante todo el año, aunque su máximo volumen se presenta de enero a abril, y disminuye notablemente de junio a septiembre.

El limón presenta su máxima cosecha de junio a septiembre y baja de enero a abril. La toronja se produce de junio a febrero con un volumen superior de julio a agosto. (26)

Las características químicas de los productos cítricos permiten inferir que serían buenos ingredientes energéticos en suplementos o raciones para rumiantes, la digestibilidad de la mayoría de sus componentes nutricionales, es bastante alta. (Cuadro NO 6) (54)

Cuadro No. 6						
Digestibilidad de los plenos a base de cítricos						
Producto	Animal	Digestibilidad				
		MO (%)	PB (%)	FB (%)	EE (%)	ELN (%)
Naranja fresca entera	Ovinos	64.4	82.3	44.1	99.2	
Ensilaje de pulpa de naranja	Ovinos	53.1	76.4	62.5	93.5	
Pulpa de cítricos desecada	Ovinos	83.0	41.1	79.7	100	87.7

Fuente B. J. Gohl (1973).

MO = Materia orgánica.

PB = Proteína bruta

FB = Fibra bruta.

EE = Extracto etéreo.

ELN = Extracto libre de nitrógeno.

Pulpa de cítricos.

La pulpa y orujo de cítricos son residuos de las fábricas que preparan jugos de estos frutos, conservas de los mismos. Este residuo está formado por la cáscara, el bagazo de la parte interna, incluidas las semillas y a veces frutas de desecho, en ocasiones después de haber extraído parte del aceite volátil de la cáscara.

La pulpa de los cítricos esta formada principalmente de naranja y toronja, aunque a veces también por el limón, solo que éste es menos apetecible que los anteriores.

La pulpa seca de frutos cítricos se emplea principalmente en la alimentación del ganado vacuno de leche.

El ganado vacuno de engorda o lechero consume fácilmente la pulpa fresca de cítricos, una vez que se han acostumbrado a ella. (21)

En la mayoría de los casos la pulpa de cítricos no altera el sabor de la leche, pueden consumir las vacas lecheras 2kg diarios.

También puede ensilarse dicha pulpa preferentemente con heno u otro forraje picado, pues es muy acuosa.

La pulpa de cítricos aún cuando es relativamente alta en contenido de fibra cruda en principio se le considera como una materia prima energética.

La pulpa seca de frutos cítricos se parece algo por su composición y naturaleza, a la pulpa seca de remolacha. es un poco más rica que ésta en principios nutritivos digestibles totales (74.4 %), pero es muy pobre en proteínas digestibles (2.5%). (19)

La pulpa deshidrata de cítricos posee una digestibilidad aparente de la materia seca. El bajo porcentaje de proteína cruda en la pulpa de cítricos puede ser corregido con una fuente de energía de nitrógeno no proteico como la urea.(35)

2.3.2. Pulpa de Toronja.

Los subproductos secos derivados de la toronja son altos en hidratos de carbono y materia seca y bajos en proteína, grasa y minerales.

Tiene un ligero efecto laxante y mejora la condición y apariencia de los animales, la comen voluntariamente en grandes cantidades. Ni el sabor amargo de la toronja ni su acidez reducen su palatabilidad. carece de efecto tóxico sobre los animales.

La pulpa de la toronja es un alimento agradable para el ganado lechero cuando se les da a las novillas lecheras se ponen muy saludables, engordan y el pelo se les pone brillante La producción de leche aumenta cuando se añade este alimento a la ración y no afecta ni el color ni el sabor de la leche.(22)

Como es un concentrado rico en hidratos de carbono digeribles y pobre en proteínas, puede sustituir, por lo menos, parte de los alimentos carbonáceos como el maíz sobre todo cuando escasean y están caros. (22)

2.3.3. Pulpa de Naranja.

La pulpa de la naranja en su estado fresco es rica en hidratos de carbono, alta en agua y baja en proteínas grasa y minerales.

La digestibilidad de esta pulpa es alta. Pruebas efectuadas en la alimentación demuestran que en cada 45.4 kg de materia seca alrededor del 78% de los nutrimentos son digeribles. Esto incluye alrededor de 31.78 Kg de hidratos de carbono digeribles, 3.178 Kg de proteínas digeribles y 0.3632 Kg de grasa digerible.

La pulpa fresca de la naranja es una masa húmeda y pesada que consiste de la corteza, el bagazo y las semillas. es agradable al paladar y el ganado la come con gusto. La pulpa seca que es mas liviana, contiene mucho menos humedad y es menos agradable al paladar que la fresca. Sin embargo, el ganado la come sin dificultad sobre todo cuando se mezcla con otros alimentos cuando se da en grandes cantidades tiene un ligero efecto laxante. Carece de efectos tóxicos. (Cuadro No. 7)

(22)

Cuadro No.7			
Composición química de la pulpa de naranja			
Componentes	Pulpa (%)	Cáscara (%)	Total (%)
Agua	12.1	12.2	13.7
Proteína bruta	7.7	3.2	5.1
Grasa bruta	1.5	5.4	4.7
hidratos de carbono	67.3	69.7	61.8
Fibra bruta	8.0	15.3	9.4
Cenizas	3.4	4.2	5.3

Fuente Flores (1983)

2.3.4. Pulpa de Limón

El limón posee un alto contenido de humedad, bajo en proteína y su alto contenido en hidratos de carbono, una característica muy importante para la elaboración de un ensilaje. (Cuadro No. 8). (37)

Cuadro No. 8	
Análisis químico del limón mexicano(100 g de pulpa)	
Componentes	Unidades
Proteína	1.0 g
Extracto etéreo	0.2 g
Hidratos de carbono	9.2 g
Calcio	55.0 mg
Fósforo	23.0 mg
Hierro	1.48 mg
Tiamina	0.05 mg
Riboflavina	0.03 mg
Niacina	0.20 mg
Vitamina C	42.00 mg

Fuente: CONAFRUT (1980)

La cáscara de limón es el primer subproducto de la industrialización de esta fruta y hasta hace poco, era considerada como un producto de desecho. Sin embargo, durante los últimos años, se ha investigado su utilización al estado fresco, deshidratada e incluso ensilada. (54)

Existen estudios sobre ensilajes de cítricos, autores como Ramírez (1979) y Vaquero (1980) muestran la composición química de la pulpa de cítricos deshidratada, de los datos presentados, se observa que la pulpa de cítricos es más bien un ingrediente de tipo energético, ya que el contenido de proteína es inferior a 8%. (Cuadro No. 9) (58,72)

Cuadro No 9		
Composición química aproximada de la pulpa de cítricos deshidratada en base seca.		
Componentes (%)	A	B
Extracto etéreo	2.10	4.40
Proteína cruda	7.16	5.70
Cenizas	6.55	7.00
Fibra cruda	12.58	26.90
Extracto libre de nitrógeno	71.57	56.00
Calcio	2.36	1.00
Fósforo	0.11	0.05

Fuente (A) Ramírez (1979) y (B) Vaquero (1980)

Rodríguez (1971) realizó una serie de experimentos sobre la utilización de la pulpa deshidratada de cítricos (PDC) en la alimentación de vacas lecheras y encontró que cuando la PDC fue incluida en la ración de las vacas, el porcentaje de grasa de la leche se incrementó ligeramente.

El aumento observado en el porcentaje de grasa de la leche en este experimento, puede ser explicado debido a que la alimentación de rumiantes con PDC resulta en un aumento en la proporción molar del ácido acético en el líquido ruminal, y está bien establecido que este ácido es un precursor importante en la síntesis de grasa en la glándula mamaria. (Schaibly y Wing, 1974) (Annisson y Armstrong, 1970)

En otro experimento, Rodríguez (1972) no observó un efecto positivo al incluir PDC en el concentrado de vacas lecheras en comparación con otras fuentes de energía.

En un experimento subsecuente, Rodríguez (1972) encontró que en la cantidad de concentrado (conteniendo 77% de PDC) ofrecido a vacas lecheras no afectó el porcentaje de grasa de la leche.

Carrera (1979), realizó un trabajo de suplementación de alimento para novillos en praderas de ballico italiano (Lolium perenne) en el que el suplemento constaba de una mezcla de 40% de maíz, 8.4% de cama de pollo, 20% de melaza, 5% de sorgo, 2% de urea, 23% de pulpa de cítrico y 1.3% de fosfato monosódico. Se encontró que los novillos que pastoreaban ballico italiano y que fueron suplementados con la mezcla se comportaron superiores al testigo (no suplementado). Se registraron aumentos de 996 g/animal/día, para el testigo con diferencia estadística ($P > 0.05$) entre los tratamientos. (8)

Aguilera y O'Donovan (1975), sugieren que la pulpa cítrica es un material adecuado para ensilar, en base a las características particulares de pH, contenido en hidratos de carbono soluble y conservación de la proteína del ensilaje. Volvani (1956), encontró que, durante la fermentación del ensilaje de pulpa pierde hasta 40 ó 50% de

peso fresco, por lo que sugiere mezclar la pulpa fresca con gramíneas o leguminosas semisecas, que no pueden ensilarse bien secas. En este caso la humedad que pierde la pulpa queda absorbida por el forraje verde y el ensilaje resultante tiene un olor agradable, por lo que los vacunos lo consumen fácilmente. (2)

Estudios realizados en la Florida EE. UU. (Becker 1955, Ammerman et. al. 1963 y Ammerman et.al. 1967, citados por Santos y Aguilera 1981) demostraron que se puede sustituir desde el 40 al 70% del grano de harina de maíz por pulpa de cítricos deshidratada en dietas para toros y novillos sin que se afecte la ganancia de peso la calidad de la canal y la eficiencia de los alimentos. (62)

Megias, et al. (1993) estudio los cambios químicos durante el ensilaje de la cáscara de la naranja (*Citrus arantium*) ensilada en microsilos (50 lt) por cien días, el pH disminuyó rápidamente, manteniéndose valores de pH 3 durante todo el experimento, permitiendo la producción de una elevada concentración de ácido láctico durante los primeros días del proceso (de 2 a 5.73% de materia seca). La concentración de ácidos grasos volátiles fué óptima, los niveles de materia seca fueron de 21.60% otras variables nutritivas se incrementaron durante los primeros 2 a 4 días del proceso y después se mantuvieron constantes. (41)

Weinberg, Z. G., et. al. (1988). Analizó los efectos de 1% de urea, 0.05% de ácidos sórbico y una deshidratación moderada (a una temperatura de 35° C por una hora) en el proceso de ensilado de la cáscara de naranja y la reducción de la fermentación Después del tratamiento las cáscaras frescas fueron ensiladas en un diseño especial anaeróbico por 35 días en microsilos de 10kg. La población microbiana dominante del

ensilado de la cáscara fue de lactobacilos (108/g M.S.= y levaduras (105/g M.S.) y la mayor fermentación del producto fue etanol (16 % materia seca (M.S.) de ensilado controlado). El ácido sórbico es el único tratamiento efectivo para reducir la materia seca al 15 % comparado con el 30% de otros tratamientos. Los resultados químicos indican una mayor eficiencia en el proceso de fermentación con ácido sórbico. (77)

Yang, S.J., Choung , C.C. (1985). Estudiaron ensilados de cáscara o pulpa de mandarina, no tratada o secada al sol o con la adición de 0.6% de urea, no tratada o tratada con hidróxido de sodio. Se considero que el contenido óptimo de humedad fue de 75-80%, logrando un buen ensilado. La adición de paja redujo el contenido de humedad de 4 a 8%. La urea incremento la proteína cruda de 1.25 a 1.63 u %. Se observo un incremento en la digestibilidad in situ de materia seca 79.6-88.1% al comparar el control con el ensilado que contenia urea. (81)

D'urso, G., et. al.(1984) Ensilo en microsilos de plástico cilíndricos con capacidad de un litro pulpa de naranja fresca sin o con 10 ó 20% de paja no tratada o tratada con ácido o álcali por un período de 60 días. La inclusión de la paja en el ensilado inhibio la producción de efluente el cual resulta de la retención de la materia orgánica además la paja mejoro la consistencia del ensilado. La mezcla de pulpa y paja, especialmente al 20% produce buenos ensilados. La inclusión de paja tratada con ácido o álcali en vez de una paja no tratada no mejora la digestibilidad pero si mejora la estabilidad en el deterioro aeróbico del ensilado.(16)

2.3.5. Rastrojo de Maíz.

El rastrojo de maíz es el residuo que queda después de pizar las mazorcas en las plantas enteras, no es un forraje de primera calidad, tiene un valor considerable cuando se aprovecha debidamente tan pronto como el rastrojo se orea bien, debe apilarse en montones o colocarse a cubierto y no dejarlo en pie a la intemperie. (19)

El rastrojo de maíz contiene aproximadamente la cuarta parte del valor nutritivo de la planta entera, por lo cual no debe desaprovecharse como sucede en ocasiones en las explotaciones productoras de grano, en las cuales se cosechan las mazorcas sobre las plantas en pie y se deja el rastrojo en el campo sin cortarlo, desperdiciándose en gran cantidad. (19)

El cultivo de maíz (*Zea Mays*) en México es considerado como el de mayor importancia debida a su producción total y por su amplia distribución en las distintas zonas del país. (15)

Los esquilmos agrícolas han sido empleados tradicionalmente en la alimentación de los animales, y estos representan un recurso de magnitud importante para ser transformado en leche y carne; además de ser una fuente económica de energía para los rumiantes presentan características que han llevado a utilizarlo ampliamente como material para ensilar (26)

Composición química del rastrojo. (Cuadro No. 10 y 11)

Cuadro No. 10	
Composición química del rastrojo de maíz. (en base seca..)	
Nutrimento.	(%)
Materia Seca	90.21
Proteína Cruda	3.76
Extracto Etéreo	1.08
Cenizas	7.89
Paredes Celulares	70.80
Contenido Celular	29.40
Fibra Detergente Acido	43.48
Hemicelulosa	27.18
Celulosa	33.40
Lignina	8.80
Silice	3.40

Fuente: Aguilera, B.A. (1988).

Cuadro No. 11						
Composición química en porcentaje de la planta de maíz.						
	MS.	PC	GC	ELN	FC	C
Rastrojo	90.6	5.9	1.6	46.5	30.8	5.9
Olot de maíz	90.4	2.3	0.4	54.0	32.1	1.6
Maiz Brácteas (tuza)	85.0	3.4	0.9	49.6	28.2	2.9

Fuente :Flores M.J.A. (1983)

MS = materia seca

PC = proteína cruda

GC. = grasa cruda

ELN = extracto libre de nitrógeno

FC = fibra cruda

C = cenizas

Las ventajas que ofrece la alimentación con ensilados de maíz son variadas, dentro de las que se pueden mencionar que es un alimento con buena gustocidad para ganado en iniciación, es un forraje de alta energía produce una mayor cantidad de nutrimentos digeribles (D.N.) por hectárea mayor a cualquier otro cultivo y la producción de carne por hectárea es máxima. (67)

2.3.6. Urea.

En la alimentación con subproductos la proteína suele ser el factor limitante de mayor importancia, no sólo por el bajo contenido de nitrógeno de los subproductos y forrajes que se utilizan comúnmente sino que también por el alto costo de los suplementos proteínicos. Una alternativa de relativamente bajo costo es el empleo de urea. (54)

La urea se presenta como un sólido cristalino blanco, que en solución tiene a cristalizarse a bajas temperaturas. Su uso se basa en la suposición de que las bacterias del rumen descomponen sin distinción las sustancias nitrogenadas proteínicas y no proteínicas liberando amoníaco, que después utilizan para sintetizar sus proteínas celulares o como fuente de energía. (15)

La urea pura contiene un 46.6% de nitrógeno que equivale a un contenido de proteína bruta de 291 %. Sin embargo, la urea para el alimento contiene un elemento inerte para reducir su higroscopia, lo que reduce su contenido de nitrógeno a 42% lo que es equivalente a 262% de proteína bruta (46)

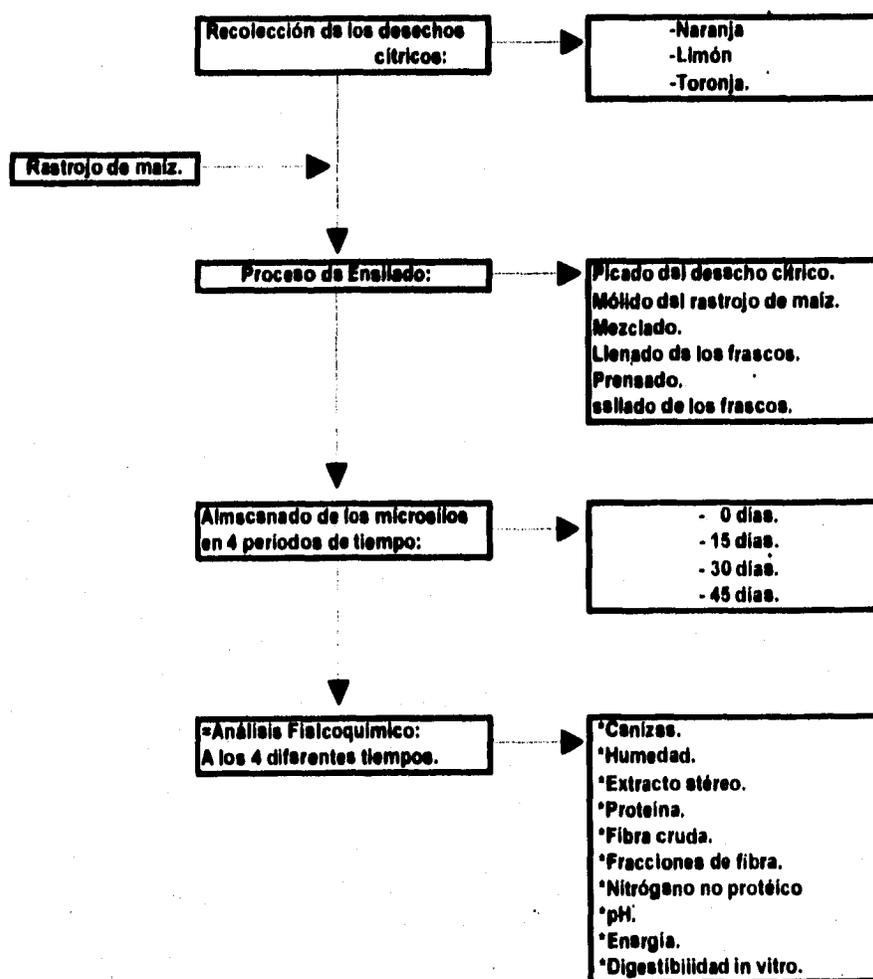
La capacidad de síntesis por las bacterias de proteínas partir de NH_3 es limitada y al haber exceso de éste proveniente de la urea o de la urea y ensilaje de alfalfa o remolacha fresca, hay un desperdicio de amoníaco, disminución del apetito y de la producción de leche, o bien francas intoxicaciones; para evitar esto, la ración debe de tener suficiente aporte de energía en forma de glúcidos fácilmente fermentables debe contener además, una proporción pequeña de nitrógeno soluble que puede entrar en competencia con la urea y ser utilizado en forma general. (16)

La cantidad de urea en la alimentación de ganado lechero no debe de ser mayor del 30% del nitrógeno de la ración y cuando mucho debe de haber 25 g de nitrógeno soluble por kg, o bien, no más de 17 g de urea por kg de materia seca o bien 30 g de urea por 100 kg de peso vivo. La urea debe repartirse lo mas homogénea posible en la pastura, y suprimirla totalmente del concentrado.

Un ensilado con 35% de M.S. soporta 5 kg por tonelada, un ensilado con 30 % de M.S. soporta 4 kg de urea por tonelada. (19)

CAPITULO III.

3.1. DIAGRAMA GENERAL.



3.2. Material, reactivos y equipo.

3.2.1. Material Biológico.

- Naranja.
- limón.
- toronja.
- rastrajo de maíz.
- líquido ruminal de borrego.

3.2.2. Material de Laboratorio.

- Agitador magnético.
- agitador de vidrio.
- alambre Fuse wire for Parr para bomba calorimétrica.
- algodón Kendall.
- bureta de 50 ml Pyrex.
- cartucho de celulosa Whatman.
- cono de centrifuga 50 ml, Nalgene.
- crisoles Gooch 50 ml, Pyrex.
- crisoles de porcelana Lofivitrex 100/51
- cristalizador 190X100, Pyrex.
- cubre bocas desechables, Desechables quirúrgicos S.A. de C.V.
- charolas de aluminio.
- desecador, Pyrex.
- espátula.
- embudo California.
- embudo de vidrio, Pyrex.
- frascos de plástico 50 ml.

- gasa tipo hospital, Pisa.
- gendarme.
- gradilla.
- guantes de látex estériles, Ambiderm.
- manguera.
- matraz erlenmeyer 125, 500 ml, Pyrex.
- matraz kitazato 3.5 lt., Pyrex.
- matraz Kjeldhal 800 ml.
- matraz volumétrico 100, 250, 500, 1000, 2000 ml, Pyrex.
- papel filtro No. 41 y 42, Whatman.
- perlas de ebullición.
- pinzas.
- pipeta 1, 5, 10 ml, Pyrex.
- pipeta volumétrica 5 ml, Pyrex.
- probeta 25, 50, 100, 500 ml, Pyrex.
- recolector 50 ml, Pyrex.
- soporte Universal metálico, Fisher.
- tapón de hule.
- termómetro. Brannan de -10 a 260 °C.
- tubos de centrifuga de 50 ml, Nalgene.
- vasos berzelius 600 ml, Pyrex.
- vasos para grasa con labios esmerilados, Labconco.
- vasos de precipitados de 50, 100, 250, 500, 1000 ml, Pyrex.

3.2.3. Reactivos.

- Acetato de potasio, Técnica Química S.A.
- acetona J. T. Baker Analyzed reactivo.
- ácido acético glacial, J. T. Baker Analyzed reactivo.
- ácido bórico, J. T. Baker Analyzed reactivo.
- ácido bromhídrico, J. T. Baker Analyzed reactivo.
- ácido clorhídrico J. T. Baker Analyzed reactivo.
- ácido oxálico dihidratado, Técnica Química S.A.
- ácido sulfúrico, J. T. Baker Analyzed reactivo.
- ácido tricloroacético, J. T. Baker Analyzed reactivo.
- agua desionizada
- alcohol etílico, J. T. Baker Analyzed reactivo.
- alcohol terbutílico, J. T. Baker Analyzed reactivo.
- asbesto tratado, Técnica Química S.A.
- bicarbonato de sodio, J. T. Baker Analyzed reactivo.
- bióxido de carbono.
- borato de sodio decahidratado, J. T. Baker Analyzed reactivo.
- bromuro de cetil trimetil amonio, J. T. Baker Analyzed reactivo.
- cloruro de calcio, J. T. Baker Analyzed reactivo.
- cloruro de bario, Técnica Química, S.A.
- cloruro de magnesio, Técnica Química, S.A.
- cloruro potasio, Técnica Química, S.A.
- cloruro de sodio, Técnica Química S.A
- éter, J. T. Baker Analyzed reactivo.
- etilen glicol monoetil éter, Técnica Química, S.A.
- fosfato de sodio anhidro, Técnica Química S.A.
- granalla de zinc, Técnica Química, S.A.

- hidróxido de sodio, J. T. Baker Analyzed' reactivo.
- lauril sulfato de sodio, Sigma de México, S.A. de C.V.
- nitrito férrico J. T. Baker Analyzed' reactivo.
- nitrito férrico amoniacal, J. T. Baker Analyzed' reactivo.
- nitrito de plata, Técnica Química, S.A.
- oxígeno.
- pastilla digestora., Tecator.
- pepsina.
- permanganato de potasio, Técnica Química, S.A.
- rojo de metilo, Técnica Química, S.A.
- sal disódica del ác. etilen diamino tetra-acético (EDTA), Técnica Química, S.A.
- urea, J. T. Baker Analyzed' reactivo.

3.2.4. Equipo.

- Agitador Lab-line Instrument, Inc , Melrose Park. Illinois, U.S.A.
- balanza analítica. Boecket Co. Western Germany.
- balanza granataria. Ohaus Florham Park N.J. U.S.A.
- baño metabólico. Grant Instrument. LTD Barrington (Cambridge) Inglad
- bomba calorimétrica. Parr Instrument Company, INC., Moline, Illinois.
- cámara de congelación, Refrigeración Ojeda modelo CDP-11128, México D.F.
- cámara de refrigeración, Refrigeración Ojeda modelo CDP-72728, México D.F.
- centrífuga. Garver Electrífuga Union City Mod. 55, Indiana , U.S.A..
- cronómetro. Hanhart W.Germany.
- estufa de secado. Apex Construction LTD Mod. A39092, Gravensend Kent.
- estufa de vacío. Lab-line Instrument, Inc. Melrose Park, Illinois, U.S.A:
- fibra cruda, Labconco Corporation Kansas City, Missouri, U.S.A.
- goldfish, Labconco Corporation Kansas City, Missouri, U.S.A.
- kjeldhal, Labconco Corporation Kansas City, Missouri, U.S.A.
- licuadora Moulinex.
- molino, Arthur H. Thomas Co. Apparatus Scietific Philadelphia, U.S.A.
- mufla, Barnsted Thermolyne Dubuque, Iowa, U.S.A.
- parrilla, Barnsted Thermolyne, Mod. SP-18425, Dubuque Iowa, U.S.A.
- potenciómetro Corning Incorporation Mod. 340 N.Y., U.S.A.
- prensa Christensen Copenhagen, Dinamarca.

3.3. METODOLOGIA.

3.3,1 Recolección de la Muestra.

Los cítricos se obtuvieron en la Bodega de Citricultores Unidos de Veracruz, ubicada en San Pedro Ecatepec, Estado de México.

Las muestras (naranja, limón y toronja) que se utilizaron para éste trabajo son de desecho, debido a que en algunas empezaba el proceso de descomposición, otras se encontraban manchadas por el sol, otras golpeadas, algunas eran de menor diámetro de acuerdo a estas características no son aceptadas por el mercado. Dichas muestras se encontraban apiladas en cajas de plástico.

La recolección de las muestras se realizó aleatoriamente y fueron puestas en bolsas de plástico, se transportaron al laboratorio donde se conservaron en congelación.

El rastrojo de maíz se obtuvo en una forrajera de Tlahuac, México.

3.3.2. ELABORACION DE ENSILADOS.

Los cítricos se picaron manualmente hasta un tamaño aproximado de 1 cm.

El rastrojo de maíz se molió con un molino de martillos.

Los ingredientes se mezclaron con urea hasta obtener una mezcla homogénea.

Se elaboraron tres diferentes formulaciones con una humedad aproximada de 65%:

El cálculo para la formulación de los ensilados se realizó con ayuda del cuadrado de

Cuadro No. 12			
Composición de los ensilados			
	CITRICOS		
	Naranja	Limón	Toronja
	74.32%	77.46%	75.34%
	Rastrojo de maíz 25.67%	22.53%	24.65

A cada uno de los ensilados se les adiciono 0.5% de urea.

Cada ensilado se realizó por triplicado en frascos de plástico con capacidad aproximada de 2.5 Kg de ensilado

Se tomó un testigo (ensilado de 0 días) de cada una de estas formulaciones, se efectuó el análisis químico aproximado, fracciones de fibra, nitrógeno no proteico, ácidos grasos volátiles y digestibilidad *in vitro* de la materia seca y materia orgánica.

Para evaluar el tiempo óptimo de fermentación los microsilos se mantuvieron a temperatura ambiente por periodos de 15, 30 y 45 días, pasado ese tiempo los

microsilos se abrieron. Del material ensilado se obtuvieron muestras representativas dividiéndose en dos partes:

- Una parte se utilizó fresca para efectuar la determinación de humedad y pH.
- La otra parte se seco en una estufa de aire forzado a 60°C hasta peso constante, las muestras secas fueron molidas y sometidas a un análisis químico aproximado, fracciones de fibra, nitrógeno no protéico, ácidos grasos volátiles, energía y digestibilidad in vitro de materia seca y materia orgánica.

3.3.3 Análisis Químico Aproximado

3.3.3.1. Determinación de humedad.

FUNDAMENTO:

La determinación de humedad está basada en la pérdida de peso que sufre un material cuando se calienta a temperatura cercana a la ebullición del agua durante un tiempo seleccionado arbitrariamente, el residuo recibe el nombre de sólidos totales. (De León, 1985).

Procedimiento:

- 1.- Charolas de aluminio a peso constante en la estufa a 110⁰ C durante 1 hora.
- 2.- Enfriar en desecador de 20-25 min.
- 3.- Pesar de 2 a 5 g de muestra.
- 4.- Poner en la estufa 65⁰ C, 1 hora..
- 5.- Enfriar en desecador de 20 a 25 min.
- 6.- Pesar.
- 7.- Repetir los pasos del 4 al 6 hasta obtener un peso constante

FÓRMULA:

$$\% \text{ Humedad} = (B - A) 100 / PM$$

B = Peso del recipiente con la muestra.

A = Peso del recipiente con la muestra seca.

PM = Peso de la muestra.

(Método 934.01) (AOAC 1990).

3.3.3.2. Determinación de Cenizas.

FUNDAMENTO:

Las cenizas corresponden al residuo inorgánico que queda cuando la materia orgánica ha sido quemada o calcinada, aunque no corresponde exactamente a la composición del material mineral de la muestra presente, pues a la temperatura empleada puede presentarse pérdida por la volatilización de algunos constituyentes.

(33)

Procedimiento:

- 1.- Marcar los crisoles con lápiz.
- 2.- Crisoles a peso constante en la estufa a 110⁰ C, durante 1 hora.
- 3.- Enfriar en desecador 20-25 min.
- 4.- Pesar 2-5 g de muestra
- 5.- Calcinar en la estufa de gas hasta obtener cenizas blancas-grises, o hasta que no existan vapores.
- 6.- Después pasar a la mufla a 550⁰ C por 2 horas.
- 7.- Pasar a la estufa a 110⁰ C de 10-15 min.
- 8.- Enfriar en desecador, durante 20-25 min.
- 9.- Pesar.

FÓRMULA:

$$\% \text{ Cenizas} = (B - A) 100 / PM$$

B = Peso del crisol con cenizas.

A = Peso del crisol.

PM = Peso de la muestra.

(Método 942.05) (AOAC 1990).

3.3.3.3. Determinación de Proteína Cruda.

FUNDAMENTO:

Se basa en la oxidación de todos los compuestos nitrogenados tanto orgánicos (nitrógeno, amonio y amido) como no proteicos (urea, aminoácidos, etc.) con ácido sulfúrico, convirtiendo el nitrógeno orgánico y lo no proteicos en sulfatos. Esta sal se hace reaccionar con hidróxido de sodio para desprender el amoniaco que se destila y se reduce en un ácido que es valorado para determinar la cantidad de amonio desprendido. Para determinar el contenido de proteína cruda en la muestra se multiplica el valor del contenido de nitrógeno total por un factor que es 6.25 para vegetales (se asume que 100 g de proteína contiene 16 g de nitrógeno, por lo tanto $100/16 = 6.25$)

Procedimiento:

- 1.- Pesar 0.5 - 1 g de muestra en papel libre de nitrógeno.
- 2.- Colocar la muestra en un matraz kjeldhal con 3 ó 4 perlas de ebullición y una pastilla digestora.
- 3.- Añadir 25 ml de ác. sulfúrico concentrado.
- 4.- Digerir hasta que la muestra se torne incolora.
- 5.- Enfriar.
- 6.- Adicionar 300 ml de agua destilada y disolver.
- 7.- Enfriar y adicionar 4 ó 5 granallas de zinc.
- 8.- Adicionar en un matraz erlenmeyer de 500 ml, 50 ml de ác. bórico al 4% y 2 gotas de rojo de metilo, colocar donde se recibe el destilado.
- 9.- Adicionar al matraz kjeldhal 90 ml de hidróxido de sodio al 50% y agitar.
- 10.- Conectar en el destilador, encender la parrilla y abrir la llave del agua.
- 11.- Destilar hasta obtener un volumen de 250 ml.
- 12.- Apagar el equipo y cerrar la llave del agua.
- 13.- Titular con ácido sulfúrico 0.1 N valorado, hasta que se observe un vire de color de amarillo a rosa.

FORMULA.

$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{ml del problema} - \text{ml blanco}) (\text{meq. N}) (\text{Normalidad ác. sulfúrico}) (100)}{\text{peso de la muestra.}}$

$\% \text{ Proteína cruda} = (\% \text{ N}) (6.25)$

(Técnica de Kjeldahl, Método 976.05)

La proteína verdadera se obtiene con la siguiente fórmula:

$\% \text{ proteína verdadera} = \text{Proteína cruda} - (\text{NNP}) (6.25)$

3.3.3.4. Determinación de Extracto Etéreo.

FUNDAMENTO:

La fracción de lípidos de los alimentos es obtenida por medio de la extracción con solventes como éter de petróleo , éter etílico, cloroformo o benceno y se reporta como fracción soluble en éter, extracto etéreo o grasa cruda. Esta fracción contiene a las ceras fosfátidos, esteroides, pigmentos, aceites volátiles y algunas hormonas. (33)

Procedimiento:

- 1.- Los vasos se ponen a peso constante en la estufa durante 1 hora a 110⁰ C.
- 2.- Enfriar en desecador 20-25 min.
- 3.- Pesar.
- 4.- Preparar cartuchos con cama de algodón y un dedal de papel filtro Whatman No. 42.; pesar 2 g muestra y tapar con algodón.
- 5.- Añadir al vaso 60-80 ml de éter.
- 6.- Introducir el cartucho y vaso en el equipo Goldfish
- 7.- Encender el aparato, abrir la llave de agua.
- 8.- Dejar la muestra de 2 a 3 horas de reflujo.
- 9.- Poner el recolector de vidrio para el éter en lugar del cartucho, dejando un poco de solvente para prevenir que no se queme la muestra.
- 10.-Enfriar y retirar el vaso, el éter pasarlo a la botella de éter sucio.
- 11.-Apagar el equipo y cerrar la llave del agua.
- 12.-Evaporar el poco éter que quedó en la muestra en la estufa a 110⁰ C, de 2 a 5 min.
- 13.-Enfriar en desecador.
- 14.-Pesar.

FÓRMULA:

$$\% \text{ Extracto etéreo} = (B - A) 100 / PM$$

A = Peso del vaso con grasa.

B = Peso del vaso.

PM = Peso de la muestra.

(Método 920.39) (AOAC 1990).

3.3.3.5. Determinación Fibra Cruda.

FUNDAMENTO:

La fibra cruda es el residuo orgánico que no es digerido en una hidrólisis ácida o básica en condiciones estandarizadas, por ejemplo: celulosa, hemicelulosa, lignina.

(33)

Procedimiento:

- 1.- Pesar 2 g de muestra.
- 2.- Añadir un poco de asbesto tratado (precaución usar cubrebocas ya que es cancerígeno al inhalarlo) y 200 ml de ác. sulfúrico a 1.25 %.
- 3.- Conectar el aparato, abrir las llaves de agua, prender la parrillas.
- 4.- Colocar los vasos y dejar ebulir durante 30 min.
- 5.- Filtrar con embudos California por vacío.
- 6.- Lavar hasta obtener un pH neutro con agua destilada caliente.
- 7.- Quitar el asbesto que contiene la muestra con espátula, lavar bien el embudo con hidróxido de sodio 1.25% y completar el volumen a 200 ml en el vaso.
- 8.- Poner a ebullición durante 30 min.

- 9.- Filtrar con el mismo embudo.
- 10.-Lavar con agua destilada caliente.
- 11.-Eliminar el agua por medio de vacío.
- 12.-Raspar con espátula todo el asbesto con muestra y pasarlo a un crisol.
- 13.-Secar en la estufa a 110⁰ C durante 2-3 horas.
- 14.-Enfriar en desecador 20- 25 min.
- 15.-Pesar.
- 16.-Calcinar en mufla a 600⁰ C por 1 hora.
- 17.- Pasar a la estufa a 110⁰ C de 15 a 20 min.
- 18.-Enfriar en desecador por 20-25 min.
- 19.-Pesar.

FÓRMULA:

$$\% \text{Fibra Cruda} = \frac{(\text{Peso crisol con muestra seca} - \text{Peso crisol con muestra calcinada}) (100)}{\text{Peso real de muestra}}$$

(Técnica de Wende, Método 962.09) (AOAC 1990).

3.3.6 Determinación de Extracto Libre de Nitrógeno.

FUNDAMENTO:

El extracto libre de nitrógeno (ELN) agrupa a todos los hidratos de carbono solubles que contiene un alimento.

Procedimiento:

El extracto libre de nitrógeno se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ ELN} = (\text{H} + \text{Pc} + \text{Fc} + \text{E.E} + \text{C.}) - 100$$

H = humedad

Pc = proteína cruda

Fc = fibra cruda

EE = extracto etéreo

C = cenizas

3.3.4. Determinación de Fracciones de Fibra.

3.3.4.1. Fibra detergente neutro.

FUNDAMENTO:

Esta etapa consiste en someter una muestra del material a la acción de un detergente a pH neutro, para romper las paredes de la célula constituida básicamente por lignina, celulosa, hemicelulosa, y sílice, que no son totalmente aprovechables o que dependen de la fermentación microbiana para su utilización; y libera su contenido que comprende los nutrimentos solubles y accesibles (Proteínas, hidratos de carbono, lípidos y minerales) (Tejada 1985)

Procedimiento

- 1.- Pesar 0.5 g de muestra previamente molida, desengrasada (en caso de muestras con elevado contenido de lípidos) y secada a una temperatura inferior a los 55°C. Colocarla en un matraz erlenmeyer de 125ml.
- 2.-Adicionar 50ml de la solución detergente neutro (a temperatura ambiente).
- 3.-Someter a hidrólisis en la parrilla. Cuando la solución empiece a hervir, tomar el tiempo y controlar la temperatura para que la ebullición sea lenta y no se produzca espuma en exceso. Hervir el contenido por 60 min.
- 4.-Filtrar la muestra hidrolizada a través de un crisol Gooch puesto previamente a peso constante.
- 5.-Lavar con agua caliente (90-100°C) de 3 a 4 veces y finalmente lavar 2 veces con acetona.

NOTA 1.

- 6.-Secar a 100-150°C , durante 5 horas hasta peso constante.
- 7.-Enfriar en el desecador y pesar.

NOTA 1 Dejar la acetona aproximadamente 1 min y aplicar lentamente el vacío.

FORMULA:

$$\% \text{ Paredes celulares} = \frac{(\text{Peso del crisol más residuo}) - (\text{Peso del crisol vacío})}{\text{gramos de muestra}} (100)$$

$$\% \text{ Contenido celular} = 100 - \% \text{ Paredes celulares}$$

3.3.4.2. Determinación de Fibra Detergente Acido. (F.D.A.).

FUNDAMENTO:

En esta etapa, la muestra se somete a reflujo con una solución detergente en medio ácido para disolver todo el contenido celular y las hemicelulosas. La determinación de FDA es un paso intermedio para obtener lignina, celulosa y sílice; en este paso se disuelve la lignina con una solución de permanganato de potasio. La pérdida de peso, se considera como el contenido de lignina. El residuo contiene celulosa, la cual se separa por incineración. A las cenizas residuales de la determinación de celulosa se le adicionan varias gotas de ácido bromhídrico. Después de reposar, se lava y se filtra para ser secada e incinerada esta parte, con lo que se obtiene sílice y por diferencia de pesos del contenido de pared celular menos la FDA se obtiene el contenido de hemicelulosa (Shimada, 1983); Tejada, 1985)

Procedimiento.

- 1.- Colocar 0.5g de muestra seca y molida en un matraz erlenmeyer de 125ml.
- 2.-Adicionar 50ml de solución detergente ácido
- 3.-Colocar en la parrilla el matraz erlenmeyer con un cono de centrifuga el cual contiene agua, tapando el matraz con dicho cono y dejar ebulir durante 60 min.

NOTA 1.

- 4.-Vertir el contenido del vaso a un crisol Gooch (previamente puesto a peso constante) y filtrar con vacío.
- 5.- Lavar 3 ó 4 veces el residuo con agua caliente (90-100°C). Filtrar por vacío.
- 6.-Adicionar la acetona y dejar reposar aproximadamente 1 min., aplicar el vacío. Repetir la operación 3 ó 4 veces.
- 7.-Secar el crisol a 100-105°C durante 5 horas hasta peso constante.
- 8.-Enfriar en el desecador y registrar el peso.

La diferencia de los porcentajes de paredes celulares y la fibra ácido detergente es una estimación del porcentaje de hemicelulosa.

FORMULA:

$$F.D.A. = \frac{(\text{Peso del crisol más residuo}) - (\text{Peso del crisol vacío})}{\text{gramos de muestra}} (100)$$

$$\% \text{ Hemicelulosa} = (\% F.D.N) - (\% F.D.A)$$

NOTA 1.- El detergente produce gran cantidad de espuma por lo que se recomienda vigilar el recipiente para evitar derrames y con ello pérdidas del contenido.

3.3.4.3. Determinación de Lignina, Celulosa, y Sílice por el Método de Permanganato.

Lignina.

Procedimiento:

- 1.-En una bandeja de vidrio que contenga previamente 1cm de agua destilada a 25°C, colocar el crisol que contiene la fibra ácido detergente.
- 2.-Adicionar 25ml de solución combinada a cada crisol ajustando el nivel del agua al nivel del líquido dentro del crisol, con el fin de reducir la corriente de paso de la solución a través del crisol.
- 3.-Remover el contenido del crisol con una varilla de vidrio. Deshacer los grumos de tal manera que todas las partículas de la muestra reaccionen con la solución.
- 4.-Dejar reposar la muestra durante 90 min, a una temperatura de 20 a 25°C. Adicionar más reactivo si el volumen de permanganato de potasio disminuye considerablemente.
- 5.-Pasado el tiempo de oxidación, filtrar lentamente a través del crisol.
- 6.-Sin lavar la muestra, colocar nuevamente los crisoles en la bandeja limpia y adicionar la solución desmineralizadora hasta la mitad de los crisoles, dejar reposar durante 5 min.
- 7.-Filtrar con vacío, repetir el paso (6) hasta lograr que el contenido del crisol sea blanco.

NOTA:2.

NOTA 1. El residuo fibroso de la determinación de la fibra ácido detergente se utiliza para éstas determinaciones basándose en el peso original de la muestra.

NOTA 2. Si es necesario, dejar reaccionar por 20 ó 30 min. el contenido del crisol con la solución desmineralizadora.

8.-Lavar 2 veces con etanol al 80% y filtrar con vacío.

9.-Lavar 2 veces con acetona Q.P. y filtrar con vacío, lentamente.

10.-Secar a 100-105°C durante 5 horas, enfriar en el desecador y pesar. NOTA 3.

FORMULA:

$$\% \text{ Lignina} = \frac{(\text{g de lignina})}{(\text{g de muestra})} (100)$$

Los gramos de lignina se calcula haciendo la diferencia entre el peso de F.D.A. y el peso registrado de la fibra después del tratamiento con permanganato de potasio.

Celulosa.

Procedimiento.

1.-El residuo después del tratamiento con permanganato de potasio se calcina a 550°C durante 3 horas .

2.-Enfriar en el desecador y registrar el peso.

FORMULA:

$$\% \text{ Celulosa} = \frac{(\text{g celulosa})}{(\text{g de muestra})} (100)$$

Los gramos de celulosa se obtienen restando el peso de la fibra después del tratamiento con permanganato y el peso tomado después de la incineración.

NOTA: 3 El residuo está constituido por celulosa y sílice.

Silice.

Procedimiento

- 1.-Adicionar unas gotas de ácido bromhídrico al 48% a las cenizas obtenidas al calcinar, de tal manera que se humedezcan todas las partículas.
- 2.-Dejar reposar de 1 a 2 horas.
- 3.-Filtrar el exceso de ácido bromhídrico y lavar con acetona una sola vez.
- 4.-Secar a 100°C e incinerar a 550°C durante 1 hora en la mufla.
- 5.-Pasar a la estufa a 110°C.
- 6.-Enfriar en el desecador y pesar.

(Tejada 1985)

3.3.5. Determinación de Nitrógeno no Proteico.

Procedimiento.

- 1.-Pesar de 1 a 2g de muestra seca, ponerla en un matraz erlenmeyer de 125ml.
- 2.-Poner de 10 a 20 perlas de ebullición.
- 3.-Adicionar 25ml de agua destilada.
- 4.-Agitar durante 10min..
- 5.-Dejar reposar 30min. a temperatura ambiente.
- 6.-Añadir 25ml de ácido tricloroacético al 20%.
- 7.-Agitar durante 10 min.
- 8.-Dejar reposar en refrigeración por 3 horas.
- 9.-Filtrar con papel Whatman No. 41. El filtrado debe de ser claro. NOTA 1.
- 10.-Tomar una alícuota de la muestra preparada de 5ml y colocarla en un matraz kjeldhal, adicionar una pastilla digestora, 25ml de ácido sulfúrico concentrado.
- 11.-Seguir el mismo procedimiento de proteína cruda.

(Tejada 1985)

NOTA 1. Hasta este paso, la muestra puede ser guardada en frascos de plástico en refrigeración para posteriormente determinarle el nitrógeno no proteico.

3.3.6. Digestibilidad in vitro.

FUNDAMENTO:

Los procedimientos in vitro están diseñados para obtener la digestibilidad real o aparente de un forraje. La técnica esta basada en las técnicas in vitro de Tilley y Terry con una posterior determinación de los constituyentes no digeridos de las paredes celulares para obtener la digestibilidad verdadera de la materia seca. (Tejada1985)

Procedimiento.

- 1.-Pesar dentro de un tubo de centrifuga aproximadamente 0.25 g de muestra seca (excepto en el blanco)
- 2.-Obtener el contenido ruminal de ovinos fistulados, alimentados con 50:50 de alfalfa seca de buena calidad y pasto fibroso.
- 3.-Conservar el liquido ruminal a 39°C perfectamente bien tapado. Filtrar rápidamente a través de gasa.
- 4.- Adicionar 250 ml del liquido ruminal por cada litro de solución a 40°C, sin dejar de agitar; tomar el pH que debe ser de 6.8 a 7.0.
- 5.- Burbujear bióxido de carbono a la solución amortiguadora y al inoculo durante 60 min, manteniendo la temperatura constante a 40°C.
- 6.- Adicionar a cada tubo 25 ml del amortiguador-inoculo y tapar los tubos perfectamente.
- 7.- Incubar los tubos en el baño metabólico a $39 \pm 1^\circ \text{C}$ por 48 horas.
- 8.- Agitar ligeramente los tubos (4 veces al día).
- 9.- Pasadas las 48 horas, centrifugar a 2500 rpm durante 10 min.
- 10.- Decantar el sobrenadante.

- 11.-Adicionar al residuo de cada tubo 25 ml de la solución de pepsina ácida.
- 12.-Tapar los tubos e incubarlos en el baño metabólico a 39⁰ C durante 48 horas (agitar 4 veces al día)
- 13.-Filtrar el contenido de los tubos a través de los crisoles Gooch previamente puestos a peso constante.
- 14.-Lavar con agua caliente varias veces el tubo, hasta que no quede ningún residuo.
- 15.-Lavar con acetona varias veces.
- 16.-Secar a 60⁰ C durante toda la noche.
- 17.-Pasar a un desecador para enfriar los crisoles y pesar. NOTA 1.
- 18.-Calcinar a 550⁰ C durante 2 horas.
- 19.-Enfriar en el desecador y registrar el peso, para obtener la digestibilidad de la materia orgánica.

(Tejada 1985)

NOTA 1.- Es necesario correr al mismo tiempo que las muestras problemas, un blanco y una muestra patrón. El blanco consiste en determinar el residuo del inculo ruminal. La muestra patrón es aquella que se conoce el valor de la digestibilidad vivo. Las muestras patrón deben ser lo más similar posible a las muestras de estudio.

3.3.7. Determinación del Contenido Energético mediante Bomba Calorimétrica.

FUNDAMENTO.

En la bomba calorimétrica se realiza, en una atmósfera comprimida de oxígeno, la combustión completa de compuestos hidrocarbonados los cuales se oxidan a bióxido de carbono y agua.

Los compuestos azufrados se transforman en óxidos gaseosos y son absorbidos en el agua que se encuentra en la base de la bomba, junto con elementos inorgánicos como arsénico, boro y halógenos. Los componentes minerales de la muestra permanecen como cenizas. Los elementos obtenidos al enjuagar la bomba con agua destilada pueden determinarse por los métodos analíticos habituales. (33)

Procedimiento.

- 1.-Pesar 1 g de muestra y colocarla en la cápsula de combustión.
- 2.-Colocar la cabeza de la bomba sobre su soporte.
- 3.-Pesar un trozo de alambre de ignición de 10 cm de largo y conectarlo.
- 4.-Colocar la cápsula con la muestra en el electrodo.
- 5.-Colocar el alambre de tal manera que toque ligeramente la muestra en forma de pastilla,
- 6.-Inclinar la cápsula lejos del electrodo recto.
- 7.-Adicionar 1 ml de agua destilada en la bomba.
- 8.-Cerrar la bomba con cuidado y apretar solo con la mano.
- 9.- Poner 1415 ml de agua destilada en el balde de acero inoxidable. Checar que la temperatura del agua sea superior a los 19° C y colocarlo dentro de la chaqueta.
- 10.-Conectar la unión del tanque de O₂ a la válvula de entrada de la bomba, dejando abierta la válvula de escape.
- 11.-Abrir la llave del tanque de O₂, no más de un cuarto de vuelta.

- 12.-Abrir la llave del regulador para llenar la bomba muy despacio, dejar salir el aire durante 30 seg (purgar) y cerrar la válvula de escape.
 - 13.-Dejar que la bomba se llene lentamente de O₂ hasta 30-35 atmósferas no sobrecargar, no encienda si hay sobrecarga.
 - 14.-Cerrar la llave del regulador.
 - 15.-Cerrar la llave del tanque de Oxígeno.
 - 16.-Bajar la presión en la línea.
 - 17.-Separar la unión con el tanque de oxígeno. NOTA 1
 - 18.-Introducir con mucho cuidado, la bomba al balde de agua.
 - 19.-Colocar los electrodos.
 - 20.-Cerrar el calorímetro con mucho cuidado. Deberá quedar la propela hacia atrás y el termómetro hacia adelante.
 - 21.-Conectar la unidad de ignición y el motor de la propela.
 - 22.-Encender el motor por 5 min.
 - 23.-Leer el termómetro y registrar la temperatura.
 - 24.-A partir de este momento hacer las lecturas a intervalos de 30 seg.
 - 25.-Oprimir el botón de ignición al empezar el décimo segundo.
 - 26.-Continuar el registro de lecturas del termómetro cada 30 seg hasta que la temperatura sea uniforme.
 - 27.-Destapar el calorímetro, quitar los electrodos y sacar la bomba con cuidado.
 - 28.-Secarla con una gasa limpia y dejar salir el dióxido de carbono abriendo lentamente la válvula de escape.
 - 29.-Abrir la bomba y poner la cabeza en el soporte.
- NOTA 1.- Si hay 40 atmosferas o más, no encender, la bomba deberá vaciarse, la muestra pesarse de nuevo y la bomba deberá ser cargada hasta la presión correcta.

30.-Examinar el interior de la bomba para ver si se encuentran manchas o alguna otra evidencia de combustión incompleta. En caso de encontrarse la prueba no será válida.

31.-Enjuagar la cápsula de combustión y el interior de la bomba con una solución saturada de anaranjado de metilo hasta que no tenga reacción ácida (rojo) y colocar la solución de los lavados en un vaso de precipitado.

32.-Titular lo anterior con hidróxido de sodio.

33.-Quitar con cuidado la porción de alambre que no se quemó y pesarla en la balanza analítica para obtener, por diferencia, el peso neto del alambre quemado.

FORMULA:

$$T = T_c - T_a - V_1 (B-A) - V_2 (C-B)$$

T = Temperatura.

T_c = Temperatura máxima constante.

T_a = Temperatura a los 10 min (inicio de ignición)

(Tejada 1985)

3.3.8. ANALISIS ESTADISTICO.

Después de estas determinaciones, se procedio con los datos obtenidos a efectuar los análisis estadísticos correspondientes. Se realizó un análisis de varianza con un diseño de bloques al azar y para la diferencia de medias se aplicó la prueba de Tukey. (53)

CAPITULO IV.

4.1. RESULTADOS.

Cuadro No. 13			
Composición Química Aproximada de la materia prima (naranja, limón y toronja) en base seca (g/100g).			
Fracción	Naranja (%)	Limón (%)	Toronja(%)
Cenizas	5.01	4.80	4.11
Proteína Cruda (N x6.25)	8.39	6.75	6.98
Extracto Etéreo	3.48	3.03	1.78
Fibra Cruda	9.18	11.82	7.98
Extracto libre de Nitrógeno	73.96	73.6	79.15

Cuadro No.14	
Composición Química Aproximada del rastrojo de maíz (g/100g).	
Fracción	Por ciento
Humedad	10.29
Cenizas	6.97
Proteína Cruda	3.42
Extracto Etéreo	1.94
Fibra Cruda	31.30
Extracto libre de Nitrógeno	46.08

Cuadro No.15		
Contenido de Humedad y Energía bruta de la Materia Prima (naranja, limón y toronja)		
Materia Prima	Humedad (%)	Energía (Kcal/g)
Naranja	84.18	2.9035
Limón	80.87	3.329
Toronja	82.97	2.8715
Rastrojo de Maiz	10.29	2.1325

Cuadro No.16				
Fraciones de Fibra de la materia prima (naranja, limón, toronja, rastrojo de maiz). (g/100g)				
Fracc. de Fibra	Naranja	Limón	Toronja	Rastrojo de Maiz
Paredes celulares	13.50	18.39	14.20	71.66
Par. cel. - hemicelulosa	12.89	14.38	9.17	43.23
Lignina	4.34	3.43	2.07	8.50
Celulosa	8.55	11.17	7.12	33.35
Silice	0.24	0.42	0.56	1.52
Hemicelulosa	0.61	3.45	4.45	28.00

Cuadro No.17				
Contenido de humedad en los ensilados a diferentes días.				
Ensilados	Humedad (%)			
	0	15	30	45
Naranja-Rastrojo	64.29c	68.46b	70.72a	70.74a
Limón-Rastrojo	65.65d	70.40b	71.31a	70.01c
Toronja-Rastrojo	66.96c	71.77a	71.71a	68.86b

a, b, c, d: Para cada parámetro, los valores con distinta literal son diferentes estadísticamente (P<0.05)

Cuadro No.18				
Composición Química Aproximada de la harina de ensilado de Naranja- Rastrojo de maíz es tiempos (Base Seca) (g/100en diferentg).				
Fracciones	Días de Fermentación			
	0	15	30	45
Cenizas	5.12c	6.49b	6.83a	6.58b
Fibra Cruda	29.31c	29.30c	30.73b	32.11a
Proteína Cruda (N x 6.25)	8.27b	11.93a	12.15a	12.93a
Extracto Etéreo	1.55a	1.64a	1.66a	1.65a
Extracto libre de Nitrogeno	55.75a	50.63b	48.63c	46.71d

a, b, c, d: Para cada parámetro, los valores con distinta literal son diferentes estadísticamente (P<0.05)

Cuadro No.19

**Proteína Verdadera, pH y Energía bruta
de harina de ensilado de Naranja - Rastrojo de maíz
en diferentes días (Base seca).**

	Días de Fermentación			
	0	15	30	45
Proteína verdadera	2.80b	4.27a	4.10a	3.82ab
pH	5.19a	3.96b	3.97b	3.92b
Energía (Kcal/g)	3.26ab	3.48a	3.17b	3.40ab

a, b, c, d: Para cada parámetro, los valores con distinta literal son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$)

Cuadro No.20**Digestibilidad in vitro y fracciones de fibra
de la harina de ensilado de Naranja - Rastrojo de maíz
en diferentes días**

Fracciones (%)	Días de Fermentación			
	0	15	30	45
Digestibilidad de materia seca	81.90a	78.99b	71.08c	73.86c
Paredes celulares	47.90b	48.44b	52.07a	52.69a
Paredes celulares - hemicelulosa	32.92c	31.31d	34.51b	38.00a
Lignina	7.48a	5.36c	6.50b	6.41b
Celulosa	24.62c	24.95c	26.94b	29.58a
Silíce	0.46c	0.39c	0.71b	1.22a
Hemicelulosa	15.04b	17.24a	17.57a	14.69b

a, b, c, d: Para cada parámetro, los valores con distinta literal son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$)

Cuadro No.21				
Composición Química Aproximada de la harina de ensilado de Ljón - Rastrojo de maíz en diferentes días (Base Seca) (g/100g).				
Fraciones	Días de Fermentación			
	0	15	30	45
Cenizas	6.17c	6.26a	6.29c	6.63b
Fibra Cruda	23.32c	26.20b	29.29a	329.46a
Proteína Cruda (N x 6.25)	10.24b	11.95a	11.75a	11.91a
Extracto Etéreo	1.36c	1.72a	1.53b	1.40c
Extracto libre de Nitrogeno	58.91a	49.86c	50.54b	50.60b

a, b, c, d: Para cada parámetro, los valores con distinta literal son diferentes estadísticamente (p<0.05)

Cuadro No.22				
Proteína Verdadera, pH y Energía bruta de la harina de ensilado de Limón - Rastrojo de maíz en diferentes días (Base seca)..				
	Días de Fermentación			
	0	15	30	45
Proteína verdadera	3.79c	4.60a	4.23b	4.25b
pH	3.31a	3.28a	3.26a	3.19a
Energía (Kcal/g)	3.19bc	3.55a	2.94c	3.35ab

a, b, c, d: Para cada parámetro, los valores con distinta literal son diferentes estadísticamente (P<0.05)

Cuadro No.23

Digestibilidad in vitro y fracciones de fibra de la harina
de ensilado de Limón - Rastrojo de maíz a diferentes tiempos.

Fracciones (%)	Días de Fermentación			
	0	15	30	45
Digestibilidad de materia seca	77.40a	73.85b	71.25c	75.92a
Paredes celulares	39.04c	50.41a	47.58b	48.84b
Paredes celulares - hemicelulosa	27.76d	35.11a	33.99b	33.22c
Lignina	6.42a	6.73a	5.98ab	5.27b
Celulosa	19.45c	25.44b	25.85ab	26.42a
Silice	1.09b	2.06a	1.19b	1.04b
Hemicelulosa	11.28c	15.30a	13.59b	14.86a

a, b, c, d: Para cada parámetro, los valores con distinta literal son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$)

Cuadro No.24				
Composición Química Aproximada de la harina de ensilado de Toronja - Rastrojo de maíz en diferentes días (Base Seca) (g/100g)				
Fraciones	Días de Fermentación			
	0	15	30	45
Cenizas	4.86b	6.83a	7.03a	6.78a
Fibra Cruda	20.71c	30.64b	32.21ab	33.19a
Proteína Cruda	9.10b	12.97a	12.35a	12.93a
Extracto Etéreo	1.00d	1.96b	1.78c	2.41a
Extracto libre de Nitrogeno	64.32a	47.61b	46.64c	44.68d

a, b, c, d: Para cada parámetro, los valores con distinta literal son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$)

Cuadro No.25				
Proteína Verdadera, pH y Energía bruta de la harina de ensilado de Toronja - Rastrojo de maíz en diferentes tiempos (Base seca).				
	Días de Fermentación			
	0	15	30	45
Proteína verdadera	2.86c	4.86a	4.02b	4.48ab
pH	4.48a	3.73c	3.63d	3.84b
Energía (Kcal/g)	3.20ab	3.33a	3.08ab	3.03b

a, b, c, d: Para cada parámetro, los valores con distinta literal son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$)

Cuadro No.26				
Digestibilidad in vitro y fracciones de fibra de la harina de ensilado de Toronja - Rastrojo de maíz a diferentes días				
Fracciones (%)	Días de Fermentación			
	0	15	30	45
Digestibilidad de materia seca	86.04a	70.47c	71.48c	75.35b
Paredes celulares	36.72d	56.68a	54.19c	55.82b
Paredes celulares - hemicelulosa	25.42d	34.39c	41.44a	40.52b
Lignina	5.98c	7.20b	9.06a	7.07b
Celulosa	18.80c	24.97c	29.50b	30.98a
Silice	0.62b	0.67b	1.24a	1.11b
Hemicelulosa	11.30d	22.18a	12.75c	15.16b

a, b, c, d: Para cada parámetro, los valores con distinta literal son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$).

En una primera ocasión se elaboraron 3 ensilados, a los 15 días de fermentación, se observó que existía contaminación por hongos por lo que se desecharon dichos ensilados. Debido a éste problema se cambió la técnica de ensilaje.

Los nuevos ensilados no sufrieron contaminación excepto el ensilado de limón con 30 días de fermentación.

4.2. Discusión de Resultados.

La contaminación de los primeros ensilados se debió a fallas técnicas, tales como:

- No se lleno hasta el tope el microsilo.
- No se compacto en forma correcta.

Por estas razones no se eliminó el oxígeno, ocasionando crecimiento de microorganismos no deseados como hongos.

Los ensilados posteriores se llenaron hasta el tope, se compactaron con ayuda de una prensa, se taparon con papel parafilm y la tapa de rosca; por último se selló la tapa con tela adhesiva.

Los cítricos de desecho (naranja, limón y toronja) son ricos en hidratos de carbono, está es una característica importante para considerarlos como ingredientes que pueden producir una buena fermentación, aunque son bajos en proteínas y presentan un alto contenido de humedad. El rastrojo de maíz tiene un bajo contenido de proteína, hidratos de carbono y humedad, sin embargo contiene un elevado contenido en fibra cruda. Uno de los propósitos principales de la adición de rastrojo de maíz en el ensilado fué el disminuir la humedad aproximadamente a 65 % ya que es un material absorbente. (40)

Cuadro No. 27

Cuadro Comparativo de la Composición Química de Diferentes Tipos de Ensilados.

Fracciones Humedad (%)	Valores			Observaciones	Autores
	Buena calidad	Mediana calidad	Mala calidad		
pH	4.0-4.03			Ensilado de maíz	Flores (1983)
	Días	pH		Ensilado de pulpa de naranja con urea, valores de acuerdo a los días de fermentación	Cervera et al (1985)
	0	3.7			
	3	3.4			
	10	3.4			
	20	3.4			
	35	3.5			
	60	3.5			
	30	5.4		Efecto de urea y melaza en el ensilado de Napier. Valores de acuerdo a los días de fermentación	Singh y Pandita (1984)
	60	5.45			
	3.8			Ensilado de bagazo de paja con bagacillo de caña	Cervantes et al (1978)
	4.5		5.1	pH en los ensilados	Narang y Balwani (1974)
	3.35			Ensilado de mazorca	Nicolic y Javanovic (1989)
	3.0-4.2			Ensilados en general	Wilkinson (1983)
	4.5			Ensilados en general	Frankel (1984)
	Intervalo considerado como buena calidad 3- 4.5				
Digestibilidad in vitro	67.15 + 7.47			Ensilado de bagazo de paja con bagacillo de caña	Cervantes et al (1978)
F.D.N.	71.36			Ensilado de bagazo de paja con bagacillo de caña	Idem
F.D.A.	53.42			Ensilado de bagazo de paja con bagacillo de caña	Idem
Lignina	9.75			Ensilado de bagazo de paja con bagacillo de caña	Idem
Celulosa	34.11			Ensilado de bagazo de paja con bagacillo de caña	Idem

Cuadro No. 27

Cuadro Comparativo de la Composición Química de Diferentes Tipos de Ensilados.

Fracciones Humedad (%)	Valores			Observaciones	Autores
	Buena calidad	Mediana calidad	Mala calidad		
	65-70	70-75	75-80	Ensilado de Maíz	Flores (1983)
	67.6-67.9			Ensilado de pulpa de naranja con urea	Cervera et al (1985)
	75			Ensilado de bagazo de piña con bagacillo de caña	Cervantes et al (1978)
	Intervalo considerado como buena calidad 65-70%				
Extracto libre de nitrógeno	49.07			Ensilado de bagazo de piña con bagacillo de caña	Cervantes et al (1978)
	6.32			Efecto de urea y melaza en el ensilado de Y	Singh y Pandita (1984)
Fibra cruda	36.54			Ensilado de bagazo de piña con bagacillo de caña	Cervantes et al (1978)
Cenizas	8.6			Ensilado de bagazo de piña con bagacillo de caña	Cervantes et al (1978)
Proteínas	4.4			Ensilado de bagazo de piña y bagacillo de caña	Cervantes et al (1978)
	7.25			Ensilado de pulpa de naranja con urea. Consideraron que la proteína incrementa con la adición de urea	Cervera et al (1985)
Grasa Cruda	1.39			Ensilado de bagazo de piña con bagacillo de caña	Cervantes et al (1978)

85

Ensilado de Naranja- Rastrojo de Maíz.

Con respecto a la humedad del ensilado de naranja-rastrojo de maíz se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los ensilados de 0, 15 y 30 días de fermentación estabilizándose la humedad a partir de los 30 días. (Cuadro No. 17) A pesar de existir diferencia estadística entre la humedad de los ensilados, los valores se encuentran dentro del intervalo considerado para un ensilado de buena calidad según varios autores (Cuadro No. 27).

El extracto libre de nitrógeno, fué mayor en el ensilado de 0 días de fermentación, disminuyendo y encontrándose el valor más bajo a los 45 días, (Cuadro No 18) debido a que los hidratos de carbono solubles se utilizaron durante la fermentación. Aunque existió diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los 4 tiempos los valores se encuentran cercanos a lo reportado por -Cervantes et. al. (1978) para ensilados de buena calidad (Cuadro No 27)

La fibra cruda se elevó a partir de los 30 días de fermentación, (Cuadro No. 18) esto se puede explicar debido a que la materia prima tiene un alto contenido de hidratos de carbono fáciles de digerir lo que reduce la utilización de la fibra por lo microorganismos en el proceso fermentativo. (40)

La proteína cruda (Nitrógeno X 6.25) se incrementó debido a la adición de urea la cual aumenta los niveles de nitrógeno en el ensilado, existiendo diferencia significativa ($P < 0.05$) (Cuadro No. 18); comparado con lo reportado por Cervantes et. al. (1978) y Cervera (1985) (Cuadro No. 27) se obtuvieron niveles mayores de proteína cruda. En relación a la proteína verdadera también se observó un incremento. Estos resultados demuestran que aunque estos ensilados no son fuente proteica (mayor de 18% de proteína) tienen buen nivel de proteína

El pH (Cuadro No 19) se estabilizó a partir de los 15 días de fermentación, encontrándose los valores de 15, 30 y 45 días de fermentación dentro del intervalo de buena calidad según lo reportado por varios autores (Cuadro No 27).

Con respecto a la digestibilidad in vitro de la materia seca existe un decremento entre 0, 15 y 30 días de fermentación incrementándose a los 45 días. (Cuadro No 20). Esto tal vez se debe a que el líquido ruminal utilizado en la técnica en ocasiones se encontraba muy denso (mayor masa microbiana) y en otras menos denso (menor masa microbiana). Aunque hubo diferencia significativa la digestibilidad in vitro fue buena, es decir que tiene un buen aprovechamiento como alimento para el ganado. Comparando los resultados con lo informado por Cervantes et, al. (1978). (Cuadro No. 27) dichos resultados son aceptables.

Se observó un incremento en las fracciones de fibra, en paredes celulares, paredes celulares - hemicelulosa, celulosa y hemicelulosa esto se debe a que en el proceso fermentativo se utilizan los hidratos de carbono solubles provenientes de la naranja. Paturau (1982), reportó que cualquier cantidad en hidratos de carbono adicionada a la fermentación disminuye la utilización de la celulosa.

Con respecto a la lignina se tuvo un decremento lo que no concuerda con lo reportado por Van Soest (1982); Borgioli(1962); Mc Donald (1988) donde la lignina no es degradada durante el proceso fermentativo, tal vez dicho decremento se debió a fallas durante la realización de la técnica.

Un alimento se considera como energético cuando presenta 3 ó más Kcal/g. (12) El contenido de energía bruta (Cuadro No. 19) se midió debido a que se pretende que este ensilado pueda utilizarse como un alimento energético, para el ganado; ya que los valores obtenidos tienen más de 3 Kcal/g.

Ensilado de Limón- Rastrojo de Maíz.

La humedad en los ensilados de limón -rastrojo de maíz presenta diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los 4 tiempos de fermentación (Cuadro No. 17) encontrándose dentro del intervalo considerado para un ensilado de buena calidad estos valores son similares a lo reportado por varios autores (Cuadro No. 27).

Por otro lado, la fibra cruda se incrementó, estabilizándose a los 30 días de fermentación (Cuadro No. 21) lo cual se puede explicar debido a que la materia prima contiene una elevada cantidad de hidratos de carbono fácilmente digeribles lo que reduce la utilización de la fibra por los microorganismos en el proceso fermentativo.
(40)

La proteína cruda (Nitrógeno x 6.25) se mantuvo constante a partir de los 15 días de fermentación (Cuadro No. 21). Los valores obtenidos en el presente trabajo son mayores en comparación con lo reportado por Cervantes et. al. (1978) y Cervera et. al. (1985) (Cuadro No. 27).

En cuanto la proteína verdadera se detectó diferencia significativa entre 0 y 45 días de fermentación ($P < 0.05$), (Cuadro No.22) En comparación con la proteína cruda los valores de proteína verdadera son menores lo que indica que no todo el nitrógeno que es determinado en proteína cruda es de origen protéico.(40)

Los valores de pH son similares entre sí (Cuadro No. 22), permaneciendo dentro del intervalo considerado para un ensilado de buena calidad según lo descrito por varios autores (Cuadro No.27).

Con respecto a la digestibilidad in vitro de la materia seca de los ensilados se observó diferencia estadística entre los cuatro tiempos de fermentación (Cuadro No. 23) comparado con lo reportado por Cervantes et. al. (1978); (cuadro No 27) los resultados obtenidos fueron buenos.

En lo referente a las fracciones de fibra existió un incremento, en paredes celulares, paredes celulares - hemicelulosa, celulosa y hemicelulosa (Cuadro No. 23) dicho incremento se debe a que el limón es fuente de hidratos de carbono solubles, los cuales son utilizados durante la fermentación por lo que se requieren en menor proporción la celulosa y hemicelulosa.

En relación con la lignina se observó un decremento, (Cuadro No. 23) lo que no tiene relación a lo descrito por Van Soest (1982); Borgioli (1962); Mc Donald (1988) y Maynard (1955). Esto se debió a fallas durante la realización de la técnica.

En el ensilado la energía bruta muestra diferencia significativa ($P < 0.05$), en los cuatro tiempos de fermentación (Cuadro no. 22) pero se podría considerar como un alimento energético, para el ganado ya que contiene más de 3 Kcal/g.

Ensilado de Toronja- Rastrojo de Maíz.

La humedad presentó diferencia estadística ($P < 0.05$) (cuadro No. 17) aunque se encuentra dentro del rango considerado para un ensilado de buena calidad, según lo descrito por varios autores (Cuadro No. 27), debido a que se ha encontrado que los mejores niveles de materia seca del forraje deben variar del 20- 35 %; ya que al existir niveles más altos de humedad se favorecen las fermentaciones acéticas y el desarrollo de las bacterias Clostridium.(34)

En el extracto libre de nitrógeno (Hidratos de carbono) se observa un decremento ($P < 0.05$) entre los cuatro tiempos (Cuadro No. 24) debido a la fermentación, en la que son utilizados. Los datos son similares a los reportados por Cervantes et. al. (1978) (Cuadro No. 27).

En la fibra cruda, los valores mostraron un incremento, (Cuadro No. 24) dichos valores son menores a los obtenidos por Cervantes et. al. (1978) (Cuadro No. 27). La materia prima (Toronja) contiene una alta cantidad de hidratos de carbono solubles lo que disminuye la utilización de la fibra cruda durante el proceso fermentativo. (40)

En cuanto al contenido proteínico (Nitrógeno X 6.25) se obtuvo un ligero incremento durante la fermentación, (Cuadro No. 24) dicho incremento se debe a la adición de urea la cual incrementa el nivel de nitrógeno en el ensilado, esto concuerda con los resultados obtenidos por Cervera et. al. (1985) y Cervantes (1978) (Cuadro No. 27).

En general, el pH obtenido se encuentra dentro del intervalo considerado para ensilados de buena calidad según lo reportado por varios autores (Cuadro No.27).

La digestibilidad in vitro de materia seca mostró un decremento de 0 a 45 días (Cuadro No. 26) y comparado con lo mencionado por Cervantes et. al. (1978) (Cuadro No. 27) los resultados obtenidos en el presente trabajo son buenos.

Los resultados de fracciones de fibra muestran un incremento en paredes celulares, paredes celulares - hemicelulosa, celulosa, y hemicelulosa, a los diferentes tiempos de fermentación.(Cuadro No. 26) como ya se explicó esto es debido a que los hidratos de carbono solubles de lo toronja son utilizados durante la fermentación. En lo referente a la energía bruta, los valores se mantienen constantes (Cuadro No. 25). Este ensilado se puede considerar como fuente de energía. por que tiene más de 3 Kcal/g.

CAPITULO V

CONCLUSIONES.

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se puede concluir:

- Los cítricos de desechos (naranja, limón y toronja) se pueden ensilar conjuntamente con esquilmos agrícolas (rastroyo de maíz) tomando en cuenta la humedad e hidratos de carbono solubles para garantizar las fermentaciones deseables en el ensilaje.

- Se encontró, de acuerdo al análisis fisicoquímico realizado, que es factible que los ensilados de los tres cítricos de desecho puedan ser utilizados como alimento para ganado.

- Los ensilados de naranja, limón y toronja con rastroyo de maíz a los diferentes tiempos de fermentación (15, 30 y 45 días) son considerados de calidad aceptable según los parámetros de pH y humedad.

- A pesar de que los ensilados presentaron mayor digestibilidad in vitro a los cero días comparado con los otros tiempos de fermentación, muestran un buen nivel de digestibilidad in vitro.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Aguilera B. A., Evaluación del efecto de la suplementación de rastrojo amoniatizado sobre la cinética ruminal y digestibilidad en borregos pelibuey, Tesis de Maestría Nutrición Animal, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Edo. de México, (1988).
- 2.- Aguilera C. L., O'Donovan P.B., Algunas características bioquímicas de pulpa cítrica ensilada con diferentes niveles de miel y bagazo de caña de azúcar, Revista Cubana de Ciencia Agrícola **9**: 357-366, (1975).
- 3.- Annison, E.F. y Armstrong D.G., Volatile fatty acid metabolism and energy supply. Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant. Oriel Press Newcastle upon Tyne, England pp 422-437 (1970).
- 4.- A.O.A.C., Official Methods of Analysis, Ass. Off. Agric. Chem., Washington D.C. (1990).
- 5.- Blaxter K.L., METABOLISMO ENERGETICO DE LOS RUMIANTES, Ed. Acribia, España (1975)
- 6.- Borgioli. E., ALIMENTACION DEL GANADO, Ed. Ediciones GEA, Primera edición, pp 35-36, Barcelona España (1962)
- 7.- Burgstaller G., ALIMENTACION PRACTICA DEL GANADO VACUNO, Ed. Acribia, Primera edición, pp 17-18, Zaragoza España (1981).
- 8.- Carrera R.J.M., Suplementación de novillos en praderas de ballico italiano (lolium multiflorum), Tesis de Licenciatura, División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey N. L. (1979).
- 9.- Cervera C., Fernández-Carmona J. y Martí J., Effect of urea on the ensiling process of orange pulp. Animal Feed Science and Technology, **12**: 233-238, (1985).

- 10.- Cervantes N.A., Arroyo R.D., Shimada A.S., Valor nutritivo de un ensilaje de bagazo de piña y bagacillo de caña como fuente de forraje suplementaria para ganado durante la época de secas, Técnica Pecuaria, 34:9-14, México (1978)
- 11.- Church D.C., FISILOGIA DIGESTIVA, NUTRICION DE LOS RUMIANTES, vol. 1, Ed. Acribia, pp 128-140, Zaragoza, España (1974).
- 12.- Church D.C., THE RUMINANT ANIMAL. DIGESTIVE PHYSIOLOGY AND NUTRITION, Ed. Prentice Hall, U.S.A. (1988)
- 13.- CONAFRUT, El Mercado exterior frutícola (limón mexicano), Boletín bimestral, Año II, enero-febrero no. 7, (1980).
- 14.- De Alba J., ALIMENTACION DEL GANADO EN AMERICA LATINA, Ed. Ediciones Cientificas. La Prensa Mexicana S.A., Quinta reimpresión, pp 34-36, México (1983).
- 15.- De la Cruz C.I., Comportamiento de ensilajes a partir de mango (M. indicavar. criolla), limón (C. aurantifolia) y rastrojo de maíz con o sin la adición de melaza /urea en la alimentación de rumiantes, Tesis de Licenciatura Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, (1990).
- 16.- D'Urso G., Sinatra M.C., Lanza E. Aleo C., Fermentation Characteristics and digestibility of silages made from mixture of citrus pulp and straw, Tecnica Agrícola, 36(3): 321-331, (1984).
- 17.- Duthil J., PRODUCCION DE FORRAJES, Ed. Mundi-Prensa, Primera edición, pp.303-369, Madrid, España, (1980).
- 18.- Dyer I.A., Riquelme E., Baribo L. and Couch B. Y., Residuos de celulosa como fuente energética para producir proteínas de origen animal, Revista Mundial de Zootecnia, 1: 39-43 (1975).
- 19.- Flores M. J. A., BROMATOLOGIA ANIMAL, Ed. Limusa, Tercera edición, pp 519-521, 780-826, 843-845, México (1983).

- 20.- Frankel A.M., CONSERVACION DE FORRAJES HENIFICACION, ENSILADO Y DESHIDRATACION, Ed. Albatros, Primera edición, pp.51-114, Argentina (1984).
- 21.- Gasque G. R., Avila T.S., ENCICLOPEDIA TEMATICA PECUARIA, Ed. U.N.A.M., primera edición, pp 21-24, México (1989).
- 22.- Gaztambide A.C., CONCENTRADOS RICOS EN HIDRATOS DE CARBONO, Ed. Acribia, Segunda edición, pp. 93-99, Zaragoza, España, (1986).
- 23.- Gessner G.H., DICCIONARIO DE QUIMICA, Ed. Ediciones Omega S.A., Primera reimpresión, Barcelona España (1988).
- 24.- Gohl B. -I., Los subproductos de los cítricos para la alimentación del ganado, Revista Mundial de Zootecnia, **6**: 24-27 (1973).
- 25.- González I. J., Frutas Podridas, Hortalizas Perdidas, Hortalizas Frutas y Flores, Nov, 30,: 58-60 (1992).
- 26.- González I. J., Gran potencial de cítricos en el trópico, Hortalizas Frutas y Flores, **6** (11): 14 (1993).
- 27.- González P.E. y Merino Z. H., Valoración de ensilaje de maíz empleando urea, melaza + urea y carbonato de calcio como aditivo, Revista Técnica Pecuaria, **27**: 22-27 (1974).
- 28.- Gordón H. Derbyshire J.C. Wiseman G.H. and Jacobson C. W., Variation in initial composition of Orchard grass in relation to silage composition and feeding value, Journal Dairy Science, **46** : 987-992. (1974).
- 29.- Hardy C., Domínguez G. y Gutiérrez A., CONSERVACION DE PASTOS Y FORRAJES. EN I.C.A.. LOS PASTOS EN CUBA, tomo I, Producción, ed. Instituto de Ciencia Animal, pp 607-647, La Habana Cuba (1986).
- 30.- Heath M. E., Metcalfe D. S. and Barnis R.F., FORAGES, Ed. The Iowa State University Press, tercera edición, Iowa U.S.A. (1980).

- 31.- Hughes H.D. Heat H. E., Metcalfe V.S., FORRAJE, LA CIENCIA DE LA AGRICULTURA BASADA EN LA PRODUCCION DE PASTOS, Ed. C.E.C.S.A., Primera edición pp 68-69, México (1982).
- 32.- Hungate R.E., THE RUMEN AND ITS MICROBES, Ed. Academic Press, New York (1986).
- 33.- I.N.N."S.Z.", MANUAL DE TECNICAS DE LABORATORIO PARA EL ANALISIS DE ALIMENTOS, Ed. Publicaciones, México (1984).
- 34.- Jiménez M.A., CONSERVACION DE FORRAJE, Ed. Universidad Autónoma Chapingo, Primera reimpresión, pp. 23-49, México (1991).
- 35.- Ku Vera J. C. et al, Utilización de la pulpa deshidratada de cítricos en la alimentación de los rumiantes, BIOTAM Investigación Científica y Tecnológica, 5(1):25-31 (1993).
- 36.- León R. R., Ensilaje de la planta de maíz con estiércol de cerdo y bovino en la alimentación de rumiantes, Tesis de Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México (1993).
- 37.- Loussert, Raymond, LOS AGRIOS, Ed. Mundi-Prensa, Primera edición, pp. 50, 70-84, Madrid España (1990).
- 38.- Luquet F. M., LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. VACA- OVEJA- CABRA. Vol. 1, Ed. Acribia, S.A., Primera edición, pp. 95-96, Zaragoza España (1991).
- 39.- Mac Faddin, PRUEBAS BIOQUIMICAS PARA LA IDENTIFICACION DE BACTERIAS DE IMPORTANCIA CLINICA, Ed. Medica Panamericana, Primera reimpresión, pp. 292, México (1990).
- 40.- Maynard L.A., NUTRICION ANIMAL. FUNDAMENTOS DE LA ALIMENTACION DEL GANADO, Ed. Unión Tipográfica Editorial Hispanoamericana, pp 39-55, 58-61, México (1955).

- 41.- Megias M.D., Martínez-Turel A., Gallego J.A., Nuñez J.M., Chemical changes during the ensiling of orange peel, Animal Feed Science and Technology **43**: 269-274, (1993).
- 42.- Mendoza P.C., Alimentación de bovinos , fermentación de ingredientes para su utilización en la formulación de raciones para el ganado bovino, unidad de Posgrado Producción animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México (1987).
- 43.- Mc Cullough M.E. Nuevas tendencias en ensilaje de forrajes, Revista Mundial de Zootecnia, Estudio FAO Producción y Sanidad Animal **12**: 24-29 Italia (1978).
- 44.- Mc Cullough M.E., Silage and silage fermentation, Feed stuff, **49**: 49-52. (1978).
- 45.-Mc Donald P., Witterbury R., The ensilage process. Butler and Bailgy EDS , Chemistry and Biochemistry of Herbage, Academics Press London (1973).
- 46.- Mc Donald P., Edwards R. A., Greenhal G.H., NUTRICION ANIMAL, Ed. Acribia., Segunda edición, pp 410-411, Zaragoza España (1975).
- 47.- Mc Donald P., THE BIOCHEMISTRY OF SILAGE.,Ed. John Wily and Sons., Primera edición, England (1981).
- 48.- Mc Donald P., Edwards R.A.,NUTRICION ANIMAL, Ed. Acribia, Primera reimpresión, pp 144-151, 169-174, Zaragoza España (1988).
- 49.- Muslera P.E., Ratera G.C., PRADERAS Y FORRAJES, PRODUCCION Y APROVECHAMIENTO, Ed. Mundi-Prensa, pp 438-519, Madrid España, (1984).
- 50.- Narang M. P., Balwani T. L., A note on the pH of silages, Journal Animal Science, **44**(7):498-500, (1974).
- 51.- Nikolic J.A. and Jovanovic M.,Some properties of apple pomace ensiled with and without additives, Animal Feed Science and Technology, **15**:57-67, Nethrelands (1986).
- 52.- O'Donovan P. B., Posibilidades para la alimentación del ganado con subproductos en zonas tropicales, Revista Mundial de Zootecnia, **13**:32-37, (1975).

- 53.- Olivares S.E., Paquetes de Diseños Experimentales FAUANL, Versión 1.4, Facultad de Agronomía UANL, Marín, NL. (1988).
- 54.-Orozco C.I., Utilización de la cáscara de limón (Citrus aurantifolia swingle) ensilada como fuente energética para toretes en engorda intensiva, Tesis de Licenciatura Departamento de Zootécnia Chapingo, Universidad Autónoma Chapingo, (1985).
- 55.-Orskov E.R., ALIMENTACION DE LOS RUMIANTES PRINCIPIO Y PRACTICA, Ed. Acribia, pp37-44, Zaragoza España (1990)
- 56.- Paturau J. M., BYPRODUCTS OF THE CANE SUGAR INDUSTRY, Ed. Elsevier Scientific Publishing Company, Second edition, New York USA (1982).
- 57.-Pezo D., ENSILAJE DE FORRAJES TROPICALES EN: CATIE (CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA),PROGRAMA DE PRODUCCION ANIMAL, Ed. Turrialba, Primera edición, pp 141-153 Costa Rica (1981).
- 58.- Ramirez G.G.R., Engorda de novillos a base de pulpa de cítricos con método de suplementación fosfórica, Tesis de Licenciatura, División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas Departamento de Zootécnia Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey N.L., (1979).
- 59.- Rodríguez V., The use of dehydrated citrus pulp for milk production, Revista Cubana de Ciencia Agrícola, **5**: 263 (1971).
- 60.- Rodríguez V., Uso de la pulpa de cítricos como sustituto del cereal en dietas basadas en mieles para la producción de leche de vacas semiestabuladas con pastoreo restringido, Revista Cubana de Ciencia Agrícola, **16**: 15-18 (1972).
- 61.- Rodríguez V., Efecto de diferentes niveles de pulpa de cítrico deshidratada como suplemento a vacas en pastoreo libre o restringido, Revista Cubana de Ciencia Agrícola, **6**:9-14 (1972).

- 62.- Santos A.G. y Aguilera E., Niveles de sustitución de harina de maíz por pulpa deshidratada en concentrados para terneros. Efecto en el comportamiento y salud en los terneros, Revista Cubana de Ciencia Agrícola, **15**: 141 (1981).
- 63.- Schaibly G. E., Wing J., Effect of roughage concentrate ratio on digestibility and rumen fermentation of corn silage citrus pulp rations., Journal Animal Science, **38**:697-701 (1974).
- 64.- Shimada A. FUNDAMENTOS DE NUTRICION ANIMAL COMPARATIVA, Ed. Consultores en producción animal, Segunda edición, pp. 32, México (1984).
- 65.- Shimada A. FUNDAMENTOS DE NUTRICION ANIMAL COMPARATIVA, Ed. Sistema de educación continua en producción animal en México., Tercera impresión, pp. 37-41, México (1987).
- 66.- Singh A. P. and Pandita N. N., Effect of urea and molasses on fermentation of Napier Silage, Indian Journal Animal Science, **54**(1):112-114, (1984)
- 67.- Stonen-Beg E.G., et. al., SILAGE PRODUCTION AND USE, Ed. The Iowa State University, Primera edición, pp 417 Iowa U.S.A., (1978).
- 68.- Tejada H. I., MANUAL DE LABORATORIO PARA ANALISIS DE INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL, Ed. Patronato de apoyo a la investigación y experimentación pecuaria en México, Primera reimpresión, México (1985).
- 69.- Tirado F. J., Importancia de la fisoanatomía del rumen en el proceso digestivo del animal, Memorias del curso de Actualización sobre Nutrición y Alimentación en ganado productor de carne, UNAM, Facultad de Veterinaria, México (1977).
- 70.- Urrutia M. J. Valor Nutritivo de ensilaje de maíz con o sin mazorca y rastrojo de maíz con NaOH (0 y 4% base seca), Tesis de Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México (1980).
- 71.- Vandehholm H. D., Handling of manure from different livestock and management systems., Journal Animal Science, **43**:113-120, (1979).

- 72.- Vaquero B.E. Evaluación de la pulpa de cítricos en substitución del grano de sorgo en engorda de novillos tipo comercial, Tesis de Licenciatura, Division de ciencias Agropecuarias y Marítimas, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey N.L., (1980).
- 73.- Vasallo M.C., Interacciones entre ingredientes en raciones complementadas para ganado lechero, Colegio de Posgrado, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo México (1979)
- 74.- Van Soest P.J., The uniformity and nutritive availability of celulosa, Feed Proc. **32**: 1804-1808, (1973).
- 75.- Van Soest P.J., NUTRITIONAL ECOLOGY ON THE RUMIANT, Ed. O and B Books, U.S.A. (1982).
- 76.- Wayner D., BIOESTADISTICA, Ed. Limusa, Tercera edición, México (1978).
- 77.- Weinberg Z.G., Phalow G., The effect of treatment with urea, sorbic acid, or dehydration on orange peel silage, Animal Feed Science and Technogy **20**:(4): 335-342 (1988).
- 78.- Wilkinson J.J., Laboratory evaluation of ensiled mixture of alkali-treated cattle excreta and whole-crop maize, Animal Feed Science Technology **3**: 335-344 (1978).
- 79.- Wilkinson J.M., Valor alimenticio de las forrajeras ensiladas de clima tropical templado 2, Tecnica para aumentar el valor nutritivo del ensilado, **46**: 35-40 (1983)
- 80.- Yang S.J. Choung C.J., Choung J.J., Studies on utilization of citrus byproducts as livestock feeds 1. A study on the quality of the citrus canning byproducts silage and the nylon bag, D.M., digestibility based on the period of fermentation Korean Journal Animal Science, **26**: 236-243 (1984).

81.- Yang S.J. Choung C.C., Studies on the utilization of citrus byproducts as livestock feed. 3. Effect of moisture content, additives and in vivo dry matter digestibility on citrus waste silage, Korean Journal Animal Science. **27**: (4): 232-238 (1985).

82.- Zavaleta de L.E., Los ácidos grasos volátiles fuente de energía en los rumiantes, Ciencia Veterinaria. **1**: 233-240 (1976).

APENDICE.

Preparación de soluciones.

A.- Solución detergente neutro.- a un litro de agua destilada, agregar 30g de lauril sulfato de sodio, 18.61g de sal disódica de ácido etilen diamino tetra acético (EDTA) con dos moléculas de agua, 6.81g de borato de sodio decahidratado, 4.56g de fosfato de sodio dibásico, 10ml de etilenglicol mono etil éter y homogenizar.

B.- Solución ácido detergente - adicionar 20 g de bromuro de cetil trimetilamonio a un litro de ácido sulfúrico 1N,.

C.- Solución saturada de permanganato de potasio.- disolver 50 g de permanganato de potasio en un litro de agua destilada. Homogenizar la solución y guardarla en la oscuridad.

D.- Solución amortiguadora.- En 100 ml de agua disolver 6 g de nitrato férrico, 0.15g de nitrato de plata. Por otro lado disolver 5 g de acetato de potasio en 500 ml de ácido acético glacial. Mezclar esta solución con la anterior. Adicionar a la mezcla resultante 400ml de alcohol terbutílico y homogenizar.

E.- Solución combinada de permanganato.- Mezclar en proporción 2:1 (v/v) la solución de permanganato de potasio con la solución amortiguadora. Nota. 1

Nota 1 - Hacer la mezcla poco antes de usarla, preparar unicamente la cantidad que se empleará en ese momento.

F.- Solución desmineralizadora.- Disolver en 700 ml de etanol 50 g de ácido oxálico dihidratado, una vez hecha la mezcla adicionar 50 ml de ácido clorhídrico, más 250 ml de agua destilada y homogenizar.

G.- Solución amortiguadora de Mc Dougall.

Solución a.- Pesar y mezclar 3.7 g de fosfato de sodio anhidro y 9.8 g de bicarbonato de sodio, disolver bien y aforar a 1 lt con agua desionizada; para facilitar la mezcla se puede usar agua a 40°C.

Solución b.- Pesar y mezclar 4.7 g de cloruro de sodio, 5.7 g de cloruro de potasio, 0.4 g de cloruro de calcio y 0.6 g de cloruro de magnesio disolver bien y aforar a 100 ml.

La solución amortiguadora se prepara adicionando 10 ml de la solución (b) a 1 lt de la solución (a). Se agita la mezcla durante unos minutos antes de que se vaya a emplear.

H.- Solución de pepsina ácida.- Homogenizar 4 ml de pepsina (cuajo) en una solución 0.1 N de ácido clorhídrico por litro, esta solución se prepara únicamente el día que se usa a emplear, Debe de tener una temperatura de 40°C con un pH de 1.5.