

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



Composición química y digestibilidad *in situ* de los forrajes de mijo perla (*Pennisetum glaucum*) y maíz (*Zea mayz*) con diferentes aditivos foliares.

POR :

EDUARDO SOBREVILLA NAVARRO

TRABAJO DE OBSERVACION

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Octubre de 2000

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

**Composición química y digestibilidad *in situ* de los forrajes de mijo perla
(*Pennisetum glaucum*) y
maíz (*Zea mayz*) con diferentes aditivos foliares.**

TRABAJO DE OBSERVACION

POR:

EDUARDO SOBREVILLA NAVARRO

**Que somete a consideración del Honorable Jurado Examinador como
requisito parcial para obtener el título de:**

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA.

Aprobada:

Ing. M.Sc. FERNADO RUIZ ZARATE

Dr. RAMIRO LOPEZ TRUJILLO.

Dr. BALTAZAR CUEVAS HDZ.

Ing. RODOLFO PEÑA ORANDAY
COORDINADOR DE LA DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO.
OCTUBRE DE 2000.

INDICE

INDICE DE CUADROS	I
INDICE DE FIGURAS	II
INTRODUCCION	1
JUSTIFICACION	4
OBJETIVOS	5
REVISION DE LITERATURA	6
LOS FORRAJES	6
MAIZ	9
CARACTERISTICAS DEL CULTIVO	9
PRODUCCION DE FORRAJE DE MAIZ	9
CARACTERISTICA FORRAJERA DEL MAIZ	11
MOMENTO OPTIMO PARA EL CONSUMO DEL FORRAJE DE MAIZ	12
CLASIFICACION AGRONOMICA	13
ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO	14
PREPARACION DEL CULTIVO	14
LABORES CULTURALES	14
SIEMBRA	15

15	FERTILIZACION	
15	RIEGOS	
16	MIJO PERLA	
16	CARACTERISTICAS DEL CULTIVO	
	PRODUCCION DE FORRAJE DEL MIJO PERLA	17
	CARACTERISTICA FORRAJERA DEL MIJO PERLA	18
21	MOMENTO OPTIMO PARA QUE EL FORRAJE DE MIJO PERLA SEA CONSUMIDO	
22	CLASIFICACION AGRONOMICA	
22	ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO	
23	PREPARACION DEL CULTIVO	
23	LABORES CULTURALES	
	SIEMBRA	23
24	FERTILIZACION	
25	RIEGOS	
25	ALGAS MARINAS	
	CLASIFICACION	27

	REPRODUCCION	28
29	USOS Y EFECTOS DE ALGAS MARINAS SOBRE LOS CULTIVOS	
	FIJACION DEL NITROGENO ATMOSFERICO	33
	COMPOSICION QUIMICA DE LOS FORRAJES	34
	CONTENIDO DE PROTEÍNA	35
	FIBRA.....	36
	FIBRA NEUTRO DETERGENTE	39
40	FIBRA ACIDO DETERGENTE	
41	EXTRACTO ETereo	
41	DIGESTIBILIDAD	
43	LA DIFERENCIA ENTRE ESPECIES	
43	LA FASE VEGETATIVA	
44	TECNICAS PARA ESTIMAR DIGESTIBILIDAD	
	TÉCNICA <i>in situ</i>	44
46	MATERIALES Y METODOS	
46	MATERIALES GENETICOS EVALUADOS	
	FASE DE CAMPO	46
	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE LA FASE DE CAMPO	47

52	FASE DE LABORATORIO	
	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE LA FASE DE LABORATORIO	52
	DIGESTIBILIDAD <i>in situ</i>	52
	METODOLOGIA QUE SE LLEVO ACABO PARA LA IGESTIBILIDAD <i>in situ</i>	53
54	RESULTADOS Y DISCUSION	
67	CONCLUSIONES	
68	LITERATURA CITADA	

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Composición proximal del maíz forrajero.....	11
CUARDO 2. Composición proximal del maíz forrajero completamente maduro	12
CUADRO 3. Composición química y digestibilidad del mijo perla en diferentes etapas de crecimiento	19
CUADRO 4. Digestibilidad del forraje del mijo perla en ovinos y bovinos.....	20

CUADRO 5. Características de los tratamientos en el cultivo forraje de maíz	47
CUADRO 6. Dosis de fertilización de los tratamientos en el forraje de maíz	48
CUADRO 7. Características de los tratamientos en el cultivo de forraje de mijo perla	49
CUADRO 8. Dosis de fertilización de los tratamientos en el cultivo de forraje de maíz de mijo perla	50

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Contenido de proteína cruda	55
FIGURA 2. Contenido de Fibra Neutro Detergente	58
FIGURA 3. Contenido de Fibra Acido Detergente.....	60
FIGURA 4. Contenido de minerales.....	62
FIGURA 5. Digestibilidad de Materia Seca	64

INTRODUCCION

Hoy en día el incremento poblacional y la creciente escasez de alimentos, hacen cada vez más necesaria la explotación agrícola y pecuaria no solo de los terrenos fértiles y favorecidos por las condiciones climatológicas, si no también el aprovechamiento de suelos pobres con poca precipitación pluvial, las cuales abarcan gran parte de nuestro país.

El territorio nacional esta compuesto por zonas áridas en un 31 %, zonas semiáridas en un 33 % y, únicamente, el 33 % corresponde a zonas húmedas y semihúmedas, por lo que existe el problema de temperatura y disponibilidad de agua (Ruiz, 1994).

Por lo cual, es necesario la utilización de forrajes, que toleren condiciones adversas como sequía, suelos pobres, etc.

El mijo perla (*Pennisetum glaucum*), es un candidato ideal para la producción de forrajes, ya que es más tolerante a las condiciones extremas de sequía, que otros cultivos como el maíz o el sorgo, y puede crecer en suelos pobres, en donde otros cultivos no son posibles de producir una buena cosecha, además de que su contenido nutricional es mayor.

Es bien conocido que uno de los problemas de tipo económico-social de más difícil solución con el que se enfrenta nuestro país y ante la apertura agrícola comercial es la alimentación humana.

Es por ello que al sector agrícola le corresponde la difícil tarea de buscar alternativas, que permitan resolver la problemática de tan diversos factores de producción como son: bajos rendimientos, comercialización, energía, lucha contra las inclemencias del tiempo, escasez de agua, etc. Destacando la concientización a los productores de realizar un cambio en todos los sentidos si quieren permanecer en un mercado más competitivo.

Por ello debemos utilizar tecnología de punta, la cual nos ayude a la producción de forrajes de alta calidad sin la necesidad de aumentar costo de producción, ya que este es un factor limitante en la producción de estos.

Una alternativa es la utilización de un producto que esta tomando gran relevancia cuyo nombre comercial es ALGAENZIMS, el cual es un extracto orgánico preparado a base de algas marinas (*Sargassum acinarium L.*) y que provoca en las plantas una diversidad de repuestas favorables, entre las cuales, está el aumento considerable en la producción y protección contra algunos parásitos y enfermedades, además de que se tiene una recuperación ecológica al no ser contaminante en su aplicación y en su actividad.

JUSTIFICACION

México es un país que está en activo crecimiento y cuenta con una geografía extraordinariamente diversa, lo cual permite se conjuguen una gran cantidad de condiciones físicas, teniendo como resultado, una gran variedad de climas, zonas y recursos naturales que favorecen la explotación del campo y el desarrollo social.

La importancia que tienen los forrajes en las explotaciones pecuarias y la necesidad de contar con forrajes de calidad ha dirigido a algunos investigadores a la búsqueda de materiales como el maíz (*Zea mayz*), y mijo perla (*Pennisetum glaucum*), para evaluar la producción y la calidad de los forrajes, para la alimentación del ganado.

También diversas investigaciones se enfocan a la fijación del nitrógeno atmosférico tanto en el suelo como en los cultivos, mediante la aplicación foliar de extracto de algas marinas, específicamente las cianófitas, para el aumento de biomasa de las plantas, aumento de las proteínas, y de esa forma aumentando la producción y calidad de los forrajes sin elevar los costos de producción.

OBJETIVOS

- Conocer el valor nutritivo de los forrajes de mijo perla (*Pennisetum glaucum*) y maíz (*Zea mayz*), con el 100 % y 75 % de fertilización más algas marinas (ALGAENZIMS) y Nitrógeno (N), Boro (Bo), Zinc (Zn), por medio del contenido de proteína cruda (PC), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), así como el contenido de Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) .
- Conocer la digestibilidad *in situ* de la materia seca (MS) de los forrajes anteriores con el 100 y 75 % de fertilización más algas marinas y N, Bo, Zn.

REVISION DE LITERATURA

LOS FORRAJES

Los forrajes son plantas o partes de las plantas, expresamente cultivadas para la alimentación del ganado.

En el año de 1975, Delorit y Ahlgren; citados por Galvan (1994), mencionaron que son muchas las especies utilizadas como forrajes, ya sean consumidos en verde o para producir alimentos deshidratados; Todos estos forrajes se pueden clasificar de la manera siguiente:

a) Forrajes anuales.

1. - Puros (maíz forrajero, girasol forrajero, cebada para forraje, sorgo forrajero, etc.)
2. - Asociados (cebada - avena, veza - avena, etc.)

b) Forrajes plurianuales o praderas.

1. - Artificiales o de temporal.
 - Praderas monofitas (alfalfa, esparcetas, etc.).
 - Praderas polifitas (gramíneas, leguminosas, gramíneas y leguminosas).

Uno de los ingredientes principales que se incluyen en las raciones del ganado lo constituyen los forrajes, ya sea en verde, henificado, ensilados, rastrojos, esquilmos agrícolas, y subproductos de la industrialización agrícola, que por su bajo precio de adquisición, contribuyen a reducir los costos de la explotación (Borgiolo, 1962).

Según sean consumidos, en estado verde o conservados mediante los procesos de la henificación o el ensilado, los forrajes se dividen en forrajes verdes, henos, forrajes ensilados de leguminosas y de gramíneas (Borgiolo, 1962).

En la producción de forrajes, influyen los tipos de suelos y condiciones ambientales, los cuales en muchos casos restringen su producción en zonas donde haya una adecuada precipitación pluvial, sistemas de riego y suelos ricos, elevando los costos de los forrajes (Allen, 1995).

Para conseguir una alta eficiencia en los sistemas de alimentación con forrajes, es necesario conocer los requerimientos nutricionales de las especies que estamos explotando, así como el aporte y contenido de nutrientes del forraje que vamos a proporcionarle. Las características de las buenas especies forrajeras son la digestibilidad, buena calidad, gustocidad, rendimiento, etc. (Allen, 1995).

Para elegir un cultivo destinado a la producción de forraje debemos basarnos en la adaptabilidad al medio en que se va a sembrar, en su productividad relativa, en su gustocidad para el ganado, en su capacidad de rebrote y en su valor nutritivo (Sprague, 1954).

El N.R.C. (1974), describe la clasificación de los forrajes en tres categorías que a continuación se presentan:

- Forrajes toscos, heno, paja, forraje seco, los cuales se caracterizan por tener un bajo contenido de energía por unidad de peso y con un alto contenido de fibra cruda.

- Forraje de pradera y forrajes suministrados en verde: tales como los pastizales o plantas de explotación intensiva cosechada en verde.
- Ensilados, ensilado de cereales, de maíz y de gramíneas, etc.

El forraje es requerido diariamente en las dietas para mantener la función ruminal normal y maximizar la energía ingerida (Allen, 1995).

MAIZ (*Zea mayz*)

Características del cultivo.

El maíz (*Zea mayz.*), es una planta anual originaria de México y Centroamérica. Actualmente se cultiva en todo el mundo y en México. Se siembran aproximadamente 6.9 millones de hectáreas de este cereal (SARH, 1983).

Producción de forraje de maíz (*Zea mayz*).

Morrison (1977), citado por Galvan (1994), nos marca esta diferencia: La denominación "forrajes de maíz", se emplea para designar las plantas frescas o desecadas, que se han producido para obtener forraje, con todas sus mazorcas si ya se formaron.

Por "planta entera de maíz", llamada algunas veces en haces, se entiende el maíz cultivado fundamentalmente para grano, sin pizcar las mazorcas. En ocasiones, se da a

estas plantas también el nombre de forraje de maíz (Morrison, 1977; citado por Galvan, 1994).

El cultivo de maíz es muy utilizado en la industria pecuaria mexicana pues por tradición y costumbre es el cereal más cultivado en nuestro país, incluso se le menciona como “el cultivo rey”. Aunque es el principal cereal que se cultiva en México, muchas veces se cultiva solo para grano, a pesar de que posee una gran importancia como cultivo forrajero (Serna, 1996).

En el caso del maíz, los rendimientos en materia verde posiblemente hacen que la planta de maíz sea más popular que ningún otro cultivo forrajero, además de encontrarse entre los cereales de más bajo costo y proporcionar un alto contenido energético ya que tiene un 50 % más valor nutritivo por unidad de superficie que cuando se cultiva para grano (Ahlgren, 1949; citado por Galvan, 1994).

Con objeto de tener buenos rendimientos por hectárea, el maíz se siembra en ocasiones con una alta densidad de población con lo cual se forman menos número de espigas pero se obtienen mayores rendimientos de materia seca y nutrimentos (Watson y Smith, 1984).

Debido a que el maíz es el cultivo más importante de nuestro país, y también lo es de algunos países como Estados Unidos, se han hecho en él numerosos estudios. En la producción animal toma un papel importante por su valor como forraje (Ahlgren, 1949; citado por Galvan, 1994).

Algunos países se interesan más por el maíz para ensilaje y pastura verde que para grano. La madurez del maíz para ensilaje puede evaluarse en base al rendimiento de materia seca y a la producción de tallos y mazorcas.
(Watson y Smith, 1984).

El maíz tiene la propiedad de permanecer gustable o aceptable mayor tiempo que muchos forrajes, así mismo, pierde más lentamente sus propiedades nutritivas (Sprague, 1954), aunque por su pobreza en principios proteicos no es adecuado para incrementar rápidamente el desarrollo del ganado, su riqueza en carbohidratos lo convierte en una valiosa fuente de energía, contribuye además a formar las reservas de grasa (Inchausti y Tagle, 1967).

Característica forrajera del maíz.

Church y Pond (1982) realizaron estudios donde determinaron que la composición proximal del maíz forrajero es la que aparece en el Cuadro 1:

Cuadro 1. Composición proximal del maíz forrajero.

PROTEINA	6.8 %
GRASA	2.1 %
FIBRA	21.8 %
EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO	46.7 %
CENIZAS	5.2 %

Church y Pond (1982).

Además mencionan una digestibilidad de MS *in vitro* para variedades de maíz de maduración temprana de 70.9 %, para variedades de maduración intermedia 72.3 % y para variedades de maduración tardía 75.3 %.

Morrison (1965), citado por Galvan (1994), menciona que la composición química del maíz forrajero cuando está completamente maduro (Cuadro 2).

Cuadro 2. : Composición proximal del maíz forrajero, completamente maduro.

PROTEINA CRUDA	7.33 %
FIBRA CRUDA	18.43 %
EXTRACTO ETereo	2.81 %
CENIZA	4.07 %
ELN	67.5 %

Morrison (1977), citado por Galvan (1994).

Momento optimo para el consumo del forraje de maíz.

Se ha mencionado y comprobado en muchas ocasiones, que los forrajes tienen un punto optimo en su corte, para que este tenga un mayor contenido de nutrientes y porcentaje de digestibilidad. Debido a esto, se debe de tomar en cuenta la madurez, que suele describirse en término de número de días a partir de la fecha en la que ha aparecido un 50% de las espigas, y de esa forma se puede aplicar a las diferentes especies forrajeras (Galvan, 1994).

Hace tiempo que se sabe que a medida que se retrasa la fecha de corte de un cultivo determinado, se disminuye el valor alimenticio del forraje resultante. Ello es debido a que el forraje va haciéndose menos digestible a medida que madura (Raymond, 1977; citado por Galvan, 1994).

CLASIFICACION AGRONOMICA

De acuerdo a su ciclo vegetativo o tiempo en que tardan en alcanzar su maduración se clasifican en:

- Precoces (110 días).
- Intermedios (135 días).
- Tardíos (170 días).

De riego, cuando durante todo el ciclo se proporciona agua.

De temporal, cuando esta sujeto a la precipitación pluvial aunque en ocasiones se ayuda al cultivo con riegos de auxilio (Cruz, 1989).

Por lo que podemos colocar al maíz en un cultivo intermedio, el cual puede ser de riego o de temporal.

ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

El establecimiento del cultivo se refiere a los preparativos o labores culturales que se realizan antes, durante y después de la siembra y hasta la cosecha y que varían de una región a otra en que se cultivan, las cuales son:

PREPARACION DEL CULTIVO

Por tratarse de cultivos anuales, un requisito importante en el establecimiento, es la preparación de una buena cama de siembra. Para lograr dichas características, es necesario el empleo de maquinaria para proporcionar las mejores condiciones del suelo para la emergencia de la planta, estas condiciones se pueden obtener de la siguiente manera:

LABORES CULTURALES.

- Barbecho. Para facilitar la penetración de las raíces en el suelo, aumentar su estabilidad y mejorar su condición, el barbecho debe hacerse a una profundidad de 30 cm.
- Rastreo y cruza. Con esta práctica se desmenuza la tierra, lo que facilita tener una siembra uniforme a la vez que favorece la germinación de la semilla.
- Nivelación. Este debe de hacerse antes de que el terreno sea regado para proporcionar un riego uniforme.

SIEMBRA

La época para siembras de primavera es del 15 de marzo al 30 de abril. En el caso de maíz se sugiere sembrar en surcos separados de 70 a 90 cm, utilizando 25 kg de semilla comercial por hectárea.

FERTILIZACION

La fertilización que se recomienda para el cultivo del maíz es la siguiente 100 - 60 - 00. Se recomienda que se divida en dos dosis, la primera al momento de la siembra con el 100 % de fósforo y 50 % del total de nitrógeno, y el otro 50% del nitrógeno antes de la floración (Canales, 1999).

RIEGOS

Se recomienda el primer riego al momento de la siembra. El segundo riego se recomienda cuando inicia la floración, y el tercer riego se recomienda cuando se encuentre en el llenado del grano (SEP, 1988).

Mijo perla (*Pennisetum glaucum*)

Características del cultivo.

Los mijos constituyen un grupo de géneros y especies de gramíneas que producen cariopcides pequeñas. Al igual que el sorgo, los mijos están principalmente adaptados para producir en las zonas semidesérticas, tropicales y subtropicales del mundo. Son de gran valor para los lugares con suelos pobres y escasa precipitación pluvial que no permite el cultivo de ningún otro grano (Serna, 1996).

El mijo perla es nativo de África donde se cultiva para consumo humano y animal, y en la India ocupa el cuarto lugar dentro de los cereales cultivados. Llegó a los Estados Unidos procedente del oeste de la India. Es una planta anual vertical alta, de 2-3 metros de altura, con los vástagos gruesos que crecen en grupos densos. Las hojas son largas, de 10 a 100 cm de largo, el ancho de las hojas es de .5 a 5 cm. En suelos fértiles produce grandes cantidades de forraje verde, que tiene una excelente aceptabilidad y es de alto valor nutritivo, se le pueden dar varios cortes (4 a 7) durante su ciclo. En algunos países como la India utilizan el grano para el consumo humano y animal, el forraje lo henifican o lo ensilan (Maiti y López, 1995).

Los requerimientos térmicos de este cultivo fluctúan entre 10 y 45 0C, no obstante las temperaturas óptimas para su desarrollo fluctúan entre los 33 y 450 C (Maiti y López, 1995).

El mijo perla puede crecer en gran variedad de suelos, excepto en los inundados (cuando la inundación coincide con el crecimiento de las plantas). Se comporta mejor en suelos francos ligeros y en suelos arenosos que en los pesados, donde desarrolla un sistema radicular más superficial. Las

plantas son relativamente tolerantes a suelos de baja fertilidad y pueden producir al menos alguna cosecha en donde otros cultivos fallarían (Ogden, 1977; citado por Maiti y López, 1995).

El mijo perla tolera condiciones de baja precipitación pluvial, con un rango de 250 a 600 mm de precipitación pluvial anualmente, mientras que en la misma área el sorgo requiere al menos de 350 mm (Ogden, 1977; citado por Maiti y López 1995).

PRODUCCION DE FORRAJE DE MIJO PERLA.

En la valoración del mijo perla como forraje, hay poca información en la literatura, pero se tienen informes de que en el ganado alimentado con mijo perla, los incrementos de peso fueron iguales o mayores, que los alimentados con zacate sudan (Maiti y López, 1995).

El mijo perla generalmente se usa como forraje verde picado, y sólo ocasionalmente como heno y ensilaje, ya que lo fibroso de su tallo hace que se cure con demasiada lentitud en áreas húmedas, dificultando su henificación y perdiendo valor nutritivo (Clark y cols., 1965).

En consecuencia recomiendan que cuando el mijo perla se destine para henificado se siembre a chorrillo o al boleó, y se corte al inicio de floración o antes para que sea de mayor calidad y apetecibilidad (Maiti y López, 1995).

Una característica importante observada por Rouquette y cols. (1980) fue que la aceptabilidad del mijo perla descendía cuando se sometía a un estrés de sequía, lo que

repercutía en el consumo de forraje. Concluyeron que esto era debido a un aumento en la concentración de alcaloides y nitratos en el forraje pudiendo alcanzar niveles tóxicos si el estrés era prolongado.

Farías y Faz (1983), obtuvieron en dos cortes, cerca de 52 t/ha de forraje verde y 10 t/ha de forraje seco en dos parcelas de validación en un paquete tecnológico desarrollado para este cultivo forrajero en Lerdo y Gómez Palacio, Durango.

CRACTERISTICA FORRAJERA DEL MIJO PERLA.

La bromatología del mijo perla según De Alba (1976) es la que se menciona en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Composición química y digestibilidad del mijo perla en diferentes etapas de crecimiento.

	CRICIMIENTO TIERNO .40 m	EN FLOR	ESTADO LECHOSO	ESTADO MASOSO
Materia Seca (%)	15.3	18.6	21.6	19.0
Proteína digestible (%)				
Natural	1.9	1.4	0.9	0.6
Seca	12.4	7.5	4.3	0.45
Energía metabolizable (Mcal/kg)				
Natural				
Seca	0.35	0.43	0.45	0.43
	2.29	2.31	2.08	2.26

Composición				
(%)				
Proteína	2.7	2.1	1.5	1.2
Grasa	0.5	0.5	0.3	0.3
Fibra	3.2	4.9	6.9	6.0
E.L.N.	6.8	8.9	10.5	9.5
Cenizas	2.1	2.2	2.4	1.9
Calcio	0.100	0.196		0.048
Fósforo	0.048	0.076		0.049
Digestibilidad				
(%)				
Proteína	72	68	62	52
Grasa	56	61	67	36
Fibra	79	77	60	75
E.L.N.	69	70	69	70

De Alba (1976).

La digestibilidad de la materia seca (MS), Proteína Cruda (PC) y Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), aparecen en el cuadro 4:

Cuadro 4. Digestibilidad del forraje de mijo perla, en ovinos y bovinos.

MATERIA SECA	63 a 82 %
PROTEINA CRUDA	60 a 75 %
ELN	69 a 80 %

(Butterworth, 1967).

Haciendo una análisis de laboratorio sobre varios forrajes no leguminosos, el mijo perla tuvo el más alto contenido de sílice y celulosa con 3.54 y 34.88 %, respectivamente; la digestibilidad *in vitro* de materia seca se reportó con un 68.57 %, y la digestibilidad *in vitro* de la pared celular fue con un 54.45 % (Gruptha y Pradha, 1977).

Marten (1970) menciona que el comportamiento animal es función de los nutrientes utilizados por unidad de tiempo, que es una manera de expresar el valor alimenticio verdadero de un forraje.

Maynez (1987) comparó la productividad de cuatro variedades de zacate Sudán y dos variedades de mijo. Los resultados preliminares indicaron que los mijos fueron menos productivos que las variedades de zacate Sudán en un 30 y 45 % respectivamente, en Delicias, Chihuahua.

Stephenson y Posler (1984) realizaron pruebas en Kansas con la variedad Millex-23. El rendimiento de materia seca total fue de 7.3 y 5.6 t/ha en el estado de embuche, y 5.3 y 4.3 t/ha en la fase vegetativa, en 1979 y 1980, respectivamente.

Johnson y Saoutewel (1960) reportaron sobre la condición corporal de animales alimentados con ensilajes de maíz y mijo perla, se reportó que en vacas Jersey, tuvieron un incremento en la producción cuando se les alimentó con ensilaje de mijo perla. Aunque la producción de leche con el ensilaje del mijo era perceptiblemente más alta, las diferencias en aumentos del peso corporal no eran significativas. Aparentemente las vacas alimentadas con ensilaje de mijo perla, obtuvieron más energía neta del producto en materia seca.

MOMENTO OPTIMO PARA QUE EL FORRAJE DE MIJO PERLA SEA CONSUMIDO.

El momento óptimo para que el forraje de mijo perla sea consumido es cuando se encuentra en estado de embuche, o cuando ya apareció la hoja bandera, la cual indica que ya terminó la fase vegetativa (Maiti y López, 1995).

CLASIFICACION AGRONOMICA

De acuerdo a su ciclo vegetativo o tiempo en que tardan en alcanzar su maduración se clasifican en:

- Precoces (110 días).
- Intermedios (135 días).
- Tardíos (170 días).

De riego, cuando durante todo el ciclo se proporciona agua.

De temporal, cuando esta sujeto a la precipitación pluvial aunque en ocasiones se ayuda al cultivo con riegos de auxilio (Cruz, 1989).

Por lo que podemos colocar al mijo perla en un cultivo precoz, el cual puede ser de riego o de temporal.

ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

El establecimiento del cultivo se refiere a los preparativos o labores culturales que se realizan antes, durante y después de la siembra y hasta la cosecha y que varían de una región a otra en que se cultivan, las cuales son:

PREPARACION DEL CULTIVO

Por tratarse de cultivos anuales, un requisito importante en el establecimiento, es la preparación de una buena cama de siembra. Para lograr dichas características, es necesario el empleo de maquinaria para proporcionar las mejores condiciones del suelo para la emergencia de la planta, estas condiciones se pueden obtener de la siguiente manera:

LABORES CULTURALES.

- Barbecho. Para facilitar la penetración de las raíces en el suelo, aumentar su estabilidad y mejorar su condición, el barbecho debe hacerse a una profundidad de 30 cm.
- Rastreo y cruza. Con esta práctica se desmenuza la tierra, lo que facilita tener una siembra uniforme a la vez que favorece la germinación de la semilla.
- Nivelación. Este debe de hacerse antes de que el terreno sea regado para proporcionar un riego uniforme.

SIEMBRA

Para el mijo perla se recomienda que los surcos tengan una separación de 45 a 60 cm, y con una densidad de siembra de 7 a 11 kg de semilla por hectárea (Cuevas y cols., 1996).

La fecha de siembra en el mijo perla es bastante amplia en virtud de su periodo corto de crecimiento. Sin embargo, el mijo no se debe sembrar hasta que el terreno esté caliente. Esto significa iniciar la siembra dos o tres semanas después de la fecha de siembra del maíz. También, la última siembra debe contemplar los 60 a 79 días de la fase de crecimiento que deberá ser anteriores a la fecha normal de la primera helada dañina que ocurra en la zona (Cuevas y cols., 1996).

Para el caso del mijo perla en zonas semiáridas la densidad de siembra puede ser de 11 a 17 kg/ha. Se recomienda que los surcos tengan una separación de 45 a 60 cm, con una distancia entre plantas de 20 cm (Maiti y López, 1995).

FERTILIZACION

En forma muy general, el ICRISAT (Agronomy of Sorghum and Millet Semiarid Tropics), citado por Maiti y López (1995), recomiendan para mejorar la producción de grano y forraje una dosis de fertilización de 100 – 50 – 00. La dosis puede dividirse en dos aplicaciones, la primera es una mezcla con el 50 % de la dosis total de nitrógeno y el 100 % de la de fósforo. Tal aplicación se realiza el día de la siembra.

RIEGOS

En el caso del mijo perla se recomienda un riego de presembrado y dos de auxilio, uno a los 15 días después de la siembra y el otro cuando se encuentre en la etapa de embuche.

ALGAS MARINAS

La diferencia entre la vida animal y la vida vegetal se basa en la manera de asimilar los alimentos. Las plantas usan sustancias minerales, conocidas como materia inorgánica asimilable. Los animales requieren vegetales u otro tipo de materia orgánica para su subsistencia. Las algas son llamadas talofitas ya que no tienen diferenciación en las hojas y los tallos, viven y reciben su nutrimento del agua. También las hay terrestres y, al igual que las marinas, pueden ser unicelulares microscópicas, hasta gigantes de más de 50 metros de longitud. Algunos tipos de algas son muy notorias, ya que forman natas verdes en los depósitos de agua, contribuyen a la formación de capas resbalosas en las piedras que se encuentran al margen de los arroyos. Son los primeros organismos en colonizar a las rocas desnudas, ayudando a la formación de un suelo adecuado para el desarrollo de las plantas superiores (Senn, 1987; citado por Canales, 1997).

Muchas personas creen que las algas por ser tan pequeñas y confusas son de poca importancia; sin embargo, la realidad es todo lo contrario, dado que la mayoría del material

vegetal sobre la tierra lo constituyen las algas, las cuales llevan a cabo una gran parte de la fotosíntesis total. Se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza; la mayoría de las algas viven en los lagos, ríos y océanos, y también se les encuentra en abundancia en la capa superficial de los suelos húmedos y aún en los desiertos (Cronquist, 1997).

Teuscher y Adler (1984); citados por Trujillo (1997), mencionan que las algas marinas constituyen un tipo especial de abono verde, se descomponen inmediatamente y como no tienen fibra, deberán incorporarse de inmediato. La finalidad de aplicar al suelo es para acondicionamiento y fertilización del suelo.

Las algas son usadas como un complemento de las proteínas en la alimentación de los animales, cuyo contenido es similar a las del mejor heno (Black 1955; Beleau y cols., 1975; citados por Canales, 1997). Las algas como forraje, tienen valor también como fuente de alimentos traza, vitaminas y precursores de vitaminas; todo esto, las hacen estimadas como suplemento de la alimentación. Los polisacáridos en el alimento de los animales pueden enlazar y remover metales contaminantes dañinos del tracto intestinal (Ruiz, 1994).

Los aztecas, antes de la llegada de los españoles a la gran Tenochtitlan en 1521, recolectaban algas del lago de Texcoco, las secaban y hacían panes con ellas, comiéndolas como si fueran queso. Ahora se sabe que es el alga *Spirulina geitheri*, la cual, sobrepasa en su composición, el 70 % de proteínas de excelente calidad. La *Spirulina* fue redescubierta por la Academic World en 1940, estimándose que una hectárea de cultivo de *Spirulina* puede

rendir hasta 50,000 kg de proteína por año, contra 100 kg de proteína que se obtiene en la misma superficie y tiempo con la explotación de ganado (Canales, 1997).

Los españoles, desde hace siglos usan las algas en la agricultura como son: *Sargazo* (sic) *vegigozo*; *Fucus vesiculosos*, *F. divaricatus*, *F. enflatus*; *F. spiralis* (Canales,1997).

Las algas desarrollan pigmentos fotosintéticos y de acuerdo con éstos se dividen en: Rodofíceas o algas rojas; Feofíceas o algas pardas o cafés; Clorofíceas o algas verdes y Cianofíceas o algas verde azul (Villem, 1987; citado por Trujillo, 1997).

CLASIFICACION

Las algas marinas se clasifican de acuerdo al color, las hay azul-verde, verde pasto, verde oliva, cafés y rojas. También se pueden clasificar de acuerdo a sus similitudes o semejanzas. Esta clasificación es la siguiente manera:

Clase	Alga
Orden	Fucaceae
Género	Ascophyllum
Especie	nodosum

(Canales, 1997).

REPRODUCCION

Senn (1987), citado por Canales (1997); y Cronquist (1997), concuerdan en que las algas tienen una reproducción vegetativa, asexualmente dividiéndose en más individuos, también por producción de esporas (sexualmente) como en las plantas superiores.

Las algas pueden ser monoicas al encontrarse los gametos masculinos y femeninos en el mismo individuo o dioicas al encontrarse los gametos masculinos y femeninos en individuos diferentes. Sin embargo, algunas especies están limitadas a uno u otro de estos procesos, pero muchos poseen ciclos complicados de vida que comprenden ambos tipos de reproducción (Pelczar, 1981 y Marshall, 1987).

USOS Y EFECTOS DE LAS ALGAS MARINAS SOBRE LOS CULTIVOS.

Durante las dos décadas pasadas, ha habido un marcado incremento en la utilización de productos de algas en la agricultura y la horticultura. La explotación comercial de las algas como un aditivo para las plantas, tiene, empero, que encontrarse con éxitos variables debido a reportes conflictivos acerca de los beneficios de las algas en el mejoramiento de los cultivos. Los concentrados o extractos de algas marinas, son un producto ecológico que incrementa el vigor de las plantas y los rendimientos, sin deteriorar, mineralizando los suelos o contaminar los mantos freáticos, como ocurre con

el efecto adverso que ocasionan los fertilizantes industriales en el medio ambiente; han venido a renovar el interés hoy en día en la aplicación de sus preparados comerciales y han alentado el estudio de nuevas fuentes de fertilizantes naturales orgánicos, bioestimulantes y biomejoradores del suelo. Los productos naturales de las algas, pueden vigorizar el crecimiento de las plantas, son fáciles de aplicar y relativamente baratos, consecuentemente, representan una buena alternativa sobre los fertilizantes industriales (Canales, 1997).

Son muchas y diferentes las respuestas de las plantas al tratamiento con las algas, que incluyen: altos rendimientos, incrementan en la toma de nutrientes, cambios en la composición de sus tejidos, mayor resistencia a las heladas, a las enfermedades fungosas y al ataque de insectos, prolonga la vida de anaquel de los frutos y mejora la germinación de las semillas. Se supone que estos numerosos beneficios que aportan las algas, se derivan de propiedades quelatantes de ciertos componentes (Lynn, 1972; citado por Flores, 1997).

Aplicaciones de extractos de algas marinas foliarmente, incrementan el nitrógeno en trigo de 1.91 % a 3.16 % (Nelson y cols., 1985; citados por Canales, 1997), y las proteínas en soya, de 53.40 kg / ha a 57.057 kg / ha (Senn y cols., 1978; citados por canales, 1997).

Además de los compuestos inorgánicos mencionados, las evidencias hacen suponer la presencia de sustancias de naturaleza estimulantes y antibióticas, Rhinehart y Shield (1978); citados por Flores (1997), reportan recientemente trabajos sobre sustancias antibióticas obtenidas de algas marinas.

Aún cuando las algas marinas (macroalgas) y productos de algas han sido utilizados en la agricultura prácticamente por muchos años, no es todavía completamente entendido el

mecanismo preciso por el cual ellas llevan a cabo sus benéficas respuestas en el crecimiento de las plantas (Flores, 1997).

Las algas se utilizan de muchas maneras, para la obtención de agar, como alimento para el hombre y como fertilizantes en suelos agrícolas (Marshall, 1987). Además, en el suelo, estas tienen efectos como producción de poros, liberación de iones, pH más conveniente, desintoxicación, estructura adecuada y proporcionan ayuda para el control de algunos parásitos y enfermedades, factores que requieren las plantas

para su buen desarrollo; además, dejan más residuos orgánicos en el suelo favoreciendo la proliferación de microorganismos que producen biomasa y enriquecen el suelo (Canales, 1997).

Los extractos de algas estuvieron disponibles en 1950. El alga más comúnmente usada es *Ascophyllum nodosum* del orden Fucaceae. Los extractos generalmente se aplican en aspersiones foliares, sin descontar las aplicaciones al suelo (Canales, 1997).

Los extractos de algas contienen todos los elementos mayores, todos los elementos menores y todos los elementos traza que ocurren en las plantas (Senn, 1987; citado por Canales, 1997).

Hoy en día los productores agrícolas, consideran a los fertilizantes inorgánicos como un insumo indispensable en la agricultura nacional. Cuando se haga conciencia de la necesidad de proteger el medio ambiente es de esperarse que se incremente el uso de las algas en la agricultura (Trujillo, 1997).

El amoníaco, base para otros fertilizantes nitrogenados, se encarece continuamente, por que el petróleo y gas que se usan como fuente de energía para su elaboración, elevan su precio. Datos de PEMEX indican que los precios del amoníaco se han incrementado de N\$ 200.00/ton en 1992 a N\$ 900.00/ton en 1995. La producción anual en México es de 2.7 millones de toneladas, se exportan de 300 a 500 mil toneladas (Periódico Vanguardia, 09 – 02 – 95 p. 5^a, Saltillo, Coah., México). De

esto se desprende que el consumo nacional de amoníaco es de alrededor de 2.3 millones de toneladas. En 1997 el precio del amoníaco fue de N\$ 1,300.00 / ton (Canales, 1997).

No obstante, conviene recordar que no se debe rebasar en ningún caso la dosis óptima, tanto por motivos económicos como ecológicos (Domínguez, 1997).

Dorantes (1992) reporta que con el tratamiento de ocho litros de ALGAENZIMS por hectárea, aplicados al suelo se obtuvo el mejor rendimiento así como el más alto contenido de proteínas en el cultivo de cilantro.

Para la agricultura y la horticultura, la mayoría de los productos provienen de algas pardas, las cuales, se cosechan en aguas templadas. Las especies más comúnmente utilizadas son: *Ascophyllum nodosum*, *Ecklonia máxima* y *Furus vesiculosus*. Aún cuando todas estas algas pertenecen a la familia *Phaeophyceae*, es probable que su uso se escoja más por la disponibilidad de recursos, que por alguna determinación o cualidad específica (Mooney y Van Staden, 1985; citados por Trujillo 1997).

Temple y Bomke (1989), citados por Flores (1997), sugirieron que la aplicación de las algas en los cultivos, podrían proveer una cantidad limitada de nutrientes para corregir una deficiencia de cierta amplitud.

La pregunta final que es necesario hacerse, es si los productos comerciales de algas son una alternativa económicamente viable sobre los fertilizantes que contienen N, P, K, y otros aditivos al suelo. Los aditivos rentables indican que la aplicación a las plantas de productos de algas solos, pueden no ser necesariamente garantía de su uso de las algas conjuntamente con fertilizantes de N, P, K, registrados, refuerza su efectividad resultando en menor cantidad de aplicación, situación que hace a esta práctica económicamente posible (Flores, 1997).

FIJACION DEL NITROGENO ATMOSFERICO.

El nitrógeno, es el nutriente mineral comúnmente más limitado en la producción agrícola. A pesar de la abundancia en el aire, las plantas no lo pueden asimilar como nitrógeno molecular (N_2) y sus necesidades las deben satisfacer del suelo. El nitrógeno es aplicado al suelo con los fertilizantes, por la mineralización microbiana de los desechos orgánicos o por la fijación biológica de N_2 que efectúan un restringido número de bacterias donde se incluyen las cianobacterias (Canales, 1997).

En los extractos de alga marinas (ALGAENZIMS), se presentan también las microalgas cianófitas, que al quedar en el suelo se propagan por algún tiempo potenciando la

acción del extracto. Las cianófitas son microalgas azul-verde fijadoras del nitrógeno del aire (Trujillo, 1997).

La bioquímica y genética molecular en la fijación del N_2 , han sido intensamente estudiadas. La síntesis y regulación compleja de la enzima nitrogenasa en las bacterias es complicada, pero no más allá del grado de la necesidad de los avances de la biotecnología directa. Las nitrogenasas de grupos de bacterias ampliamente diferentes, son similares y están compuestas de dos proteínas solubles (Canales, 1997).

COMPOSICION QUIMICA DE LOS FORRAJES.

La composición química de los forrajes indica su valor nutritivo y es, por lo tanto, básica para el desarrollo de programas de nutrición. La gustocidad, disponibilidad, digestibilidad y manejo, tienen también influencia sobre la utilidad de los forrajes, pero las variaciones en la composición química pueden indicar diferentes grados de gustocidad y de digestibilidad. Por lo tanto la composición química de los forrajes, cuando está asociada con evaluaciones de digestibilidad y de consumo, pueden ser esenciales para la evaluación del valor nutritivo del forraje (Gutiérrez, 1991).

Una fertilización menor a la recomendada, afecta considerablemente la composición química de los forrajes, debido principalmente a la poca disposición de nutrientes para el

cultivo, disminuyendo el contenido de PC, y además, se incrementa el porcentaje de fibra (principalmente FAD), afectando la digestibilidad de MS.* Comentario personal.

CONTENIDO DE PROTEÍNA.

Los análisis de proteína (nitrógeno X 6.25) incluyen todos los componentes nitrogenados de las plantas forrajeras, a saber; compuestos de nitrógeno no proteico y diferentes clases de proteína, los cuales son conocidos en general como proteína cruda (PC) (Cruz, 1989).

La PC es considerada como uno de los nutrientes más importantes en la dieta de los animales, puesto que una ligera deficiencia de proteína afecta los procesos fisiológicos del animal, tales como reproducción, crecimiento, engorda y lactancia. Basados en la composición química de especies forrajeras, muchos autores han reportado que los niveles de PC son generalmente bajos en forrajes maduros y consideran esto como la principal causa de su pobre valor nutritivo, sugiriendo que la suplementación con PC durante la época de madurez de los forrajes pueden ser benéfica para una producción adecuada por los animales (Gutiérrez, 1991).

El bajo contenido de PC en los forrajes maduros es importante desde el punto de vista fisiológico, por que representan un factor limitante en la utilización eficiente del forraje, puesto que un abastecimiento deficiente de nitrógeno (N) para los microorganismos del rumen

* Curso NUTRICION DE RUMIANTES EN AGOSTADEROS. Impartido por el Ing. MC. Eduardo García Mtz. 2000.

disminuye el grado en que los forrajes son digeridos y, consecuentemente, reduce el consumo de materia seca (MS) y de energía digestible (ED). Por otra parte ha sido observado que con dietas altas en proteína generalmente se tiene un aumento en microorganismos del rumen, en comparación con dietas bajas en proteína. El nivel bajo de PC en el forraje, en el cual el consumo de MS se reduce, ha sido estimado por muchos investigadores, encontrándose que el nivel crítico en el cual la PC de la dieta limita el consumo de MS varía entre el 6 y el 10 % (Gutiérrez. 1991).

Una fertilización menor a la recomendada en los forrajes, disminuye el contenido de PC * (Comentario personal).

FIBRA

La fibra es una mezcla variable, compuesta de celulosa y hemicelulosa, con valor nutritivo similar y valor alimenticio más alto para rumiantes, la lignina es indigestible para todos los animales (Cullison, 1983; citado por Parada, 1997).

Dado que los carbohidratos componen el 70 – 80 % de MS de la ración, es importante conocer en nivel de cada tipo en los ingredientes alimenticios. Actualmente los métodos de laboratorio proporcionan una medición bastante buena de muchas de las fracciones de carbohidratos (cómo está estructuralmente dividido el carbohidrato) (Davis, 1993).

* Curso PRODUCCION DE CULTIVOS FORRAJEROS. Impartido por el Ing. Héctor Garza Cantú. 1999.

Aunque el concepto de Fibra Cruda (FC), fue desarrollado para representar la porción fibrosa, menos digestible de los alimentos, los análisis químicos han mostrado que la mayor parte de la hemicelulosa y de la lignina es extraída como parte del extracto libre de nitrógeno (ELN). Por lo tanto, la FC no representa una medida precisa del total del material fibroso de los alimentos (Van Soest y Wrire, 1963).

Adecuando la fibra efectiva, estará permitiendo al animal a maximizar la fermentación ruminal de los carbohidratos manteniendo el pH en un tiempo adecuado. Esta estrategia incrementa la fermentación eficiente, la producción de proteína microbiana, y el resultado de la digestión de energía es el incremento de producción de leche y la disminución de los costos en las raciones. Esto se refiere al tamaño de los trozos del forraje que ha sido picado, ya que si es demasiado pequeño, pasará más rápido por el tracto digestivo, y principalmente los microorganismos del rumen, no tendrán el tiempo suficiente para degradar el forraje (Allen, 1995).

El sistema de fracciones de fibra desarrollado por Van Soest separa a los alimentos vegetales en diferentes fracciones de acuerdo a su composición química y valor nutritivo, empleando detergentes y otros reactivos, es caro pero analiza a fondo diferencias en la composición química de los forrajes y su relación con su digestibilidad para los rumiantes (Castellanos y cols., 1990; citados por Parada, 1997).

Van Soest y Wrire (1963) dividieron los componentes químicos de los alimentos en dos grandes fracciones, en base a su solubilidad en soluciones de detergentes: constituyentes de las paredes celulares o material fibroso y contenido celular o material celular soluble. La fracción fibrosa del forraje, contiene los carbohidratos y compuestos

relacionados resistentes a la digestión, incluyendo celulosa, hemicelulosa, lignina, nitro-hemicelulosa, ligno-celulosa, etc. el contenido celular está compuesto de elementos altamente digestibles (98% de digestibilidad promedio), azúcares simples, almidón, pectina, nitrógeno no proteico, proteínas, lípidos, minerales y vitaminas solubles en agua.

De otra forma Cullison (1983); citado por Parada (1997), menciona que los componentes solubles en detergentes neutros están compuestos de lípidos, azúcares, almidones y proteínas de alta digestibilidad y los insolubles comprenden celulosa, lignina, sílice, hemicelulosa y un poco de proteína de baja digestibilidad.

La celulosa y hemicelulosa no son atacadas por enzimas digestivas secretadas por los animales, pero son atacadas por los microorganismos del rumen y digeridas en al menos un 50% a un 80%. La lignina, sin embargo, no es digerida en ninguna porción significativa. La fibra ácido detergente (FAD) representa básicamente la suma de la celulosa y de la lignina en el forraje (Gutiérrez, 1991).

La FAD es usada como un método rápido para estimar la fibra de los alimentos; frecuentemente sustituido por fibra cruda como parte de una análisis proximal (Van Soest, 1994; citado por Parada, 1997).

Fibra Neutro Detergente (FND).

La fracción de la fibra que no es soluble en detergente neutro, consiste en paredes celulares como lignina, celulosa y hemicelulosa, relacionando al consumo de alimento ya que

sus componentes ocupan espacio en el rumen y se digieren lentamente y en diferentes porcentajes (Ensminger y cols., 1990; citado por Parada, 1997).

La fibra verdadera está asociada con la parte estructural de la planta (o sea las paredes celulares) y consiste de hemicelulosa, celulosa y lignina. Esos tres componentes constituyen una fracción de la Fibra Neutro Detergente (FND) (Davis, 1993).

La fibra en detergente neutro es la fracción digestible e indigestible de la pared celular, que está constituida por hemicelulosa, celulosa y lignina, las cuales dan rigidez y estructura a los forrajes, cuya fracción lignificada es de disponibilidad variable relacionada negativamente al consumo voluntario (Castellanos y cols., 1990; citados por Parada, 1997).

Si la FND esta inversamente relacionada al consumo voluntario, es más deseable un bajo valor de FND. La producción de leche en vacas, esta más altamente correlacionada con la porción de FND de la ración que con la FAD (Ensminger y cols., 1990; citados por Parada, 1997).

La FND va a ser siempre un número más alto que la FAD porque ésta no contiene hemicelulosa. A más bajo valor de FAD más alimento puede digerir el animal (Ensminger y cols., 1990; citados por Parada, 1997).

FIBRA ÁCIDO DETERGENTE (FAD)

La FAD no es un indicador preciso del valor nutritivo de los forrajes, ya que contienen tanto celulosa como lignina que no tiene ningún valor nutritivo, y el contenido de esta es un indicador de la digestibilidad de los forrajes, ya que representa una barrera física que aísla las sustancias susceptibles a la digestión (contenido celular) del ataque de los microorganismos y de la digestión enzimática (Davis, 1993).

La solución en detergente ácido se separa en dos fracciones:

1. Solubles ácido detergentes que es el contenido de hemicelulosa rápidamente digestible.
2. La fibra en detergente ácido, que es la proporción menos digestible de los alimentos.

La FAD es un indicador de la digestibilidad del forraje por su alta proporción de lignina que es la fracción indigestible de la fibra (Ensminger y cols., 1990; citados por Parada, 1997).

La FAD es la fracción indigestible de la pared celular, ya que esta compuesta principalmente de lignina, y en menor proporción lignocelulosa, la cual es variablemente digestible (Tejada, 1992).

EXTRACTO ETereo

El extracto etéreo (EE) es la fracción química de las plantas que contiene las grasas y compuestos relacionados, los cuales pueden ser una fuente de energía para los animales (Gutiérrez, 1991).

El contenido de EE en la mayoría de los forrajes, excepto en algunas especies forrajeras, es muy bajo, disminuyendo generalmente a medida que avanza el estado de madurez. Considerando que el nivel de EE en las plantas forrajeras del pastizal es bajo, su importancia como un indicador de valor nutritivo es muy poca (Davis, 1993).

DIGESTIBILIDAD

La digestibilidad es una medida de la disponibilidad para los animales de los nutrientes contenidos en el alimento consumido. La digestibilidad proporciona la mejor evaluación práctica de la calidad de la dieta de los animales, porque nos indica la porción que puede ser realmente utilizada por el organismo, y aunque la digestibilidad por sí sola no es un indicador altamente preciso del valor nutritivo es, sin embargo, una guía muy útil y generalmente digna de confianza del valor nutritivo (Gutiérrez, 1991).

Flores (1990), citado por Galvan (1994), mencionan que la digestibilidad, la calidad y el valor nutritivo de un forraje son más altos cuando las plantas son jóvenes, y se considera así, antes de la floración. La disminución del valor nutritivo del forraje verde, debido a la edad, se debe en gran parte a la menor proporción de hojas y al aumento en proporción de tallos menos nutritivos.

Un alimento ingerido y que por lo tanto penetra en el tubo digestivo, no es retenido al final totalmente por el organismo. En efecto parte del mismo que no ha sufrido la acción de

los jugos digestivos o ataques microbianos y que en definitiva, no ha podido ser absorbido aparece en los excrementos (Basse, 1977; citado por Galvan, 1994).

No todo el alimento ingerido por el animal es asimilado por este, ni tampoco todos los alimentos son igualmente digestibles ni aprovechables en la misma proporción, ya que son muchos los factores que afectan la digestibilidad, los cuales pueden ser intrínsecos o extrínsecos, pero solo se anotarán los más sobresalientes:

La diferencia entre especies.

Cipalloni y col. (1951), citados por Church (1974), encontraron que el ganado bovino digería mejor los alimentos toscos que los ovinos, mientras que estos últimos digerían más eficientemente los concentrados, sin embargo, hay datos contradictorios comparados únicamente con forrajes (Swift y Bratzler, 1959: citados por Church, 1974). Alexander y col. (1965), citados por Church (1974), encontraron que la digestibilidad de varios henos y ensilados eran muy similares, pero la oveja tendía a digerir el heno de hierba de baja calidad o bajo contenido de proteína mejor que los bovinos. Hungates y col. (1960) citados por Church, (1974) encontraron que el *Bos indicus* produce fermentaciones más rápidas que el *Bos taurus*.

La fase vegetativa.

El estado fenológico es el factor más importante que determina la composición química y la digestibilidad de los forrajes, afectando por lo tanto el consumo.

El valor nutritivo de un alimento depende no sólo de su contenido de nutrientes, si no también de la cantidad consumida en un día, el consumo de los forrajes de alta digestibilidad suele ser mayor que los de baja digestibilidad (Gutiérrez, 1991).

TECNICAS PARA ESTIMIMAR LA DIGESTIBILIDAD

El esfuerzo para tratar de calcular la digestibilidad de algún nutriente o ingrediente de la dieta ha logrado a través de muchas investigaciones la obtención y estandarización de algunas técnicas. En el presente trabajo, se realizo la prueba de digestibilidad, por medio de la técnica *in situ*, por lo cual solo hablaremos de esta técnica.

Basada en la interpretación de la desaparición del material en bolsas introducidas al rumen de animales fistulados y medida a intervalos periódicos, determina la cantidad de muestra que es ingerida y la tasa a la cual esta digestión se realiza (Castellanos y cols., 1990; citados por Parada, 1997).

TECNICA IN SITU:

El método involucra la suspensión de bolsas de un material indigestible, como por ejemplo el nylon, cada una conteniendo una cantidad conocida de muestra, atadas a un hilo de nylon e incubada en el rumen de algún rumiante (ovinos, bovinos, caprinos), fistulado o provistos de una cánula ruminal. Las bolsas son incubadas en el rumen a intervalos de tiempo conocido según la naturaleza de la muestra, y luego retiradas y lavadas en agua. Las bolsas se secan a una temperatura de $65 \pm 5^{\circ} \text{C}$ durante 24 h y la tasa de degradabilidad se calcula normalmente a partir de la desaparición de la materia seca (M.S.) y la proteína fuera de la bolsa según el tiempo de incubación (Kempton, 1980; Church y Pond, 1987; Llamas y Tejada, 1990; citados por Gutiérrez, 1991).

Las ventajas que ofrece esta técnica son que requiere únicamente de un mínimo de equipo de laboratorio, además de que requiere una cantidad mínima de muestra (Gutiérrez, 1991).

Las desventajas que ofrece este método son:

- No toma en cuenta la digestión de los forrajes que se lleva a cabo en el tracto digestivo posterior, por lo que los resultados obtenidos son invariablemente mayores a los obtenidos con otros métodos.
- Los resultados obtenidos son muy variables (Gutiérrez, 1991).

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio comprendió dos aspectos: fase de campo y fase de laboratorio.

MATERIALES GENETICOS EVALUADOS.

El material genético de maíz empleado en el presente trabajo, fue un material criollo de la región.

El material genético de mijo perla empleado en el presente trabajo, fue un híbrido de la empresa Curtis and Curtis, ubicada en Clowis, New México.

FASE DE CAMPO.

Esta primera etapa del trabajo se llevó a cabo en el ejido de Encarnación de Abajo, Municipio de Matehuala, S.L.P., México. Con una longitud de $100^{\circ} 35' 51''$, una latitud de $23^{\circ} 32' 5''$ y altitud de 1450 msnm (Nomenclator del estado de S.L.P, 1981).

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE LA FASE DE CAMPO.

Para llevar a cabo este estudio se delimitó una parcela experimental para cada tratamiento, en maíz (*Zea mays*), tratamiento 1, (T₁) 100 % Fertilización (F); T₂, 75 % F + Extracto de algas marinas (EAM); T₃, 75 % F + EAM + N, Bó, Zn. En mijo perla (*Pennisetum glaucum*): T₄, 100 % F; T₅, 75 % F + EAM; T₆, 75 % F + EAM + N, Bó, Zn, reportándose las características y dosis de fertilización para cada uno de los tratamientos en los Cuadros 5, 6, 7 y 8:

Cuadro 5. Características de los tratamientos en el cultivo de forraje de maíz

Densidad de población (plts./ha)	37037
Número de surcos (No.)	111
Longitud del surco (m)	100
Distancia entre surcos (m)	.90
Matas por surco (No.)	333
Distancia entre matas (m)	.30
Area de parcela experimental (m ²)	3300

Fertilización (N – P – K)	
T ₁ (100 % F).	140 – 60 – 00
T ₂ (75 % F + EAM , 1 lt / ha)	104.7 – 45 – 00 + 1 lt/ ha EAM.
T ₃ (75 % F + EAM, 1 lt / ha + N Bo Zn, 1 lt / ha)	104.7 – 45 – 00 + 1 lt./ ha. EAM + 1 lt/ ha. N Bo Zn

Cuadro 6. Dosis de fertilización en los tratamientos del forraje de maíz.

TRATAMIENTOS	FOSFATO DIAMONICO	UREA
	18 – 46 – 00	46 – 00 – 00
T₁	43 kg / 3300 m ²	86 kg / 3300 m ²
T₂	54 kg / 3300 m ²	54.12 kg / 3300 m ²
T₃	54 kg / 3300 m ²	54.12 kg / 3300 m ²

Cuadro 7. Características de los tratamientos en el cultivo de forraje de mijo perla

Densidad de población (plts/ha)	27778
Número de surcos	111
Longitud del surco (cm)	120
Distancia entre surcos (m)	.90
Matas por surco (No.)	250
Distancia entre matas (m)	.40
Area de parcela experimental (m ²)	3300
Fertilización (N – P – K)	
T ₄ (100 %).	100 – 50 – 00
T ₅ (75 % F + EAM, 1 lt / ha)	75 – 37.5 – 00 + 1 lt / ha EAM
T ₆ (75 % F + EAM, 1 lt / ha + N Bo Zn, 1 lt / ha)	75 – 37.5 – 00 + 1 lt / ha. EAM + 1 lt / ha. N Bo Zn

Cuadro 8. Dosis de fertilización en los tratamientos del forraje de mijo pela.

TRATAMIENTOS	FOSFATO DIAMONICO 18 – 46 – 00	UREA 46 – 00 – 00
T₄	35 kg / 3300 m ²	57 kg / 3300 m ²
T₅	27 kg / 3300 m ²	43 kg / 3300 m ²
T₆	27 kg / 3300 m ²	43 kg / 3300 m ²

En esta localidad se realizó la siembra, la división de parcelas de mijo perla y maíz, para los diferentes tratamientos de fertilización y aplicación de extracto de algas marinas (ALGAENZIMS), así como los cortes y toma de muestras para calcular la composición química, la digestibilidad *in situ* de los forrajes.

En esta parte se procedió a realizar las preparaciones del terreno para el establecimiento de los cultivos de maíz y mijo perla.

En el terreno donde se sembró el maíz se utilizó yunta de mulas para el barbecho, el surcado (con una distancia entre surcos de 90 cm) y la siembra. Esto debido a que el dueño

del predio cuenta con estas herramientas e implementos para trabajar. La fecha de siembra fue aproximadamente la última semana del mes mayo de 1999.

La aplicación del 2º riego y fertilización para los tres tratamientos de maíz fueron el día 18 de septiembre de 1999.

La aplicación de extracto de algas marinas (ALGAENZIMS), fue el día 25 de septiembre del mismo año.

En el terreno donde se sembró mijo perla (*Pennisetum glaucum*), se utilizó tractor e implemento para el barbecho. En este caso la siembra se realizó de forma manual, ya que se carecía de sembradora de precisión o de granos pequeños, después de la siembra, se dió un ligero paso de rastra con ramas atadas a una yunta de mulas, para cubrir la semilla.

La fecha en que se realizó la siembra del mijo perla fue el día 29 de junio de 1999, aproximadamente 30 días después de la fecha de siembra del maíz, como lo mencionan Maiti y López (1995) y Cuevas (1996).

El primer riego se aplicó el día 1 de julio de 1999.

La emergencia de las plantas de mijo perla fué el 7 de julio de 1999.

El segundo riego para el mijo perla fué el 9 de agosto de 1999.

Debido a la infestación de malezas en el terreno donde se encontraba el mijo perla, se aplicó herbicida el 21 de agosto de 1999.

La fertilización de los tres tratamientos en el cultivo de mijo perla se realizó el 2 de octubre de 1999.

El tercer riego se aplicó el 2 de octubre de 1999.

La aplicación de extracto de algas marinas (ALGAENZIMS), se realizó el 9 de octubre de 1999.

FASE DE LABORATORIO.

La evaluación de la digestibilidad *in situ* de los forrajes, se realizó en el laboratorio y la Unidad Metabólica del Departamento de Nutrición y Alimentos, de la División de Ciencia Animal, de la U.A.A.A.N., ubicado en Buenavista, Saltillo, Coah., cuya situación geográfica es la siguiente: 25⁰ 21' latitud norte y 101⁰ 02' longitud oeste, a una altura de 1, 743 msnm (Nomenclator del estado de Coahuila, 1983).

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE LA FASE DE LABORATORIO.

Digestibilidad in situ:

Para la digestibilidad *in situ* se tomaron muestras de 5 g de mijo perla (*Pennisetum glaucum*) y maíz (*Zea mays*).

Metodología que se utilizó para llevar a cabo la digestibilidad *in situ*.

Digestibilidad *in situ*.

1. Las bolsas de nylon fueron lavadas, secadas en la estufa, posteriormente se pesaron.
2. Las muestras fueron trituradas en un molino, secadas y pesadas dentro de las bolsas.
3. Se utilizaron 5 g de peso de muestra por repetición.
4. Las bolsas fueron amarradas con un hilo de nylon.
5. Las bolsas con las muestras, fueron introducidas en el rumen de un bovino, a través de una fístula ruminal.
6. Las bolsas fueron dejadas en el interior del rumen expuestas a la digestión ruminal por un tiempo de 72 h.
7. Después del período de digestión, las bolsas se removieron y lavaron con agua con el fin de eliminar todo el material adherido en la parte externa de las bolsas.
8. Las bolsas con la muestra, se secaron en la estufa por un periodo de 24 h.
9. Posteriormente, se pesaron las bolsas.
10. Por último se determinó el porcentaje de digestibilidad que habían sufrido los forrajes, mediante la siguiente fórmula según Tejada (1992).

$$\% \text{ MS digerida} = \frac{(\text{Peso bolsa antes de inoculación}) - (\text{Peso después de inoculación})}{\text{Peso de muestra (g)}} * 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En las figuras 1, 2, 3, 4 y 5, se muestran los resultados que se obtuvieron en este trabajo referente al porcentaje de PC, FND, FAD, P, Ca, K, Mg, así como la digestibilidad de MS, en los forrajes de maíz y mijo perla

En la Figura 1, podemos observar que el mijo perla T₄, es el que tiene un porcentaje mayor de PC, en comparación con los demás tratamientos tanto de mijo perla y maíz.

CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA

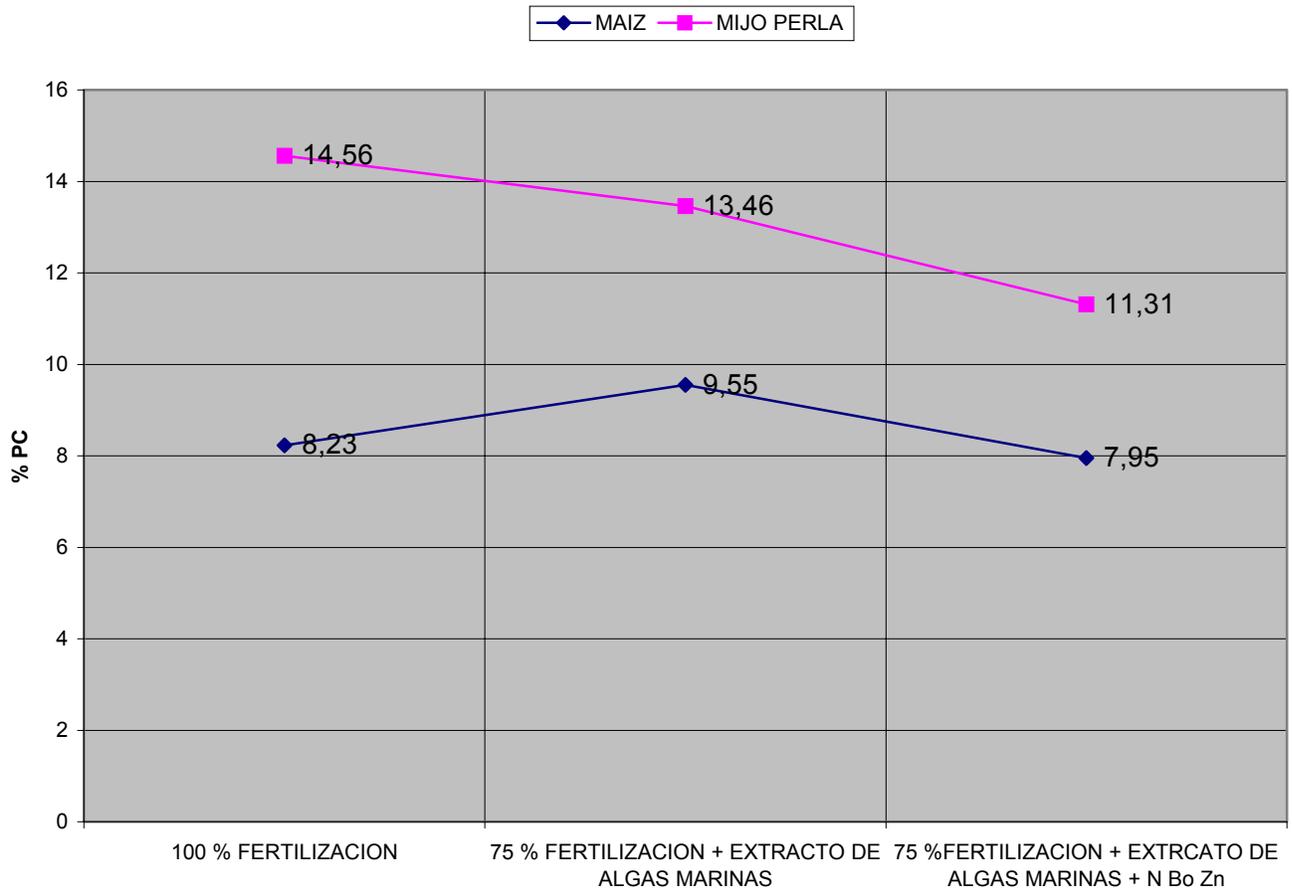


Figura 1. Contenido de PC de los forrajes de maíz y mijo perla con dos niveles de fertilización más algas marinas y minerales como aditivos.

Estos datos difieren a los que reporta De Alba (1967), quien menciona que el mijo perla tiene de un contenido menor de PC, y que depende de su etapa fenológica.

En el T₅ con un 13.46 % de PC y el T₆ con un 11.31 % de PC, la razón por la cual no hubo un incremento de la PC, fue que recibieron una dosis de fertilización menor a la recomendada por el ICRISAT mencionada por Maiti y cols. (1995), quienes mencionan que debe ser de 100 – 50 – 00, y a estos únicamente se les aplicó 75 – 37.5 – 00, (Canales en 1999, recomienda la aplicación de solo el 75 % de la dosis recomendada para la aplicación de extracto de algas marinas en los cultivos), y la aplicación del extracto de algas marinas se realizó cuando el cultivo tenía una etapa fenológica avanzada (cuando la panoja estaba completamente desarrollada), por lo que el extracto no pudo tener efectos benéficos en el cultivo.

Los resultados obtenidos, en el porcentaje de PC, concuerda con lo mencionado por el Ing. Hector Garza Cantú (1999), ya que al disminuir la dosis de fertilización, el porcentaje de PC disminuyó en el forraje de mijo perla.

En lo que se refiere a los tratamientos de maíz, el T₂ fue el que tuvo un mayor porcentaje de PC con un 9.55%, en comparación de los T₁ con un 8.23% y T₃ con un 7.95.

En lo que respectan al maíz estos datos difieren con los reportados por Church y Pond (1982) y Morrison (1965), este ultimo citado por Galvan (1994), quienes mencionan que el contenido de PC del forraje de maíz es de 6.8 a 7.33 %, respectivamente.

Con respecto al contenido de PC en el forraje de maíz, es evidente que únicamente la aplicación foliar del extracto de algas marinas en T₁ incrementó considerablemente el contenido de este, aun cuando la fertilización fue menor a la recomendada, lo cual indica que la planta tuvo un mejor aprovechamiento de los nutrientes disponibles.

En la Figura 2, podemos observar que el T₅, es el que tiene un porcentaje mayor de FND en comparación de los demás tratamientos de mijo perla y maíz.

CONTENIDO DE FIBRA NEUTRO DETERGENTE

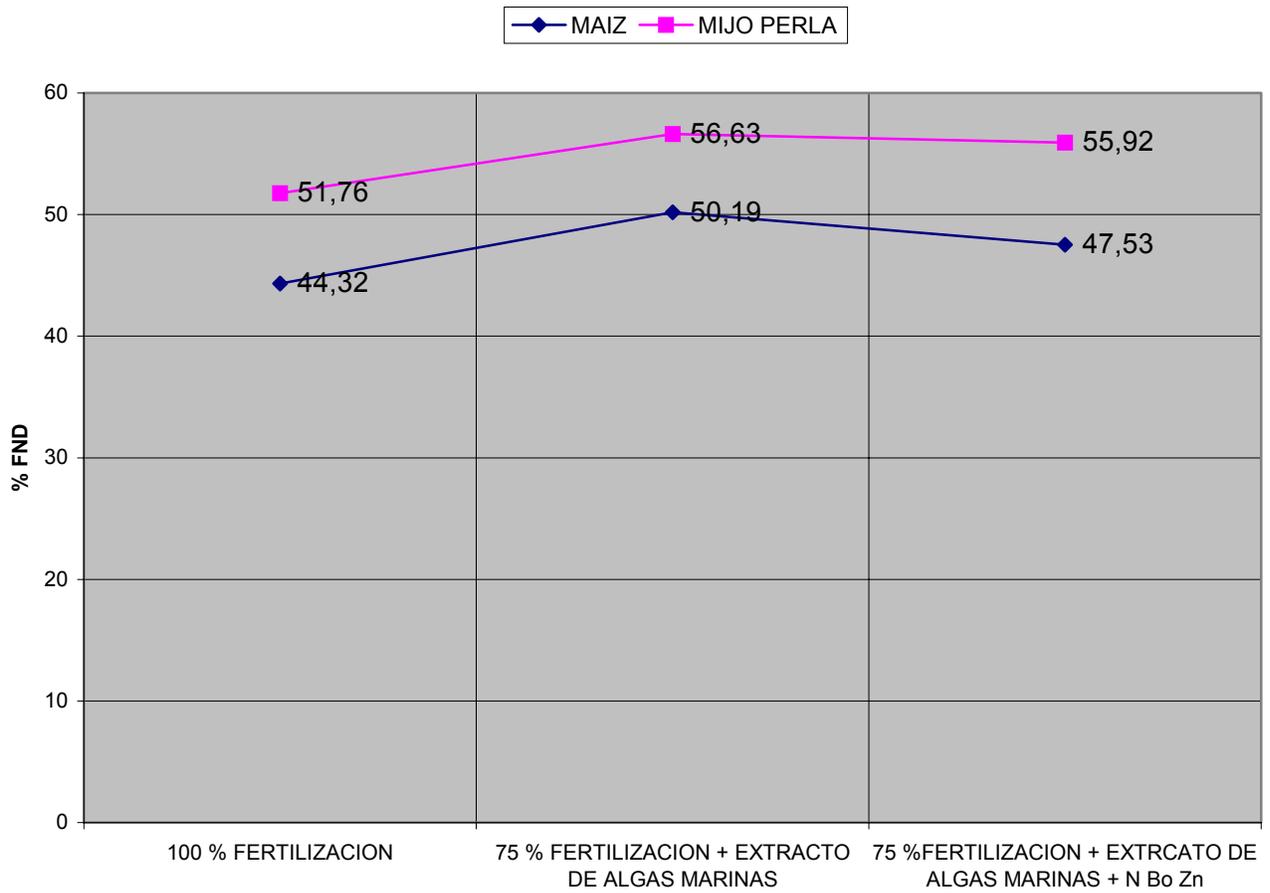


Figura 2. Contenido de Fibra Neutro Detergente de los forrajes de maíz y mijo perla con dos niveles de fertilización más algas marinas y minerales como aditivos.

No se encontró literatura con respecto al contenido de FND en el mijo perla, por tal motivo no se puede comparar con otros resultados.

En la Figura 3, podemos observar que los tratamientos de mijo perla T₅, es el que tiene un porcentaje mayor de FAD, en comparación a los demás tratamientos tanto de maíz como de mijo perla.

CONTENIDO DE FIBRA ACIDO DETERGENTE

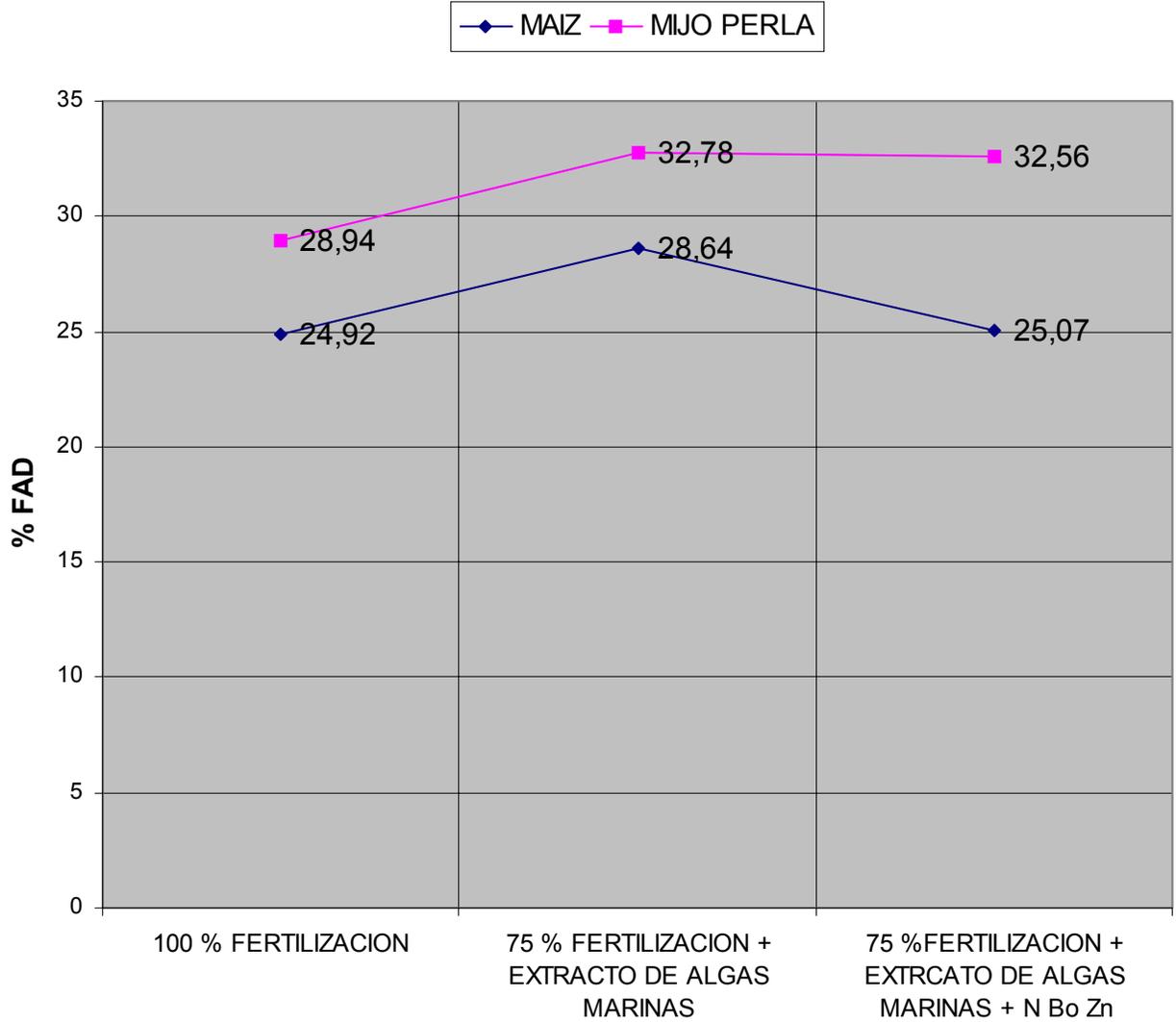


Figura 3. Contenido de fibra ácido detergente de los forrajes de maíz y mijo perla, con dos niveles de fertilización más algas marinas y minerales como aditivos.

Al parecer la aplicación de extracto de algas marinas no disminuyó el contenido de FAD en los forrajes de maíz y mijo perla, aunque este aspecto en los forrajes es principalmente de orden genético.

Razón por la cual el mijo perla tiene un porcentaje mayor de FAD, ya que por su genética el mijo perla es más fibroso que algunos forrajes (Clark y cols., 1965).

Para el caso de mijo perla no se encontró literatura que hablara sobre el contenido de FAD, ni los rangos en los que se podría clasificar la calidad del forraje de mijo perla de acuerdo al contenido de este.

En el caso de los tratamientos de maíz el que tuvo un mayor porcentaje de FAD fue el T₂ con un 28.64 %, en comparación con T₁ y T₃ con un 24.92 % y 25.07 %, respectivamente.

Tampoco la aplicación del EAM, en el maíz tuvo un efecto benéfico en el contenido de FAD en el forraje de maíz.

En la Figura 4 podemos observar que el forraje de mijo perla tiene un mayor porcentaje de P, K, Ca, en comparación con el maíz.

CONTENIDO DE MINERALES

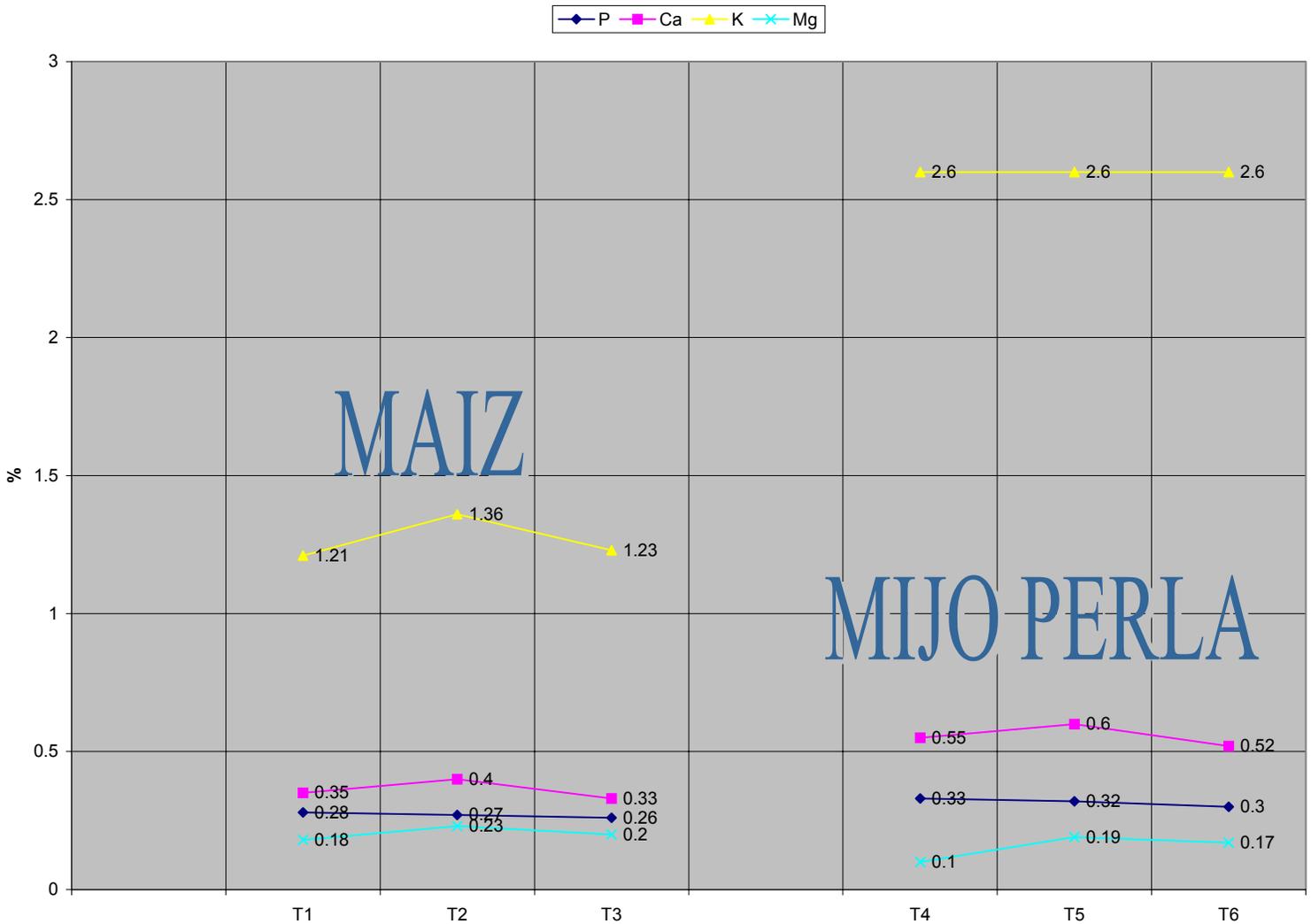


Figura 4. Contenido de P, Ca, K, Mg, de los forrajes de maíz y mijo perla con dos niveles de fertilización más algas marinas y minerales como aditivos.

No se encontró literatura en la que se mencionara el estudio del contenido de P, Ca, K, Mg, en el forraje de maíz por lo que no se puede hacer comparaciones con otros autores.

La Figura 4, muestra que el T₂, tuvo un incremento en Ca, K, Mg, en comparación al T₁.

Para el caso de mijo perla el T₅, tuvo un incremento de Ca y Mg, en comparación de T₄. Y en P, los tratamientos que recibieron aplicación foliar del extracto de algas marinas, reportaron un ligero descenso en el contenido de P. Para el caso de K, no se reportaron incrementos o disminuciones.

Estos datos difieren a los que reportó De alba en 1976, en donde menciona que el contenido de Ca en el forraje de mijo perla es de .048 a .196 %, dependiendo la madurez del cultivo. Y con respecto a P el mismo autor reportó que el forraje de mijo perla contiene de .048 a .076 %.

En la figura 5, podemos observar que el forraje de mijo perla T₄, tiene mayor digestibilidad de MS, que todos los tratamientos tanto de mijo perla como de maíz.

DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA

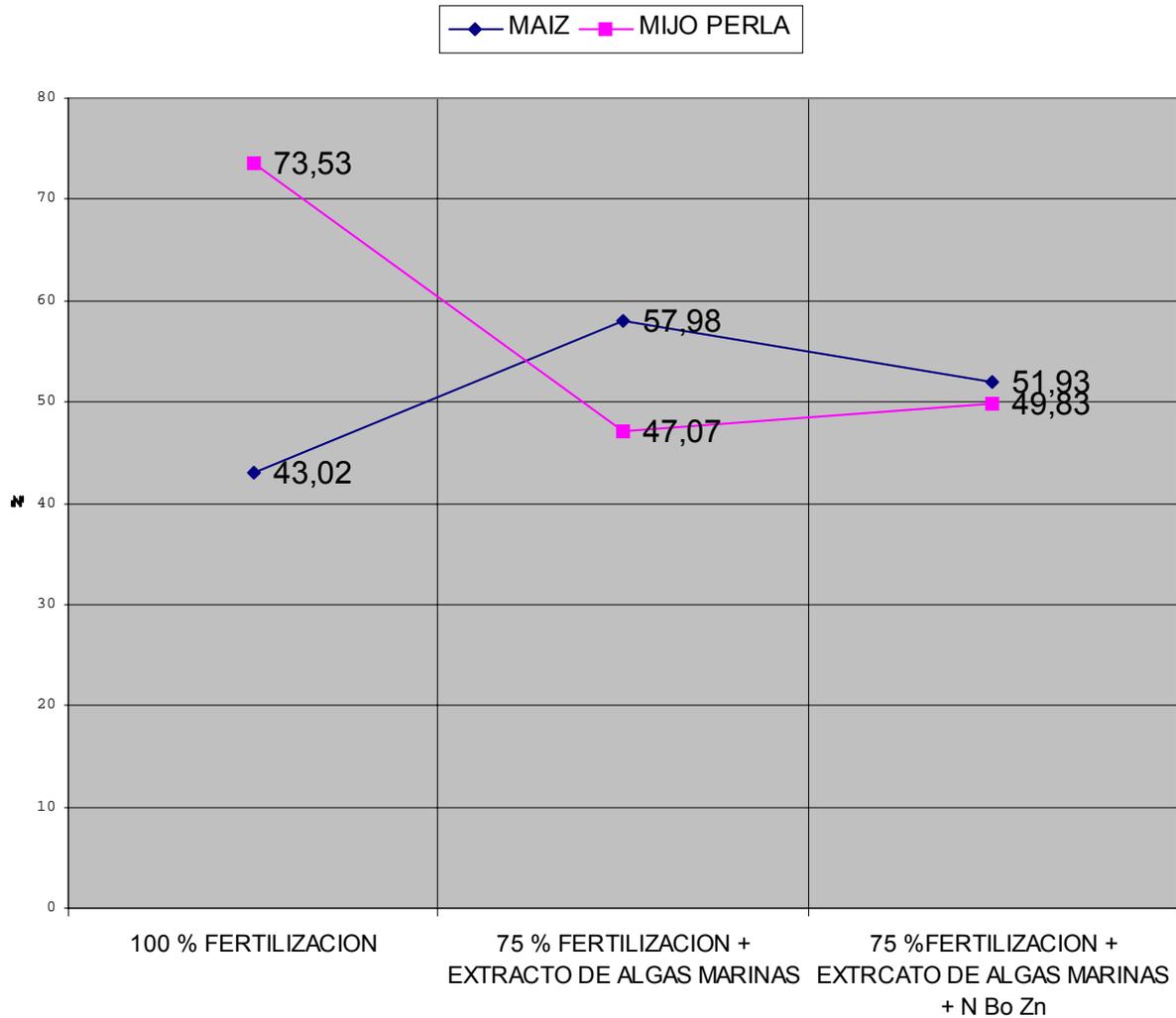


Figura 5. Porcentaje de digestibilidad *in situ* de MS, de los forrajes de mijo perla y maíz con dos niveles de fertilización más algas marinas y minerales como aditivos.

Los resultados mostrados en la figura 5 indican que la aplicación del extracto de algas marinas incrementó la digestibilidad del forraje de maíz, lo cual es un indicativo de que el animal (rumiante) puede disponer de los nutrientes presentes en el forraje de maíz de una forma más eficiente, en comparación con el otro tratamiento.

Esto es muy importante en la alimentación del ganado, ya que es la calidad y no la cantidad lo que es de valor para los animales.

En el caso del T₃, no tuvo un incremento en la digestibilidad de MS, por el contrario, disminuyó un 6.05 % en comparación con T₂, pero tuvo un incremento de 8.91 % en comparación de T₁, lo que nos indica que en el forraje de maíz, la dos formas en que se aplicó el extracto de algas marinas, tuvo un incremento en la digestibilidad de MS, aun cuando se disminuyó la fertilización.

En el mijo perla se reportó un 73.56 % de digestibilidad de MS, este dato concuerda con los que reportó Butterworth (1967), en donde menciona que el mijo perla tiene una digestibilidad de un 60 a 80 %.

En el caso del forraje de mijo perla, a los tratamientos que se les aplicó el extracto de algas marinas, no se incrementó la digestibilidad de MS, por el contrario bajó considerablemente, en comparación el T₄ el cual tiene un 73.53 % de digestibilidad de MS, mientras que el T₅ tiene un 47.07 % y el T₆ con un 49.03 %. Esto posiblemente se debió a que la aplicación foliar del extracto de algas marinas, se realizó cuando el cultivo se encontraba en una etapa fenológica avanzada (se había desarrollado por completo la panoja), razón por la cual el extracto no tuvo los mismo efectos que en el cultivo de maíz.

Pero si comparamos los resultados de los T₁ de maíz con un 43.02 %, y T₄ mijo perla con un 73.56 %, nos indica que el forraje de mijo perla es más digestible que el forraje de maíz, ambos con el mismo nivel de fertilización, y que tiene un valor nutricional mucho mayor.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en este trabajo de observación, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El mijo perla (*Pennisetum glaucum*) tiene mayor valor nutritivo, ya que tiene un porcentaje mayor de PC, y algunos minerales tales como P, Ca, K, en comparación con el forraje de maíz (*Zea mays*).
- La aplicación del Extracto de Algas Marinas (ALGAENZIMS), incrementa el porcentaje de PC en el forraje de maíz, sin embargo, sucede lo contrario en el forraje de mijo perla.
- El forraje de mijo perla tiene un mayor porcentaje de FND y FAD que el forraje de maíz.
- La aplicación del Extracto de Algas marinas no disminuye el porcentaje de FND y FAD en los forrajes de mijo perla y maíz.
- En el forraje de maíz la aplicación del Extracto de Algas Marinas, incrementó el porcentaje de K y Mg.
- La aplicación del Extracto de Algas Marinas incrementó la digestibilidad de MS en el forraje de maíz, sin embargo sucedió lo contrario en el forraje de mijo perla.

LITERATURA CITADA.

- Allen, M. 1995. "Fiber requirements for dairy cattle : if you're not confused, you don't understand". Proceeding of Southwest Nutrition and Management Conference. pp. 101 –108.
- Borgiolo, E. 1962. Alimentación de ganado. Segunda edición. Ediciones Mundi –prensa. Madrid, España. pp. 54 y 228.

- Butterworth, M. H. 1967. The digestibility of tropical grasses". *Nutr. Abstr. and Rev.* 37(2): 349-362.
- Canales, L.B. 1997. Las algas marinas en la agricultura organica. Editada por el gobierno del estado de Coahuila. Saltillo, Coahuila, México.
- Canales, L.B. 1999. Trabajos de investigación realizados en el CIQA (Centro de Investigación de Química Aplicada), con intervención de la UAAAN (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro), Ramos Arizpe, Coahuila, México.
- Church, D.C. 1974. Fisiología digestiva de los rumiantes. John Wiley & Sons, Inc. Estados Unidos de Norteamérica.
- Church, D.C. y Pond, W. G. 1982. Basic animal nutrition and feeding. Second edition. Jhon Wiley & Sons, Inc. United States of America.
- Clark, N.A., R.W. Hermken y J.K. Vandersall. 1965. A comparison of Pearl millet, sudan – grass and Sorghum Sudan – grass hybrid as pasture for lactating diary cows. *Agron. J.* 57 : 266 – 269.
- Cronquist, A. 1997. Introducción a la Botánica, Editorial Continental. México.
- Cruz, C. A. 1989. Tesis de licenciatura. Composición química y digestibilidad *in vitro* de 16 variedades de maíz (*Zea mayz*) cultivadas para forraje y ensiladas en la localidad de Saltillo. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Cuevas, H. B.; Lopéz, D. U.; Maiti R.K. 1996. EL MIJO PERLA UNA ALTERNATIVA PARA LA ALIMENTACION EN MEXICO. Memorias de V Semana de Nutrición Animal. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Davis, C. L. 1993. Alimentación de la vaca lechera alta productora. Milk Specialites Company. Dundee, Illinois, USA.
- De Alba M.J., 1976. Panorama actual de la ganadería mexicana. Fondo de garantía y fomento para la agricultura, ganadería y avicultura. Pp 36.

- Dominguez, V. A. 1997. Tratado de fertilización. Mundi – prensa México, S.A.de C.V. México.
- Dorantes. G.A.L. 1992. Respuesta del cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum*) a diferentes dosis y formas de aplicación de algas marinas. Tesis de licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Farías, F., J. M. y Faz, C.R.1983 “Mijo Perla”, SARCH-CIA, Avances en la investigación en zonas de riego y temporal. 8: 88.
- Flores, F. G. 1997. Tesis de licenciatura. Evaluación de extractos de algas marinas (ALGAENZIMS) en el cultivo de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa Brot.*). UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Galvan, R. J. A. 1994. Digestibilidad in vitro de materia seca y materia orgánica de 25 híbridos de maíz (*Zea mayz*) en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura de UAAAN, Torreón, Coahuila, México.
- Gutiérrez, A. J. L.1991. Nutrición de rumiantes en pastoreo. Colección textos universitarios Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México.
- Grupta, P.C., K. Pradha. 1977. Effect of stay of maturity on chemical composition and in vitro nutrient digestibility of no-legume forage. Indian Journal of Animal Science. 45 (7) : 433 – 443.
- Inchausti, D. y Tagle, E. C.. 1967. Bovinotecnia. Tomo II. Editorial El ateneo, Buenos aires, Argentina.
- Johnson, J.C, Jr. y Saoutewel, B.L.1960. Advances in Agronomy, volume 48.Pearl millet forage. Academic Press, USA.
- Maiti, R.K.; López. D. Ulrico. 1995. El mijo perla, su adaptación y productividad trillas. México.

Marshall, W. 1987. Biología de las algas enfoque fisiológico. Primera edición. Editorial Limusa. México D.F.

Maynez del Real, J. 1987. Evaluación de cuatro variedades de sudanes y dos variedades de mijo perla. SARH-INIFAP-CIAN, México. Avances de investigación agrícola en zonas de riego y temporal. p.p. 12 - 24.

Marten, G. C. 1970. Measurement and significance of forage palability, Nat. Conf. Forage. Qual. Eval. Util. Center for Continuing Educ. Lincoln, Nebr., USA. p.p. 1 - 55.

Nomenclator del Estado de Coahuila. 1983. Secretaría de Programación y Presupuesto. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. Primera edición abril de 1983. Primera reimpresión abril de 1985.

Nomenclator del Estado de San Luis Potosi. 1981. Secretaría de Programación y Presupuesto. Coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática. México. Primera edición abril de 1983. Primera reimpresión de 1985.

National Research Council (NRC).1974. Clasificación de los alimentos para consumo animal. Washington, USA. p.p. 13 - 14

Pelczar, M. J. 1981. Microbiología. Cuarta edición. Editorial Mc Graw-Hill. México.

Parada, H. M. del R. 1997. Tesis de licenciatura. Tasa de degradación *in situ* de la fibra de algunos forrajes de uso común. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Rouquette, F.M. Jr. T.C. Keising, B. J. Compand y K, L. Smith. 1980. Characteristic of the occurrence and some factors associated with reduced palatability of Pearl millet. Agron. J. 72 : 173 – 174.

Ruiz, G. F. J. 1994. Tesis de licenciatura. Efectos de las algaenzimas en pepino, bajo condiciones de riego por goteo, acolchado y semiforzado, Noviembre de 1994, UAAAN, Buena vista, Saltillo, Coahuila, México.

Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1983. Subsecretaria de Agricultura y operación. Dirección general de Economía agrícola y forestal. 1980 – 1983. México.

Secretaria de Educación Publica (SEP). 1988. Maíz. Primera edición. Séptima reimpresión. Editorial Trillas. México.

Serna, S. R. O. 1996. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. AGT Editor, S.A. México.

Sprague, M.A. 1954. The effect of grazing management of forage and grain production from rye, wheat and oats. Agron. J. 46 : 29 – 33.

Stephenson, R.J. y Posler, G.L.. 1984. “ Forage hiel of pearl millet “. Transaction of the Kansas Academy of science. 87(3-4): 91-97.

Tejada, de H. I. 1992. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. Sistema de Educación Continua en Producción Animal. México.

Trujillo, S.E. 1997. Tesis de licenciatura. Efecto de extracto de algas marinas y un nematicida orgánico en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*). UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.

Van Soest. R.S. y H. Wrire. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds in determination of plants cell wall constituents. J. Ass off Agic. Chem Socd.

Watson. S. y Smith, A.M. 1984. El ensilaje. Editorial CECS. México.

