

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



EFFECTOS DE LA AMONIZACION CON UREA EN RESIDUOS DE COSECHA
DE AJONJOLI (Sesamun indicum), CAÑA DE MAIZ (Zea mays) Y
PAJA DE ARROZ (Oryza sativa).

PRESENTADO POR:

NELSON FRANCISCO BONILLA MORENO

JULIO ADALBERTO GUARDADO ORTIZ

JOSE OSMIN OSORIO CUELLAR

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

SAN SALVADOR, OCTUBRE DE 1992

T-UES
1304
B 7152
1992



001082
Ej 1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DOCTOR FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL : LIC. MIRNA ANTONIETA PERLA DE ANAYA

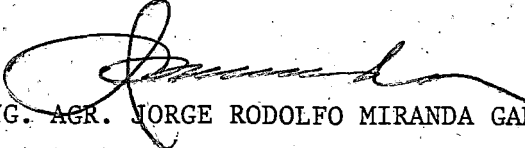
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ
MORAN

SECRETARIO : ING. AGR. MORENA ARGELIA RODRIGUEZ
DE SOTO.

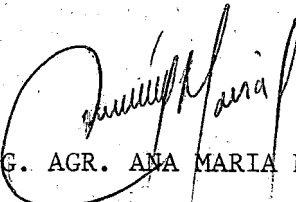
d) por la Secretaria de la Fac. de CC. AA. Enero - 1993

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



ING. AGR. JORGE RODOLFO MIRANDA GAMEZ

ASESORES:



ING. AGR. ANA MARIA MÓISA CANALES

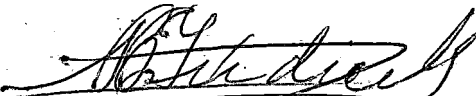
ING. AGR. MANUEL AUGUSTO ALFARO TICAS

JURADO CALIFICADOR

ING. AGR. JOSE GABRIEL ROSALES MARTINEZ



DOCTORA FRANCISCA CAÑAS DE MORENO



ING. AGR. REINALDO ERNESTO YUDICE GARCIA

RESUMEN

Para evaluar el efecto de la amoniación con urea en la composición química de los residuos de cosecha de Ajonjolí (Sesamun indicum), arroz (Oriza sativa) y caña de maíz (Zea mayz), se realizó un ensayo en los laboratorios de química de la Facultad de Ciencias Agronómicas en la Universidad de El Salvador y en el laboratorio de análisis de alimento del Centro de Tecnología Agrícola (CENTA). Se empleó un diseño completamente al azar en arreglo factorial 3 x 2 con tres tratamientos : Maíz (R_1), Arroz (R_2) y Ajonjolí (R_3) previamente picados y colocados en bolsas de polietileno a los cuales se les adicionó una solución de urea al 12,5% que se evaluaron durante 48 (T_1) y 72 hrs (T_2). Fué utilizado como testigo, los residuos de cosecha no amoniados; resultando las siguientes combinaciones : R_1T_1 , R_1T_2 ; R_2T_1 , R_2T_2 ; R_3T_1 , R_3T_2 ; los parámetros evaluados fueron la proteína cruda (Pc), nitrógeno adherido a la pared celular (N - FND) y fibra neutro detergente (FND). Todos los tratamientos se compararon con el testigo de referencia, obteniéndose incrementos en porcentaje de Pc : 4, 89; 3, 79; 10, 49; 9, 36; 17, 14; 15, 30; N-FND : 2, 74; 0,21; 1, 59; 0, 89; 5, 26; 0, 34 y FND : - 1, 71; 6, 28; 10, 07; 0, 93; - 1, 39; 5, 88; respectivamente. Se concluye que la Pc y N-FND se incrementan independiente del tiempo de amoniación variando solamente la FND.

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO

Por darme la oportunidad de terminar mi carrera y a la vez por iluminarme y seguir adelante en cada momento de mi vida.

- A MIS PADRES.

ATILIO ARTURO BONILLA

ISABEL ANTONIA MORENO DE BONILLA

Por su amor, comprensión y sacrificio durante el transcurso de mi carrera y de mi vida.

- A MIS TIAS

CONSUELO y LIDIA BONILLA

Por su ayuda económica y moral

- A MIS HERMANAS

MARINA EUGENIA, y

REGINA MARGARITA BONILLA

Con respeto y cariño.

- A MIS COMPAÑEROS DE TESIS

Por compartir este triunfo

- A MIS COMPAÑEROS, AMIGOS Y FAMILIARES

Que de una u otra forma colaboraron conmigo el transcurso de mi carrera.

NELSON FRANCISCO BONILLA MORENO

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO.

Con imperecedera gratitud por sus constantes bendiciones y haberme iluminado en alcanzar mi anhelada meta.

- A MIS PADRES.

DELIA ORTIZ DE GUARDADO

JULIO GUARDADO GALDAMEZ

Con todo amor por sus esfuerzos y sacrificios desde el comienzo de mi vida.

- A MIS HERMANAS

MARIA ELENA, y

ANA CECILIA

Con mucho cariño por su apoyo

- A MIS COMPAÑEROS DE TESIS

NELSON FRANCISCO, y

JOSE OSMIN

Por compartir este triunfo

- A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.

NELSON MELARA,

ELMER RAMOS,

ROMMEL FERMAN,

Por su apoyo y ánimo.

JULIO ADALBERTO GUARDADO ORTIZ

DEDICATORIA

- A LA SANTISIMA TRINIDAD Y VIRGEN MARIA

Por darme fuerzas en mis momentos de flaqueza e iluminarme para poder terminar mi carrera y poder seguir adelante en cada momento de mi vida.

- A MIS PADRES.

CLETILLO OSORIO RODRIGUEZ, y
TERESITA DE JESUS CUELLAR

Por darme la vida, su amor, comprensión, esfuerzos y sacrificios para hacerme un hombre de bien y útil a la sociedad.

- A MIS HERMANOS

ARMIDA, RINA GLORIVEL y CIFREDO ALEXANDER OSORIO

Por su ayuda moral, espiritual y económica. También por su amor y unidad.

- A MI ABUELITA QUETA Y MI HIJA JENNIFFER TATIANA

Por estar siempre en sus oraciones y por el amor que me brindan.

- A MIS SOBRINITOS.

DWIHT ALEXANDER, MIKE GERARDO, JOSE BENJAMIN y KARLA MARIA.

- A MIS TIOS, TIAS, PRIMOS (AS) Y DEMAS FAMILIA.

- A LAS SIGUIENTES PERSONAS ESPECIALES.

SONIA A. y MIRNA BONILLA, LOLITA DIAZ, RIVAS CASTILLO, ERNESTO SANDOVAL, MARIO AVELAR, JOSE R. CRUZ, LORENA MADELEINE Y ZULMA AMARILY SERRANO, CLARA LUZ, CONSUELO Y LIDIA BONILLA, MAURICIO NAVAS Y DEMAS AMIGOS.

- A MIS COMPANEROS

NELSON F. BONILLA Y JULIO A. GUARDADO.

Por compartir éste triunfo.

JOSE OSMIN OSORIO CUELLAR

I N D I C E

	Página N°
RESUMEN.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE FIGURAS	x
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	2
2.1. Recursos disponibles para la alimentacion de Rumian- tes en época seca	2
2.1.1. Henos	2
2.1.2. Subproductos de cosecha	2
2.1.3. Alimentos de origen agroindustrial.....	3
2.2. Limitantes de los residuos fibrosos.....	3
2.2.1. Composición química de los residuos fibrosos.....	3
2.2.2. Digestibilidad y consumo	4
2.3. Rastrojo de maíz	4
2.3.1. Morfología del rastrojo de maíz	4
2.3.2. Composición química proximal del rastrojo de maíz	7
2.4. Paja de arroz.....	7
2.4.1. Morfología de la paja de arroz.....	7

2.4.2. Composición química proximal de la paja de arroz.....	9
2.5. Rastrojo de ajonjolí	10
2.5.1. Morfología del rastrojo de ajonjolí.....	10
2.5.2. Composición química proximal del rastrojo de ajonjolí.....	10
2.6. Métodos para mejorar la calidad de los alimentos fibrosos	12
2.6.1. Métodos físicos	12
2.6.2. Métodos biológicos	13
2.6.3. Métodos nucleares	14
2.6.4. Métodos físico - químico	14
2.6.5. Métodos químicos	15
2.6.5.1. Hidróxido de sodio	15
2.6.5.2. Hidróxido de calcio.....	16
2.6.5.3. Hidróxido de amonio	17
2.7. Uso de la urea en el tratamiento de alimentos fi- brosos.....	17
3. MATERIALES Y METODOS	20
3.1. Material experimental	20
3.2. Duración	20
3.3. Recolección y manejo de los rastrojos	20
3.4. Diseño experimental	21

	Página N°
3.5. Tratamientos	21
3.6. Parámetros de evaluación	22
3.7. Análisis estadístico	23
3.8. Análisis químico utilizado	23
3.8.1. Determinación de humedad	23
3.8.2. Determinación de proteína cruda.....	24
3.8.3. Determinación de pared celular (Sistema Van Soest).....	25
3.8.4. Determinación de Nitrógeno adherido a pared celular (Nitrógeno total).....	26
4. RESULTADOS Y DISCUSION	27
4.1. Incremento de proteína	27
4.2. Nitrógeno adherido a la pared celular.....	28
4.3. Fibra neutro detergente (F.N.D.).....	32
5. CONCLUSIONES.....	35
6. RECOMENDACIONES	37
7. BIBLIOGRAFIA	38
8. ANEXOS	44

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA N°
A-1 Características de las variedades de rastrojos de Arroz, Maíz y Ajonjolí.....	45
A-2 Cantidades de agua y urea adicionadas a cada rastrojo, según el porcentaje de humedad.....	46
A-3 Análisis de varianza para el incremento de proteína...	47
A-4 Prueba de Rango Múltiple de Duncan.....	47
A-5 Análisis de varianza para el nitrógeno adherido a la pared celular.....	48
A-6 Prueba de Rango Múltiple de Duncan.....	48
A-7 Análisis de varianza para fibra neutro detergente.....	49
A-8 Prueba de rango Múltiple de Duncan	49
A-9 Valores promedios obtenidos en la determinación de proteína	50
A-10 Valores promedios obtenidos en la determinación de nitrógeno adherido a la pared celular.....	51
A-11 Valores promedios obtenidos en la determinación de fibra neutro detergente.....	52

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA N°
1	Corte transversal de entre nudos del tallo de maíz...	5
2	Corte transversal del haz vascular del tallo del rastrojo de maíz.....	5
3	Corte transversal del centro del haz vascular del tallo de maíz	5
4, 5	Corte transversal del tallo de arroz.....	8
6	Corte transversal del tallo de ajonjolí.....	11
7	Efecto del tiempo de amoniación con urea sobre el incremento en la proteína cruda de diferentes rastrojos.	29
8	Incremento del nitrógeno adherido a la pared celular de rastrojos amoníados con urea durante 48 y 72 horas.	31
9	Incremento de la fibra detergente neutro en rastrojos con urea durante 48 y 72 horas.....	34

INTRODUCCION

En El Salvador las bajas producciones tanto de leche, como de carne durante época seca; se deben, a la poca disponibilidad de alimentos de buena calidad, en lo que se refiere al bajo contenido en proteínas y energía.

La escases de forraje en la época seca hace que los productores dependan en gran parte de alimentos concentrados o elaborar heno y/o ensilaje, siendo éstos de mayor precio que el pasto y los residuos de cosecha, situación que afecta en mayor grado al pequeño y mediano productor. En tal sentido es necesario buscar alternativas alimenticias con base a los residuos de cosecha, tales como los rastrojos de ajonjolí, maíz, sorgo, bagazo de caña y paja de arroz, etc. que son abundantes en la época seca, sin embargo, presentan la limitante que son productos de baja calidad, pero que pueden mejorarse, al ser tratados con productos químicos nitrogenados como la urea; producto sintético que puede sustituir a las proteínas naturales y dar resultados positivos en el mejoramiento de la calidad de los rastrojos, por lo que el presente estudio se realizó con el objetivo de determinar los cambios en el contenido de proteína cruda, fibra neutro detergente (F.N.D.) y nitrógeno adherido a la pared celular de los residuos de cosecha de maíz, arroz y ajonjolí, amoniando con urea durante 48 y 72 horas.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. RECURSOS DISPONIBLES PARA LA ALIMENTACION DE RUMIANTES EN EPOCA SECA.

En El Salvador existen dos épocas definidas lluviosa y seca; en la primera abundan los pastos y forrajes verdes, no así en la segunda en la que se obtiene forrajes secos, henos, sub productos de cosecha y alimentos que son de origen agroindustrial. Estos forrajes son bajos en proteínas y poseen un alto contenido de fibra. (1).

2.1.1. Henos

Las gramíneas que comunmente se henifican en el país son los pastos estrella y pangolá los cuales se cultivan y recolectan las cosechas cuando las plantas están próximas a floración para que provea un rendimiento máximo de nutrientes. (24).

El contenido de humedad en los forrajes varía del 65 al 85% y para almacenarlo se reduce al 20%. El heno si procede de plantas moderadamente maduras contendrá menos proteína y energía digestible que el forraje joven. (3).

2.1.2. Sub-productos de cosecha.

Son los materiales que quedan en el campo después de la cosecha. Dentro de los residuos de cosecha más utilizados en el país se encuentran el rastrojo de maíz, de arroz y sorgo. (28).

2.1.3. Alimentos de origen agroindustrial

El más importante y de uso más generalizado es la melaza que es un subproducto de bajo costo, fácil de digerir por el ganado vacuno, siendo además, estimulante del apetito por lo que incrementa el consumo de materia seca, aumentando la actividad de los microorganismos del rumen. (12).

Otro producto que se utiliza en menor escala es el bagazo de caña que se proporciona como fuente de forraje durante la época de recolección de la cosecha. (1).

2.2. LIMITANTES DE LOS RESIDUOS FIBROSOS

2.2.1. Composición química de los residuos fibrosos

Cuanto mayor es la madurez de la cosecha de los residuos fibrosos, menor es su valor alimenticio puesto que a medida que avanza la edad disminuye la proteína y aumenta la fibra.

La mayoría de los residuos de cultivos tropicales tienen un alto contenido lignocelulósico y particularmente lignina. Estos residuos son deficientes en energía, nitrógeno fermentable, proteína y micronutrientes; estas características hacen que sean difíciles de incorporar en raciones balanceadas convencionales. (24, 32).

2.2.2. Digestibilidad y consumo de los residuos fibrosos

La lignina limita mucho la digestibilidad de la fibra, debido a que establece una barrera física entre las enzimas digestivas y los carbohidratos. El envejecer las plantas aumenta gradualmente el contenido de lignina de los tejidos, que mantienen una correlación negativa con la digestibilidad de la fibra. La eliminación de la lignina por medios químicos aumenta la digestibilidad para los microorganismos del rumen. (3).

La poca digestibilidad y consumo de los residuos de cosecha se deben a la baja calidad en su composición química acompañado de una limitada cantidad de materia seca y alimentos poco palatables que son proporcionados al ganado en forma tosca, sin ser previamente picados. (32, 3).

2.3. RASTROJO DE MAÍZ

El rastrojo de maíz es un forraje que abunda en los meses de Octubre a Enero en todo el país; y se utiliza para la alimentación animal. En la mitad superior de la planta se incluye : Tallos y hojas desecadas por el sol, caracterizandose por tener un alto contenido de fibra cruda. (22, 23).

2.3.1. Morfología del rastrojo de maíz

El tallo central del maíz posee un eje formado por nudos y entrenudos cuyo número y longitud varían considerablemente. El corte transversal de los entrenudos (Figura N° 1). muestra que la epidermis se compone de una capa de células muy pequeñas y paredes gruesas. Debajo de ellas hay ban-

MAIZ

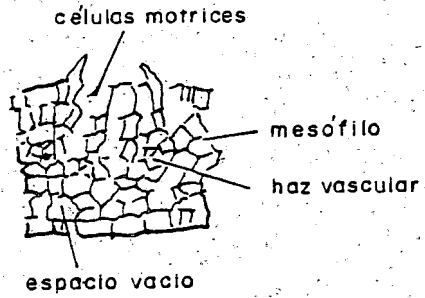


Fig. 1. Corte transversal de entre nudos del tallo del maíz

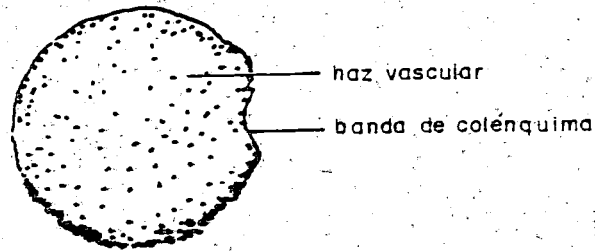


Fig. 2 - Corte transversal del haz vascular del tallo del rastrojo del maíz.

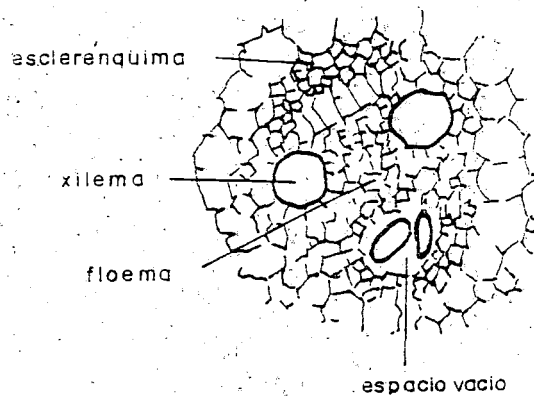


Fig. 3 - Corte transversal del centro del haz vascular del tallo del maíz.

das aisladas de esclérina o fibras, que alternan con bandas de parénquima de las que salen numerosos estomas. El resto del entrenudo se forma de haces vasculares y parenquima suave esponjoso, que rodea a los haces.

El haz vascular de los tallos (Figura N° 2), se forma de una vaina de esclerénquima elípticos, floema y xilema; el centro del haz contiene parenquima que rellena los espacios entre los grandes vasos o los tubos cribosos del floema.

La función de los haces vasculares es la conducción de agua y sustancias nutritivas, su función como elementos de sosten es secundario; las capas externas muy lignificadas son las que forman el soporte principal de la planta. (Figura 3). (18).

La hoja del maíz está constituida de vaina, cuello y lámina. El - cuello es la zona de transición entre la vaina envolvente y la lámina - abierta en él se halla la lígula.

La epidermis de la hoja tanto en la cara superior como en la inferior se compone de una sola capa de células dispuestas en bandas las cules contienen estomas, haces vasculares algunos rellenos de sílice y células motoras. (18, 23).

2.3.2. Composición química proximal del rastrojo de maíz.

- Humedad	8.1 %
- Proteína cruda	2.6 %
- Fibra cruda	38.4 %
- Cenizas	1.9 %
- Grasa	0.9 %
- Extracto libre de nitrógeno	48.1 %

FUENTE : Mc Dowell . 1974

2.4. PAJA DE ARROZ

Se integra por conjunto de plantas, hojas o pedazos de hojas, este producto es utilizado para la alimentación animal en las áreas de producción.

2.4.1. Morfología de la paja de arroz.

El tallo posee la estructura típica de las gramíneas con variaciones según la edad y el estado de crecimiento, los entrenudos y los nudos tienen estructuras distintas. (22).

Con respecto al entrenudo, puede distinguirse de fuera a dentro (figura 4 y 5), la cutícula cutinizada, impregnada de sílice depositada en estrias; la epidermis cutinizada está, de la base al vértice, impregnada

- 8 -
ARROZ

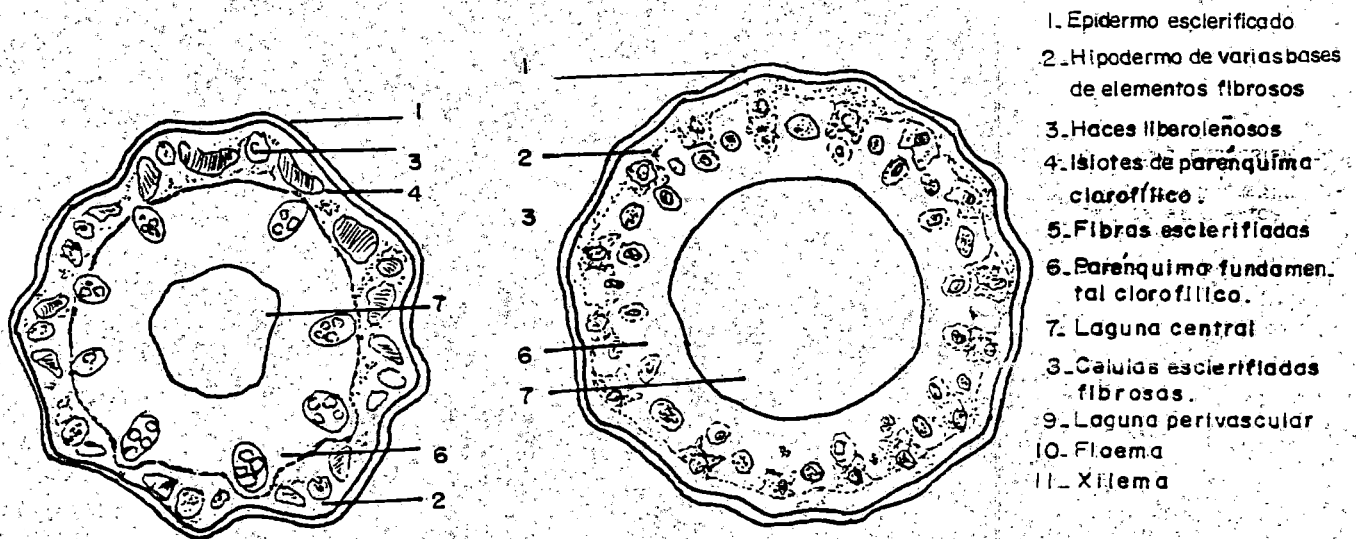


Fig. 4. Corte transversal del tallo del arroz.

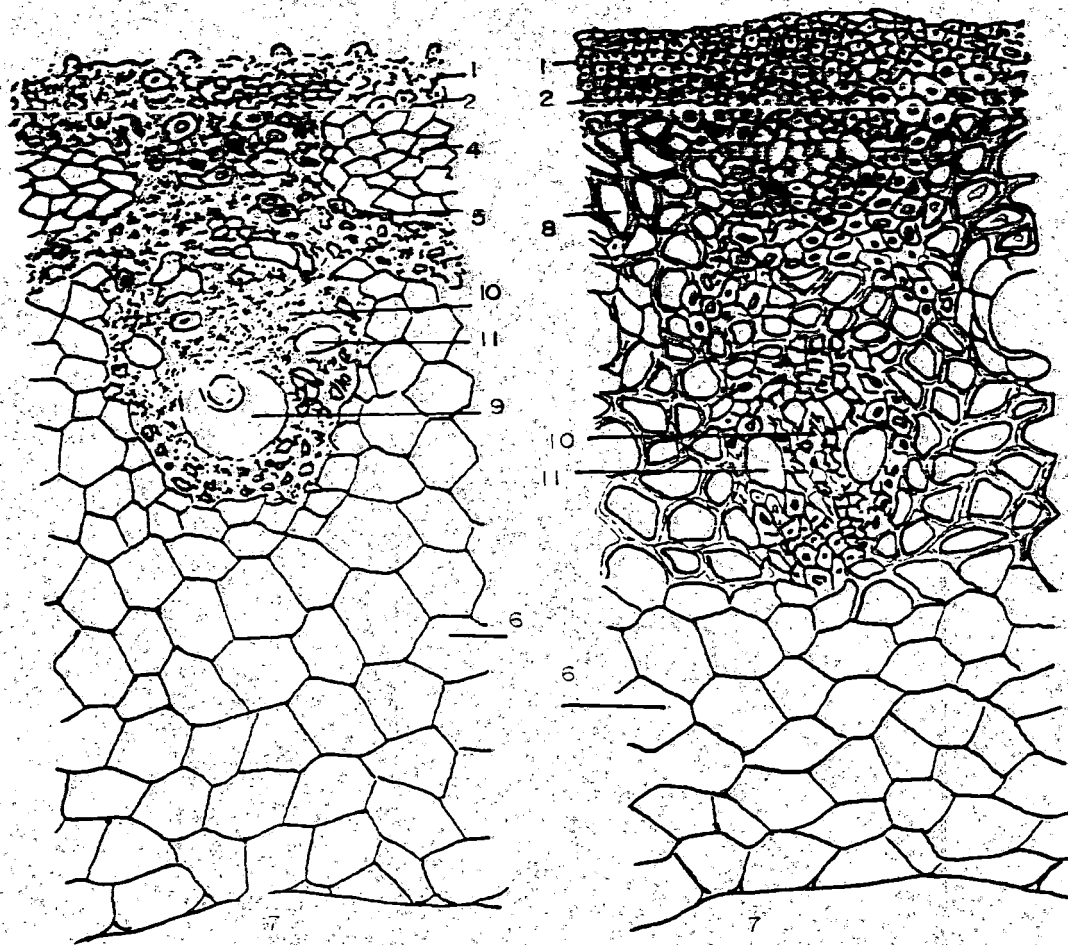


Fig. 5. Corte transversal del tallo del arroz.

de gran cantidad de sílice, dispuesta especialmente a lo largo de las estrias longitudinales más o menos prominentes; la hipodermis, constituida por un parénquima de pequeñas células que presentan un sistema conductor externo constituido por haces fibrovasculares incluidos en la hipodermis y que en la base del tallo puede estar rodeado de células esclerosadas y un parénquima cortical, más o menos reducido y que en la parte superior se presenta en islotes de parénquima clorofilico. (2).

Las hojas del arroz, de posición alterna, se forman de vaina, cuello y lámina. La lígula del cuello de la hoja aparece como una prolongación de la parte superior de la vaina. La epidermis de la lámina se forma de diversos tipos de células; vistas a lo largo de los nervios se distingue a partir de éstos, primero células llenas de sílice, muy angostas; luego bandas de células largas con los bordes en zigzag. (18).

2.4.2. Composición química proximal de la paja de arroz

- Humedad	11.4 %
- Proteína cruda	5.7 %
- Fibra cruda	21.3 %
- Cenizas	11.9 %
- Grasa	6.3 %
- Extracto libre de nitrógeno	43.4 %

FUENTE : Mc Dowell. 1974

2.5. RASTROJO DE AJONJOLI

El ajonjolí se cultiva extensamente en las regiones tropicales y sub tropicales, aunque es la única especie de la familia pedaliaceas - que se cultiva en El Salvador. (15).

2.5.1. Morfología del rastrojo de ajonjolí

El rastrojo se compone de tallo y la capsula que contiene la semilla. El tallo es cuadrangular, con cuatro costillas bien marcadas especialmente hacia la base, que dejan entre sí surcos poco profundos. El corte transversal (Figura N° 6), presenta en la parte exterior la epidermis compuesta de una sola capa de célula de paredes externas gruesas, región cortical, formada por dos bandas, una externa verde de parenquima - lleno de cloroplastos y otra interna incolora, de colénquima, que es la más gruesa en las esquinas del tallo; endodermis, periciclo, representado en los tallos viejos por haces aislados de fibras, floema y xilema; otra estructura presente es la medula que esta compuesta de parenquima - suave y en los tallos adultos tiende a desaparecer dejando hueco al centro. (18).

2.5.2. Composición química proximal del rastrojo de ajonjolí

- Humedad	8.1 %
- Proteina cruda	3.9 %
- Fibra cruda	37.1 %
- Cenizas	1.9 %

AJONJOLI

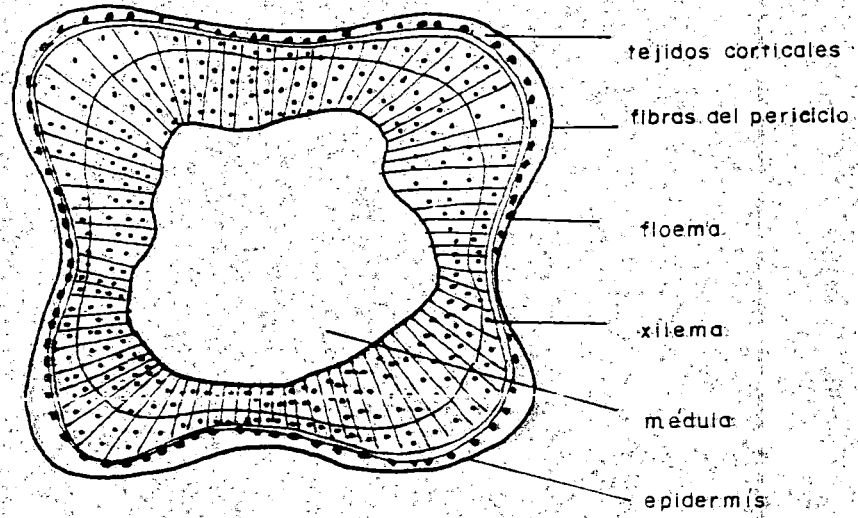


Fig. 6 - Corte transversal del tallo de ajonjolí

Continúa ...

- Grasa	0.9 %
- Extracto libre de nitrógeno	48.1 %

FUENTE : Mc Dowell. 1974.

2.6. METODOS PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LOS ALIMENTOS FIBROSOS.

Existen algunos métodos que ayudan a mejorar el consumo de alimentos fibrosos mediante la utilización de suplementos que incluyen el uso de urea y minerales que aumentan la eficiencia de los microorganismos del rumen, también se utilizan la leucaena y hoja de yuca para activar la función del rumen; así como también las tortas oleaginosas para suplir la proteína que escapa a la degradación del rumen. (5).

Con el objetivo de mejorar la digestibilidad y de aumentar la calidad de nutrientes en aquellos alimentos muy fibrosos y poco palatables a los animales, se han realizado diversas investigaciones que han dado como resultado la utilización de métodos físicos, biológicos, nucleares, físico-químicos y químicos (3, 5 y 28).

2.6.1. Método físico

Existen varios métodos físicos para el tratamiento de alimentos fibrosos, dentro de los cuales tenemos el empacado, troceado y molturado, estos proporcionan un producto más uniforme para el consumo y generalmente reducen la cantidad de alimento rechazado y perdido. (3).

Castillo y Col. citado por Doyle. 1981, encontró que picando la paja de arroz o rastrojo de maíz se incrementó el consumo voluntario de es-

tos alimentos. (5).

Los forrajes en cubos o granulados proporcionan mayor incremento relativo en el consumo de forrajes de baja calidad, por el aumento en la densidad con un paso más rápido a través del tracto gastrointestinal y una mejora de la digestibilidad. (3).

Un método nuevo a utilizar es la hidrólisis ácida a través del tratamiento con vapor a altas presiones, especialmente en sub-productos agroindustriales, tales como el bagazo de caña. El vapor a altas temperaturas libera el ácido acético, el cual hidroliza los enlaces entre la lignina y los carbohidratos. (28).

2.6.2. Métodos biológicos.

Bacterias, hongos o enzimas pueden ser utilizados en el mejoramiento de valores nutritivos de alimentos fibrosos. Vanselow (1981) ha estudiado los efectos de los procesos aerobios solos o seguidos por ensilado, en la composición y biodegradación de la paja de arroz. Los procesos aerobios causaron disminución en la fibra neutro detergente (FND) y en material indigestible de pectina celulosa. Sin embargo, debido a la pérdida de materia seca durante el proceso, la digestibilidad en pectina celulosa se mantuvo constantemente. El ensilado redujo las pérdidas de materia seca y los resultados preliminares indican que la transformación del FND - digestible en pectina - celulosa hacia extracto neutro detergente continuó durante el proceso de ensilaje particularmente en la paja que había sido biodegradada previamente. (5).

2.6.3. Métodos nucleares.

Existen otros métodos para mejorar la calidad de los alimentos fibrosos que no son muy utilizados, por ejemplo : Satter (33) menciona que la irradiación de electrones de alta energía es una manera efectiva de incrementar la dilución de ácidos sacarificantes tanto de la celulosa y la lignocelulosa (tratamientos físicos). La irradiación mejora sustancialmente la digestibilidad de los carbohidratos de las pajas. (33).

Leonhardt y Col. 1983, realizando estudios de digestibilidad in vitro e in vivo demostraron que las radiaciones gamma y electrones pueden incrementar hasta 80% o más la digestibilidad cuando se usan altas dosis; estos incrementos están relacionados con una despolimerización de la celulosa y hemicelulosa. Estos han demostrado que la paja de trigo mejora la digestibilidad in vitro de 16% a 71.7% cuando se aplica un Microgay (MGy) a través de un electrón micro equivalente y hasta 83% cuando se aplican dos MGy, de la misma manera la aplicación de dos MGy de radiaciones gamma a través de cobalto sesenta (^{60}Co) lleva la digestibilidad hasta 86% y al combinarlo con NaOH al 5%, esta alcanza el 97%. Se ha demostrado que existe una disminución en el contenido de fibra cruda y una elevación de extracto libre de nitrógeno. (19, 33).

2.6.4. Método físico - químico.

Tratamiento físicos simples tales como cortando y remojando son comúnmente usados en unión con los tratamientos químicos. Estos tratamientos

químicos, combinados con físicos más rigurosos; como molienda a vapor, - pueden influenciar el efecto de un químico por el incremento de la superficie específica.

Con algunos materiales fibrosos el potencial en la digestibilidad es incrementada por combinaciones de los tratamientos (Físicos - químicos). Sin embargo, algunos de estos podrían tener efectos adicionales en las partículas fibrosas, como una mayor velocidad de pesaje y aumento de la digestibilidad. (5).

2.6.5. Métodos químicos.

Varios experimentos han sido realizados, para evaluar el efecto de los métodos químicos especialmente, se han incluido hidróxido de sodio, hidroxido de calcio, hidroxido de amonio y urea.

2.6.5.1. Hidroxido de sodio

Se han realizado muchas investigaciones para el tratamiento de residuos de cultivos con hidroxido de sodio y se ha acumulado una gran cantidad de literatura. Este tratamiento ha sido probado experimentalmente en muchos países Europeos y Americanos. (5). Calderón y Col. (1975). reporta que al alimentar vacunos de 155 a 222 kilogramos de peso, con rastrojo de maíz tratado con hidróxido de sodio al 4%, más concentrado - protéico y melaza no se logran mejorar las ganancias diarias con las pajas tratadas; pero sí mejora el consumo de materia seca (29).

Llamas, 1979, estudio el efecto de adicionar hidroxido de sodio - (NaOH) sobre la composición química del forraje, en silos durante 45 días. Obteniendo un efecto significativo al reducir el contenido de fibra detergente neutro, detergente acido y hemicelulosa. (3).

El efecto del tratamiento al rociar álcali en raciones de paja de trigo para medir la digestibilidad de materia seca y proteína cruda fueron estudiados, resultando en un incremento de la digestibilidad de fibra cruda. (20).

2.6.5.2. Hidroxido de calcio

El tratamiento con hidroxido de calcio en materiales fibrosos, se realiza con el propósito de mejorar el valor nutritivo de los forrajes, haciendo más solubles los carbohidratos para mejorar su digestibilidad. (21).

Dumlao y Pérez, 1976, alimentaron cabras con paja de arroz tratada con óxido de calcio al 3% (CaO) remojada durante 3 días), con concha de ostra molida y piedra caliza (60 - 80% CaO). En este estudio se determinó que la paja de arroz fué mejorada con la adición del tratamiento. (5).

En la Universidad de Agricultura de Bangladesh, 1981, se llevó a cabo un ensayo de digestibilidad, en ovejas, utilizando paja de arroz tratada con cal, de los cuales los resultados indicaron que la cal aumenta la digestibilidad de la paja de arroz, suplementada con melaza para maximizar el consumo. (11).

2.6.5.3. Hidroxido de amonio

Existe una gran disponibilidad de urea en países desarrollados, el amoníaco que se libera por la degradación de la urea durante el ensilado ha sido aprovechado para el tratamiento de las pajas. Los microorganismos que producen ureasa son capaces de degradar la urea en amoníaco, el cual penetra a la paja como hidróxido de amonio. (5).

2.7. USO DE LA UREA EN EL TRATAMIENTO DE ALIMENTOS FIBROSOS

Es posible aumentar el contenido de nitrógeno de diversos alimentos y subproductos tratados en solución de agua amoniacal; esto permite la fijación del amoníaco mediante su reacción con los hidratos de carbono del alimento, de manera que el producto resultante proporcionará, una combinación de nitrógeno y energía disponible simultáneamente para el crecimiento bacteriano; esto se ha realizado principalmente con subproductos agrícolas de elevado contenido de fibra. (10).

En la Universidad de Bangladesh, 1981, se elaboraron varios ensilados para evaluar la efectividad de la amonificación con urea en el valor nutritivo de la paja de arroz utilizando fosas, en donde la paja recientemente cosechada con 55% de humedad se le aplicó urea a un 3% durante 20 días y 5% durante 20 y 40 días. Así mismo se utilizaron canastas de bambú cubiertas con fibras de yute, empleando paja secada al sol; y urea al 5% durante 20 días. Los resultados mostrarán que el tratamiento de la paja con urea aumentó el contenido de la proteína cruda de la paja de 1 a 2,5 unidades de por ciento y la fracción de la fibra cruda fué reducida

de 2 a 4 unidades por ciento en todos los tratamientos. (25).

En otro ensayo similar al anterior se utilizó la misma técnica de ensilaje, material, fuente de nitrógeno no protéico y 10 días de amonificación, obteniéndose los mismos incrementos en la composición química de la paja de arroz. (31).

Se ha desarrollado una técnica para mejorar la composición química de la paja de arroz; este método consiste en añadir 0,4 Lt/Kg de paja - picada de una solución de urea de 12,5 %, cubriendo el piso y las paredes de un silo bunker o una instalación similar con plástico laminado, se coloca la paja se va agregando la solución y luego se cubre herméticamente de nuevo con plástico. Después de dos meses se abre el silo y se deja airear por un día antes de ofrecerlo a los animales. (4).

Oji, citado por Leng y Preston, 1976. (17), utilizaron urea como fuente de amonio en rastrojo de maíz, determinando que la urea se hidroliza a amoníaco después de 20 días, la paja contenía desde 55% hasta 65% de materia seca.

Jackson, citado por Saadullah (30) realizó amonificación de paja de arroz con urea en combinación con altas temperaturas en ensilaje y se obtuvo una alta degradación de la materia seca.

En algunos experimentos se ha añadido urea a los forrajes verdes y secos ensilados, para mejorar el valor de las proteínas de ensilajes pobres en ellas, como el maíz y sorgo. (32).

Los tratamientos con urea son ventajosos ya que tienen una respuesta positiva en el incremento del contenido del nitrógeno de los alimentos fibrosos (30).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIAL EXPERIMENTAL

Para la realización del trabajo se utilizaron los siguientes materiales : rastrojo de maíz (Zea mayz), variedad H-5, paja de arroz (Oryza sativa), variedad CENTA A-1, ajonjolí (Sesamun indicum), variedad VENEZUELA -51, (Cuadro A-1).

3.2. DURACION

El ensayo tuvo una duración de 3 meses y 15 días comprendidos entre los meses de Junio y Agosto de 1991.

3.3. RECOLECCION Y MANEJO DE LOS RASTROJOS

Los rastrojos de maíz (Zea mays), paja de arroz (Oriza sativa), y Ajonjolí (Sesamun indicum), fueron recolectados en la Cooperativa la Nancera Comalapa de R.L. ubicada en el Municipio Comalapa Jurisdicción de San Juan Talpa, Departamento de La Paz; entre las coordenadas geográficas 13° 28'03" LN y 89°05'48" LO, a una elevación de 50 m.s.n.m. luego fueron trasladados a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, se almacenaron bajo techo durante 15 días, posteriormente se procedió a picarlos en trozos de 1 cm. aproximadamente y colocarlos en bolsas de polietileno negras de 0.482 x 0.635 mt.; la cantidad de rastrojos que se colocó en cada bolsa fué de 1 Kg.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo factorial 3x2, los factores de evaluación fueron 3 tipos de rastrojos y 2 tiempos de amoniación con urea cada tratamiento con 3 repeticiones, para cada material tratado se tuvo un testigo para establecer la variación en la composición química como consecuencia del tiempo de amoniación.

3.4.1. El modelo matemático del Diseño Experimental responde a la siguiente ecuación :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + \alpha\gamma_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde :

Y_{ijk} = Observaciones

i = Efecto del i ésimo tipo de rastrojos

j = efecto del j ésimo tiempo de amoniación

ij = efecto de la interacción, entre el i ésimo rastrojo y j ésimo tiempo de amoniación

ij_k = efecto del error experimental

3.5. TRATAMIENTOS

T_1 = maíz sin aplicación de urea (testigo)

T_2 = maíz amoniado durante 48 horas

- T₃ = maíz amoniado durante 72 horas
- T₄ = arroz sin aplicación de urea (testigo)
- T₅ = arroz amoniado durante 48 horas
- T₆ = arroz amoniado durante 72 horas
- T₇ = ajonjolí sin aplicación de urea (testigo)
- T₈ = ajonjolí amoniado durante 48 horas
- T₉ = ajonjolí amoniado durante 72 horas

La técnica utilizada para amonificar los materiales consistió en la adición de una solución con 12,5% de urea a los materiales previamente homogenizados. (4). Las cantidades de agua y urea que se adicionaron a cada rastrojo dependía del porcentaje de humedad de cada uno de ellos (9, 67%, arroz, 9, 13% maíz y 12,53% ajonjolí), para obtener el 40 % de humedad en cada tratamiento, (Cuadro A-2).

Las bolsas con el material ya tratado fueron selladas e identificadas, se colocaron nuevamente en otra bolsa para disminuir las pérdidas por volatilización.

Transcurrido el tiempo de Amoniación (48 ó 72 horas) se tomaron muestras de la parte inferior, media y superior con el objetivo que la muestra fuera homogénea. Dicha muestra fué colocada en bolsas de papel manila y llevadas al laboratorio para realizar los análisis respectivos.

3.6. PARAMETROS DE EVALUACION

Los parámetros evaluados fueron :

- % Proteína cruda (% PC)
- % Nitrogeno adherido a la pared celular (%N - FND)
- % Fibra neutro detergente (% FND)

3.7. ANALISIS ESTADISTICO

Para evaluar el efecto de los tratamientos sobre la variación en la composición química, se realizó el análisis de varianza, empleando los incrementos de los parámetros evaluados con base al testigo de referencia y los datos analizados fueron 18 para cada variable (6 tratamientos x 3 observaciones). Además se aplicó la prueba del rango múltiple de DUN CAN, para comparar las medias en los parámetros en los que la prueba de F determinó diferencia mínima significativa (P 0,01 ó P 0,05).

3.8. ANALISIS QUIMICOS UTILIZADOS

Los análisis químicos utilizados en el ensayo fueron :

3.8.1. Determinación de humedad (26)

Equipo :

Estufa de aire circulante, Estufa de vacío, balanza analítica, desecador, molino.

Materiales :

Caja de aluminio para humedad, pinza tipo tijera.

Las muestras debidamente identificadas se colocaron en estufa de aire circulante durante 48 horas para su desecación. Luego se pesaron para obtener el porcentaje de humedad parcial. Para obtener el porcentaje de humedad total se tomaron sub-muestras se molieron y se dejaron en estufa por 5 horas a 105°C, posteriormente se pesaron, para hacer los calculos respectivos.

3.8.2. Determinación de proteína cruda (26)

El método para la determinación de proteína cruda fué por el método oficial de Kjeldahl.

Materiales :

Balones Kjeldahl de 650 ml.; Beakers de 100 y 220 ml.; Bureta de 50 ml.; Erlenmeyer de 500 ml.; papel filtro whatman N° 42, perlas de vidrio, porta y prensa buretes, probetas de 25 y 100 ml.

Equipo :

Aparato Macro - Kjeldahl, balanza analítica.

Reactivos :

Acido salicílico, ácido sulfúrico concentrado de 93-98% libre de N, granallas de zinc, indicador rojo de metilo, azul de metileno, al 2% en alcohol etílico, (proporción 1:2), óxido amarillo de mercurio, sulfato de potasio en polvo, solución de ácido sulfúrico 0.1 N. Solución de hidróxido de sodio al 50%, solución de tiosulfato de sodio al 8%, tiosulfato -

de sodio cristalizado.

Se tomo un gramo de cada muestra a las que se les había determinado humedad y se colocaron en balones de Kjeldahl en donde se agregaron los reactivos correspondientes se llevó a cabo la combustión y se procedió a la destilación y titulación.

3.8.3. Determinación de pared celular (Sistema de VAN SOEST). (26)

Materiales :

Aparato para extracción de fibra, beakers de Berzelius 600 (ml), fil tros de vidrio, beakers de 100, 50 y 25 ml.

Equipos :

Balanza analítica, estufa, desecador.

Reactivos :

Solución detergente neutro, decahidronaftaleno, acetona, sulfito só dico anhidro:

Se pesó 0,5 gr. de muestra molida y se colocó en beakers de berzelius a los que se les agregaron los reactivos correspondientes. Las muestras se llevaron a ebullición; se mantuvo así por 3 horas, luego se virtió la solución en filtros de vidrio y se desecha la parte líquida por succión al vacío, las muestras fueron lavadas con agua caliente; luego se repite el proceso con acetona, los filtros (previamente pesados) conteniendo las mues



tras se secaron en estufa por 8 horas a 100°C finalmente fueron pesados y por diferencia se obtiene el contenido como constituyente de la pared celular.

3.8.4. Determinación de Nitrógeno adherido a pared celular (Nitrogeno total).

Para la realización de este análisis se utilizó el método de Micro-Kjeldahl; cuyo fundamento es igual al método de MACRO-KJELDAHL.

Descripción del análisis

Del material obtenido en la determinación de pared celular se tomó 0,1 gr. de cada muestra, colocandose con los reactivos correspondientes en balones de micro Kjeldahl, las muestras se calentaron hasta que la solución pasó de un color negro carbón a transparente; la digestión ha concluido. Luego se procedió a la destilación y titulación de las muestras.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. INCREMENTO DE PROTEINA

En el cuadro 1, se muestran los incrementos promedios de proteína en los rastrojos utilizados como efecto de la amonificación con urea.

CUADRO 1 : Incrementos promedios de proteína en porcentaje de los diferentes rastrojos amoniados a las 48 y 72 horas.

TRATAMIENTOS		TIEMPOS		AMONIFICACION		
RASTROJOS	TESTIGO	48 hrs.	INCREMENTO \bar{x} PROTEINA	72 hrs.	INCREMENTO \bar{x} PROTEINA	
MAIZ	4,73	9,62	4,89 ^d	8,52	3,79 ^d	4,34 ^c
ARROZ	3,91	14,40	10,49 ^c	13,27	9,36 ^c	9,93 ^b
AJONJOLI	3,52	20,66	17,14 ^a	18,82	15,30 ^b	16,22 ^a
\bar{x}			10,84		9,48 ^b	

CV : 7.18

a, b, c, d : Medias con distinta letra dentro de fila y son diferentes estadísticamente ($p \leq 0.05$).

Para los incrementos promedios de proteína se determinó que hubo diferencias estadísticas en los efectos de rastrojos y tiempos; sin interacción entre los factores.

Como resultado de la amonificación se obtuvo incrementos en todos los tratamientos (Cuadro 1), siendo el Ajonjolí a las 48 horas el que resultó con mayor cantidad de proteína, lo que pudo deberse a su estructura interna, (Figura 6) ya que posee un área externa dura y una médula blanca, que está compuesta de parénquima suave y en los tallos adultos tiende a desaparecer dejando hueco al centro (18); esto pudo permitir atrapar mayor

cantidad de amonio. Con respecto al tiempo de amoniación se determinó que en todos los tratamientos efectuados a las 72 horas, los incrementos se reducen comparados con los de 48 hrs. (Figura 7). La disminución de los incrementos pudo deberse a que el Amonio atrapado en los tejidos fibrosos de los rastrojos se transformó a Amoniaco, existiendo pérdidas por volatilización.

Saadullah y Col. 1981. (29), encontró incrementos menores que los obtenidos en este ensayo, tratando paja de arroz con urea. La disminución de los incrementos a las 72 horas pudo deberse a que la urea es soluble en agua transformandose en Amonio y con el calor se convierte en Amoniaco volatilizandose a medida que aumenta el tiempo de Amoniación incurriendo en pérdidas del mismo al destapar las bolsas para la recolección de muestras. Ranchen Madsen observó que el Amonio es soluble en agua y fácilmente se evapora con el calor; asimismo Saadullah explica que la mitad del Amoniaco puede ser removido durante el secado en la estufa antes de someterse al análisis.

4.2. NITROGENO ADHERIDO A LA PARED CELULAR

El nitrógeno adherido a la pared celular se vio incrementado como efecto de la Amoniación en todos los tratamientos. Los resultados se presentan en el cuadro 2.

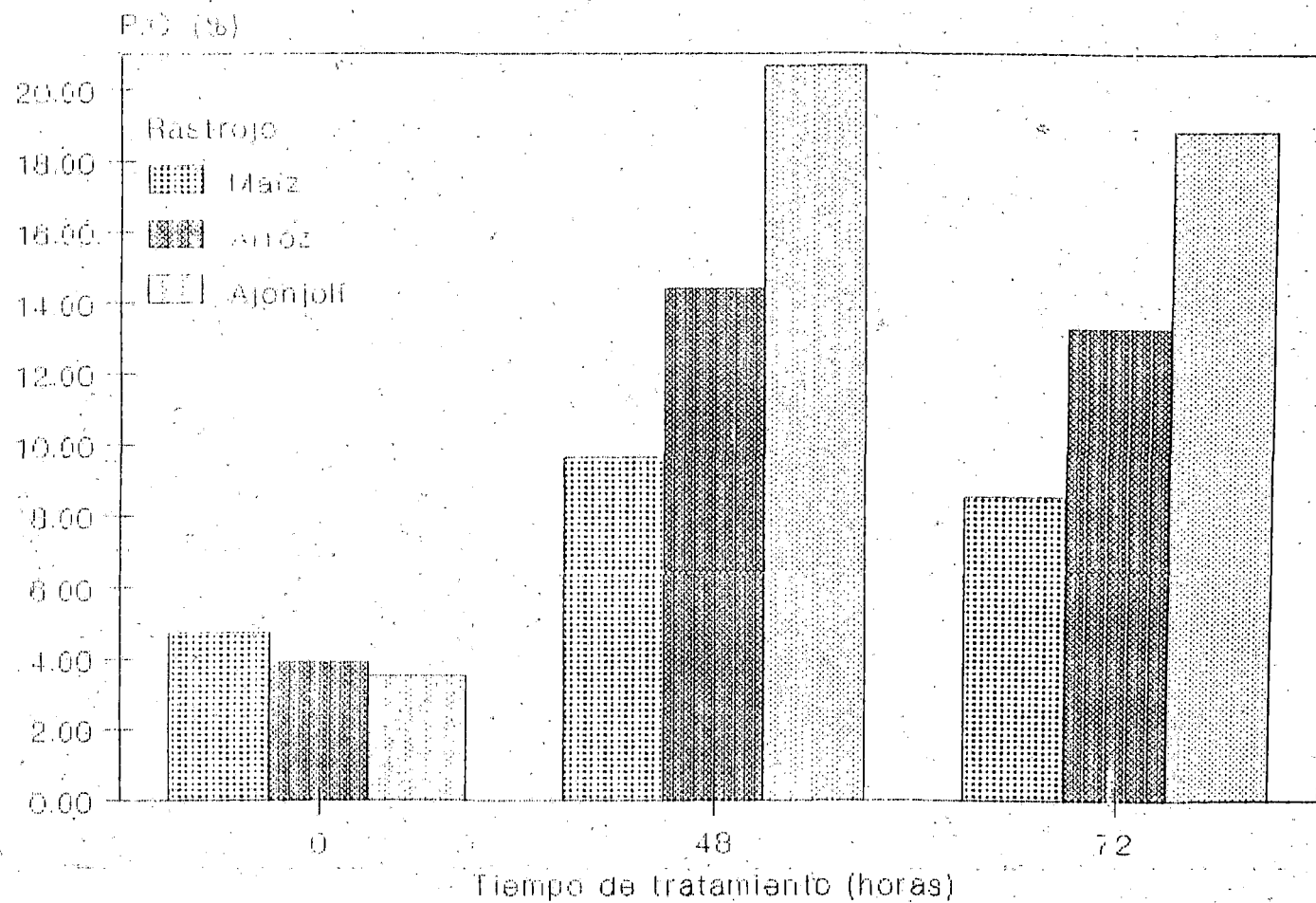


Figura # 7: Efecto del tiempo de amoniacación con urea sobre el contenido de proteína cruda (%) en diferentes rastrojos

CUADRO 2 : Incrementos promedios de nitrógeno adherido a la pared celular expresada en porcentaje de proteína a las 48 y 72 horas.

TRATAMIENTOS		TIEMPO DE AMONIACION				
RASTROJOS	TESTIGO	48 hrs.	INCREMENTO x PROTEINA	72 hrs.	INCREMENTO x PROTEINA	\bar{x}
MAIZ	2,41	5,16	2,74 ^b	2,62	0,21 ^d	1,48 ^b
ARROZ	2,06	3,65	1,59 ^c	2,95	0,89 ^{cd}	1,24 ^b
AJONJOLI	2,38	7,64	5,26 ^a	2,72	0,34 ^d	2,81 ^a
\bar{x}			3,20 ^a		0,48 ^b	

CV : 28.36 %

a, b, c, d : Medias con distinta letra dentro de fila y son diferentes estadísticamente (P \leq 0.05).

Se encontró diferencias estadísticas entre los rastrojos, mostrando además interacción entre los rastrojos y los tiempos de amoniación. Los resultados obtenidos a las 48 horas fueron mayores con respecto a las 72 horas, indicando que el ajonjolí fué el que mayor cantidad de amoníaco - retuvo y por ende mayor nitrógeno adherido a la pared celular. Cabe mencionar que tanto los resultados en proteína cruda como en nitrógeno adherido a la pared celular, presentan valores (incrementos) con tendencias similares en relación a una disminución de los incrementos a las 72 horas, pudiendo deberse a pérdidas por volatilización del amoníaco. La comparación de los tratamientos maíz y ajonjolí a las 72 horas muestran que los incrementos son mínimos; mientras que el arroz no es tan considerable la reducción de los incrementos, no afectando drásticamente su contenido (Figura 8), posiblemente, el arroz es más impermeable por el contenido de sílice en las células epidérmicas de las hojas y de los tallos; (2) ésto

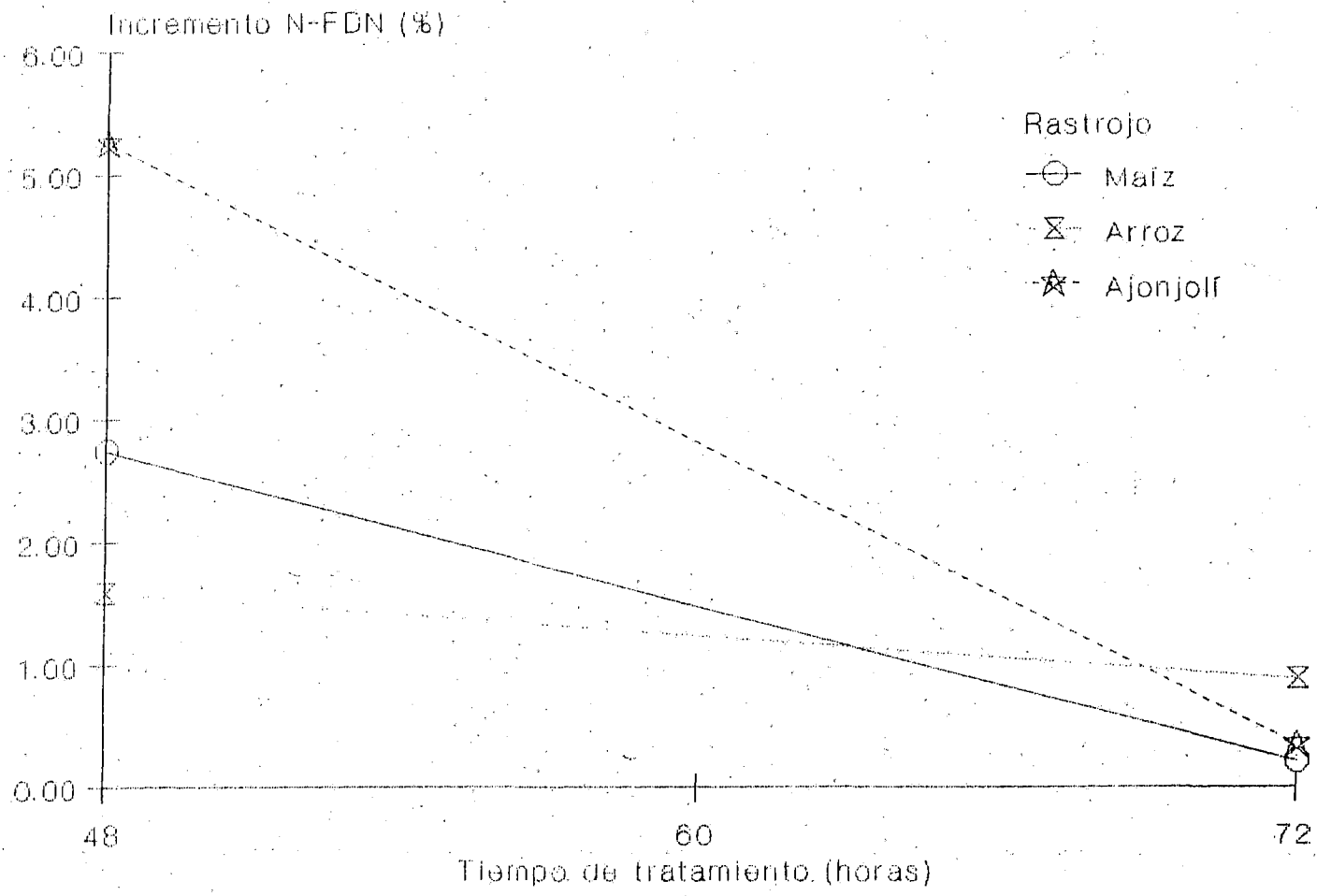


Figura # 8: Incremento del nitrógeno adherido a la pared celular (N-FDN, % P.C.) en rastrojos amonjados con urea a 48 y 72 horas

permite que no exista pérdidas de nitrógeno adherido por el lavado con la solución neutrodetergente, ni por secado. En cuanto al ajonjolí, a las 48 horas fué el que mayor incremento presentó, a las 72 horas se vio afectado severamente en una reducción de los incrementos (Figura 8).

4.3. FIBRA NEUTRO DETERGENTE (F.N.D.)

CUADRO 3 : Incrementos promedios de F.N.D. en porcentajes en los rastrojos amoniados a las 48 y 72 horas

TRATAMIENTOS		TIEMPO DE AMONIACION				\bar{X}
RASTROJOS	TESTIGO	48 hrs.	INCREMENTO x FIBRA	72 hrs	INCREMENTO x FIBRA	
MAIZ	39,11	37,40	- 1,71 ^a	45,39	6.28 ^b	2.28
ARROZ	83,58	93,65	10,07 ^b	93,51	0,93 ^b	10.00 ^b
AJONJOLI	75,01	73,62	- 1,39 ^a	80.89	5.88 ^b	2.24
\bar{X}			2.32 ^a		7,36 ^b	

CV : 52.27

a, b : Medias con distinta letra dentro de fila y son diferentes estadísticamente ($P \leq 0.05$)

En los rastrojos amoniados se encontraron diferencias estadísticas significativas así como también en los tiempos de amonificación, existiendo interacción entre ambos factores (Figura 9).

Los incrementos obtenidos pueden observarse en el cuadro 3. El maíz y el Ajonjolí dieron respuestas similares, obteniéndose una disminución de F.N.D. Van Soest. (1983), tratando paja con NaOH encontró que el amoníaco tiende a incrementar la F.A.D. (Fibra Acido Detergente), pero decrece el F.N.D., causando bajas en la hemicelulosa aparente. Sin embargo, el arroz no mostró esta tendencia, manteniéndose sus mismos incrementos en

ambos tiempos (Figura 9); ésto podría explicarse en función de los enlaces lignocelulosicos (20) y silicatos (2) que lo hace más resistente a los tratamientos químicos durante los tiempos estudiados.

Con respecto a las 72 horas se obtuvo incrementos de F.N.D. en todos los tratamientos, debiéndose posiblemente a un efecto de lavado del contenido citoplasmático soluble afectando la relación pared y contenido citoplasmático en las células de los rastrojos amoniados producido por el alto contenido de agua que poseía la solución de urea; por lo tanto al aplicar la solución neutro detergente para realizar el análisis de F.N.D. reportó mayor cantidad de fibra que los rastrojos que no fueron amoniados con la solución de urea. Sehingoethe (1980), ensilando girasol, con urea al 5% obtuvo incrementos no significativos en FAD y FND.

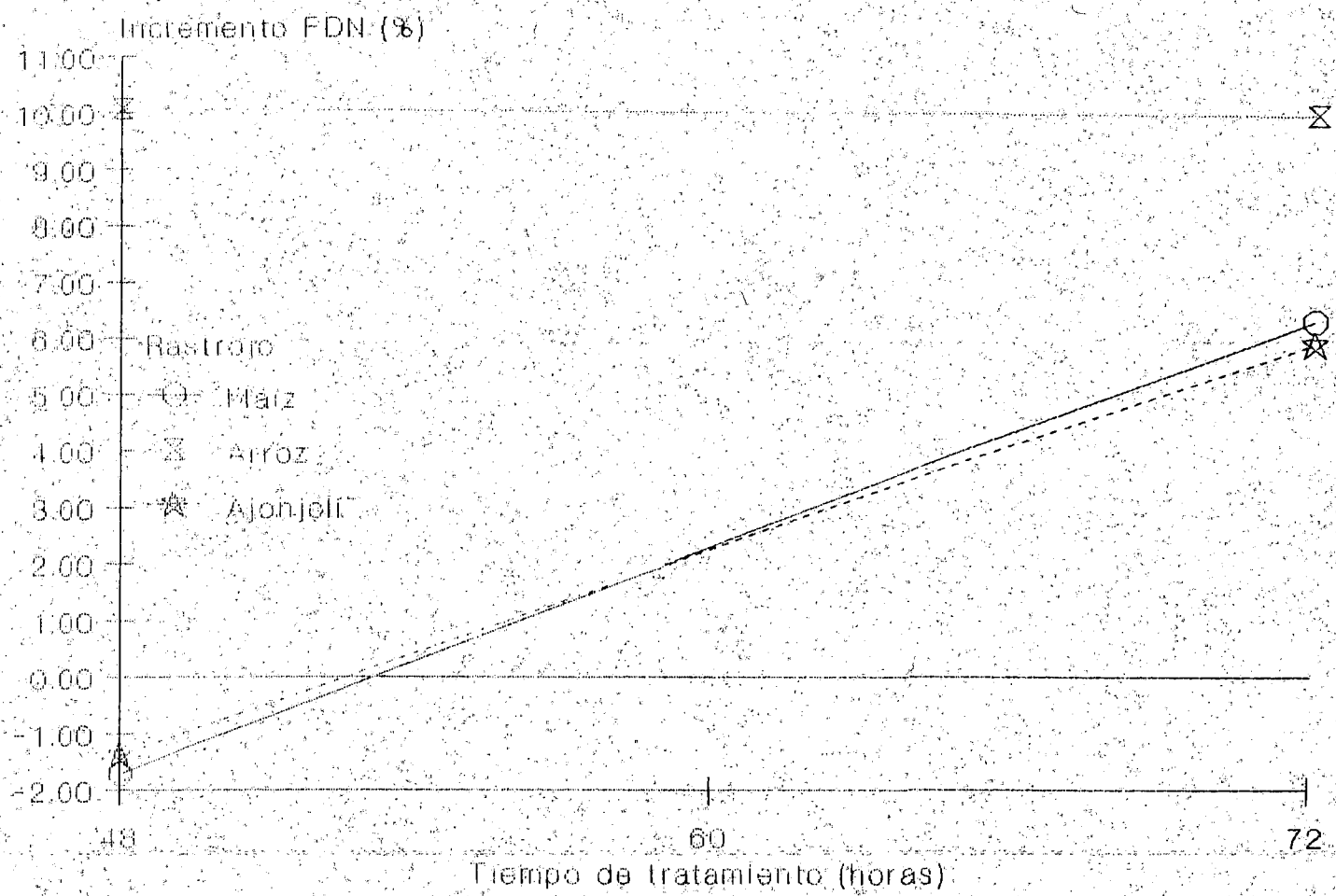


Figura # 9: Incremento del fibra neutro detergente (%) en rastrojos amonizados con urea durante 48 y 72 horas

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que :

- El tratamiento con urea mejoró la calidad nutricional de los Rastrojos amoniados.
- La adición de urea incrementó el contenido de proteína en todos los tratamientos, el ajonjolí a las 48 horas presentó los mayores incrementos.
- La amoniación produjo incrementos de nitrógeno adherido a la pared celular en todos los tratamientos, tanto a las 48 como a 72 horas, determinándose que el ajonjolí a las 48 horas retuvo la mayor cantidad de amonio.
- Tanto el maíz como el ajonjolí a las 48 horas son los únicos que responden en una disminución de F.N.D.
- En todos los tratamientos a las 72 horas la F.N.D., se ve incrementada por efectos de lavados, del contenido citoplasmático afectando la relación pared y contenido citoplasmático en la célula de los materiales amoniados.
- El arroz a las 48 y 72 horas, mantuvo el mismo incremento de F.N.D. debido a su mayor impermeabilidad por la mayor cantidad de sílice y lignina en donde el efecto del lavado por el agua que contenía la solución de urea, se llevo a cabo en menor cantidad.

- La paja de arroz fué la que menor respuesta tuvo en relación al trata
miento químico.

6. RECOMENDACIONES

1. Es recomendable realizar tratamientos con un tiempo de amoniación de 48 horas, ya que al aumentar el tiempo se obtienen incrementos inferiores debido a las pérdidas de amoníaco por volatilización.
2. La disminución del agua en el tratamiento es un factor importante en trabajos posteriores para evitar lavados del contenido citoplasmático de las células en los rastrojos amoniados, pudiendo obtenerse una disminución en la fibra.
3. Realizar pruebas en vitro o en vivo para medir consumo animal así como también digestibilidad de los materiales amoniados.
4. Se recomienda realizar ensayos de alimentación para determinar las respuestas del ganado en la producción de carne y/o leche con alimentos tratados por métodos fisicoquímicos.
5. En la paja de arroz se deben de probar tiempos más largos y otros métodos físico - químicos por el alto contenido de sílice que contiene este residuo de cosecha.
6. Se recomienda la utilización de un liofilizador para evitar pérdidas de nitrógeno por volatilización en el proceso de secado.

7. BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ SANCHEZ, J.A. 1983. Estudios preliminares de algunos productos y sub-productos agrícolas para la alimentación animal. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salv. Universidad de El Salvador. pp. 7 - 8.
2. ANGLADETTE, A. 1969. El arroz. Trad. Vicente Ripolli y Fermin Paloneque. Barcelona, España. Blume. p. 41 - 45.
3. CHURCH, D.C. y POND, W. G. 1977. Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. Trad. Pedro Ducar Malvenda, Ed. Acribia. Zaragoza, España.
4. COMBELLAS, J. 1986. Alimentación de vacas lecheras en el trópico, Maracay, Venezuela. 160 p.
5. DOYLE, P.T. 1981. Review of treatment of fibrous roughages in south East Asia. School of agriculture and forestry, University of Melbourne, Parkville, Victoria, 3002, Australia. 12 p.
6. EL SALVADOR. Centro de Tecnología Agrícola. 1986. Documentos técnicos sobre aspectos agropecuarios IV. Cultivos agroindustriales. San Andrés, La Libertad, Manual Técnico N° 3. 141 p.
7. EL SALVADOR, Centro Nacional de Tecnología Agrícola. 1980. El cultivo de ajonjolí. Boletín divulgativo 2-80. San Andrés, La Libertad.

8. EL SALVADOR. Centro de Tecnología Agrícola. 1986. Documentos técnicos sobre aspectos agropecuarios I. Granos básicos y calibración de equipos de aspersión. San Andrés, La Libertad. Boletín divulgativo N° 3. 107 p.
9. ESCOBAR, A. 1984. Efecto del tratamiento alcalino sobre la digestibilidad, tasa de fermentación y consumo de la tasa de maíz. Producción animal tropical. Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela. p. 55.
10. FRAGAS, M. J.; BLAS, J.C. 1984. Alimentos del ganado, 2^a Ed. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Madrid, España. p. 179 y 180.
11. GAZTAMBIDE ARRILLAGA, C. 1975. Alimentación de animales en los trópicos. 2 Ed. México, D.F. Diana. 62- 231 p.
12. HERNANDEZ G., O.R.; LOPEZ L, N. E.; MARTINEZ H., M. C. 1991. Utilización del cogollo de caña (Saccharum officinarum) humectado con urea en alimentación de cabros en crecimiento. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salv. Universidad de El Salvador.
13. INCAP. 1968. Tabla de composición de pastos, forrajes y otros alimentos de Centroamérica y Panamá. p. 33, 41 y 117.
14. INDAGRO. Los suplementos alimenticios líquidos. San Salvador, El Salvador. p. 3 - 5.

15. LAGOS, J.A. 1983. Compendio de botánica sistemática. 2^a Ed. Dirección de Publicaciones del Ministerio de Educación. San Salvador, El Salv. p. 224.
16. LANGHAM, D.G.; RODRIGUEZ, M. 1945. El ajonjolí (Sesamun indicum) su cultivo, explotación y mejoramiento Venezuela, Instituto Experimental de Agricultura, Depto. de Genética, Ministerio de Agricultura y Ganadería. p. 11 y 12.
17. LENG, R.A.; PRESTON, T.R. 1976. Caña de azúcar para la producción bovina, limitaciones actuales, perspectivas y prioridades para la investigación tropical. Producción animal tropical (Rep. Dom.) 6 (1) : 1 - 15.
18. LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José Costa Rica, 2 Ed. Editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (I.I.C.A.). p. 115 - 163.
19. LEONHARDT, J.W. 1983. Gamma and electron radiation effects on agricultural by products with high fibre content. In nuclear techniques for assessing and improvement feeds. IAEA. Viena Austria. pp. 195 - 202.
20. McDOWELL, L.R. 1974. Tabla de composición de alimentos de América Latina. Universidad de Florida, Instituto de Ciencias Alimenticias y Agropecuarias, Centro de Agricultura Tropical, Depto. de Ciencia Animal p. 42 y 43.

21. McDOWELL, R.E. 1977. Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. Pedro Ducar Maluenda. Zaragoza, España. Acribia. p. 249 - 250.
22. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Dirección General de Ganadería. La utilización de subproductos agrícolas en la alimentación de rumiantes. M.A.G. : D.G.G. El Salvador. 30 p.
23. MIRANDA, M.; HELEODORO. 1976. Producción de maíz y frijol, CENTA. Estación Experimental Agrícola. Santa Tecla, La Libertad. El - Salvador. 50 p.
24. MOORE, I. 1969. Ensilado y hénificación. Trad. Andrés Marcos Bar^{ra}do. Zaragoza, España. Acribia. p.3 y 72.
25. MORRISON F. B. 1951. Alimentos y alimentación del ganado. Fundamen^{tos} de la nutrición animal. Productos alimenticios. Trad. José Luis de La Loma. 21 Ed. México, D.F. UTEHA. Tomo I. p. 98 y 99.
26. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1980. Publisher William Horwite. Thirteenth Edition. Washington, D.C. U.S.A. p. 125 - 141.
27. PRESTON, T.R. 1974. Producción intensiva de carne, 2 Ed. Trad. T.R. Preston, México, D.F. Diana, S.A. p. 463.

28. PRESTON, T.R. y LENG, R.A. 1990. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles; aspectos básicos y aplicador del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trpico. 2^a Ed. Círculo de impresores Ltda. Cali, Colombia, p. 107 - 169.
29. ROSALES, F. ; PAZ, A., VM. ed. s.f. 1979. La utilización de sub-productos agrícolas en la alimentación de rumiantes. Soyapango, El Salvador. Dirección General de Ganadería. Sc. p. 11 - 12.
30. SAADULLAH, M.; HAQUE, M.; DOLBERG, F. 1981. La efectividad de la amonificación con urea en mejorar el valor nutritivo de la paja de arroz en rumiantes. Producción animal tropical. (Rep. Dom.) 6 (1) : 31 - 38.
31. SAADULLAH, M. : HAQUE, M. : DOLBERG, F. 1982. Paja de arroz tratada y no tratada para ganado en crecimiento. Producción animal tropical (Rep. Dom.) 7 (1) : 21 - 27
32. SANSOUCY, R.; MAHADEVAN, P. 1983. "Potential Lignocellulose resources and their utilization by ruminants in tropical regions. In nuclear Techniquer for assesihg and improvement feeds. IAEA. Viena, Austria, pp. 125 - 136.
33. SATTER, L.D. 1983. Comparison at procedurés for treating lignocellulose to improve its nutrient value. In nuclear Techniquer for assesing and improvement feeds. IAEA. Viena. Austria. pp. 213 - 228.

34. SCHANGOETHE, D.J. 1980. Chemical composition of sunflower splage as influenced by addition of urea, dried whey and sodium hydroxide. Journal of animal science Vol. 50. Number 40. South Dakota State University. E.E.U.U. p. 629 y 628.
35. VAN SOEST, P.J. 1984. Chemical propierties of fibre intrelation to nutritive quality of ammonia treated torages. Animal feed science and technology El senier science publishers B.V. Amsterdam. Priented in the Netherlands, p. 159.
36. VEGA G., J.A. 1989. Efecto de la adición de diferentes dosis de urea en la composición química del ensilado. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. p. 10 - 17.

8. A N E X O S

CUADRO A-1 : Características de las variedades de Rastrojos de Arroz,
Maíz y Ajonjolí utilizados en el ensayo.

CONCEPTOS	V A R I E D A D E S		
	ARROZ CENTA A-1	MAIZ H-5	AJONJOLI VENEZUELA 51
ALTURA PLANTA	90 - 100 cm	260 cm	-----
AMACOYAMIENTO	BUENO	-----	-----
RAMIFICACION	-----	-----	NULA
CICLO VEGETATIVO	130 días	110	100
CANTIDAD DE FRUTO POR AXILA	-----	-----	TRES
ACAME	MODERADO	TOLERANTE	-----
COLOR GRANO	-----	BLANCO	-----
COLOR DE PLANTA AL MADURAR	-----	-----	AMARILLO
RESISTENCIA AL DES- GRANE	TOLERANTE	-----	-----
DIAS A FLOR	90 - 100	57	-----
FORMAS DE HOJAS	-----	-----	LACEOLADAS
PUBESCENCIA	-----	-----	GLABRA
TIPO DE GRANO	-----	DENTADO	-----
TIPO DESARROLLO	-----	-----	UN SOLO EJE
ALTURA MAZORCA	-----	159 cm.	-----
RENDIMIENTO	80 qq/mz	60 qq/mz	0.91 Tn/Ha

FUENTE : (5, 6, 7).

CUADRO A-2 : Cantidades de agua y urea adicionadas a cada rastrojo según el porcentaje de humedad

CANTIDAD	MAIZ	ARROZ	AJONJOLI
RASTROJO (Kgs)	1.1	1.1	1.1
AGUA (Kgs)	0.625	0.618	0.578
UREA (Kgs)	0.0894	0.088	0.0826
HUMEDAD (%)	9.13	9.67	12.53
HUMEDAD DEL TRA- TAMIENTO (%)	40.0	40.0	40.0

CUADRO A-3 ANVA : INCREMENTO DE PROTEINA

F. DE V.	G.L.	S.C.	C. M.	F. CAL.	F. (TABLAS)
A. RASTROJOS	2	424.12	212.061	398.61**	0.001
B. TIEMPO	1	8.27	8.270	15.54**	0.001
INTERACCION A x B	2	0.52	0.261	0.50 ^{N.S.}	
ERROR	12	6.39	0.532		
TOTAL	17				

CV : 7.18 % ** : Altamente significativa

N.S.: No significativa

CUADRO A-4 : PRUEBA DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN.

RASTROJOS	48 hrs.	72 Hrs.	\bar{X}
MAIZ	4.89 ^d	3.787 ^d	4.34 ^c
ARROZ	10.49 ^c	9.370 ^c	9.93 ^b
AJONJOLI	17.14 ^a	15.303 ^b	16.22 ^a
\bar{X}	10.84 ^a	9.487 ^b	10.16

a, b, c, d : Medias con distinta letra dentro de fila son diferentes estadísticamente

(P \leq 0.05).

CUADRO A-5 ANVA : NITROGENO ADHERIDO A PARED CELULAR

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. CAL.	F. TABLAS
A. RASTROJO	2	8.54	4.27	15.62**	0.000
B. TIEMPO	1	33.21	33.21	121.48**	0.000
INTERACCION A x B	2	13.42	6.71	24.55*	
ERROR	12	3.28	0.27		
TOTAL :	17				

C.V. : 28.36 %

* : Significativa

** : Altamente significativa

CUADRO A-6 : PRUEBA DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN

RASTROJOS	48 hrs.	72 hrs.	\bar{X}
MAIZ	2.740 ^b	0.220 ^d	1.480 ^b
ARROZ	1.597 ^c	0.890 ^{cd}	1.243 ^b
AJONJOLI	5.270 ^a	0.347 ^d	2.808 ^a
\bar{X}	3.202 ^a	0.486 ^b	

a, b, c, d : Medidas con distinta letra al lado y de fila

CUADRO A-7 ANVA : FIBRA NEUTRO DETERGENTE

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. CAL.	F. TABAS
A. RASTROJOS	2	240.41	120.206	18.70**	0.000
B. TIEMPO	1	114.71	114.71	17.85**	0.001
INTERAXION AxB	2	60.27	30.137	4.69*	0.031
ERROR	12	77.13	6.428		
TOTAL :	17				

C.V. : 52 - 27 %

* : Significativas

** : Altamente significativa

CUADRO A-8 : PRUEBA MULTIPLE DE DUNCAN

RASTROJOS	48 Hrs.	72 Hrs.	\bar{X}
MAIZ	- 1.707 ^a	6.283 ^b	2.288
ARROZ	10.073 ^b	9.963 ^b	10.018
AJONJOLI	- 1.390 ^a	5.877 ^b	2.243
\bar{X}	2.326 ^a	7.374 ^b	

a, b : Medidas con distinta letra al lado y de fila

CUADRO A-9 : VALORES PROMEDIOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACION DE PROTEINA

TRATAMIENTO		\bar{X} ML GASTADOS	NORMALIDAD	% DE HUMEDAD	\bar{X} % DE NITROGENO	\bar{X} % PROTEINA	\bar{X} DE INCREMENTO
MAIZ	T E S	4.4	0.1117	9.13	0.76	4.73	
ARROZ	T I.	4.0	0.1117	9.67	0.66	3.91	
AJONJOLI	G O S	3.15	0.1117	12.53	0.56	3.52	
	48						
MAIZ	H O	10.43	0.1	5.11	1.54	9.62	4.89
ARROZ	R A	13.03	0.1133	10.44	2.31	14.41	10.49
AJONJOLI	S	18.3	0.1207	6.55	3.31	20.66	17.14
	72						
MAIZ	H O	8.93	0.1	8.33	1.36	8.52	3.78
ARROZ	R A	12.1	0.1133	9.66	2.12	13.27	9.37
AJONJOLI	S	19.6	0.1	8.88	3.01	18.82	15.30

CUADRO A-10 : VALORES PROMEDIOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACION DE NITROGENO ADHERIDO A LA PARED
CELULAR

TRATAMIENTO		\bar{x} ML GASTADOS	NORMALIDAD	% DE HUMEDAD	CANTIDAD MUESTRA (gr)	\bar{x} % PROTEINA	\bar{x} DE INCREMENTO
MAIZ	T E S	1.0	0.025	0.13	0.1	2.41	
ARROZ	T I	0.85	0.025	9.67	0.1	2.06	
AJONJOLI	G O S	0.95	0.025	12.53	0.1	2.38	
	48						
MAIZ	H O	2.23	0.025	5.11	0.1	5.15	2.74
ARROZ	R A	1.48	0.025	10.44	0.1	3.66	1.59
AJONJOLI	S	2.26	0.025	6.55	0.1	7.64	5.26
	72						
MAIZ	H O	1.10	0.025	8.33	0.1	2.63	0.21
ARROZ	R	1.22	0.025	9.67	0.1	2.95	0.89
AJONJOLI	A S	1.13	0.025	8.89	0.1	2.72	0.34

CUADRO A-11 : VALORES PROMEDIOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACION DE FIBRA NEUTRO DETERGENTE

TRATAMIENTOS		\bar{X} PESO FILTRO VACIO	MUESTRA (gr.)	\bar{X} PESO FINAL DEL FILTRO	% DE HUMEDAD	\bar{X} FIBRA (%)	INCREMENTOS PROMEDIOS
MAIZ	T E S	128.67	1	129.48	9.13	89.11	
ARROZ	T I	129.10	1	129.85	9.67	83.59	
AJONJOLI	G O S	134.51	1	135.16	12.53	75.01	
	48						
MAIZ	H O R	131.17	1	132.00	5.11	87.40	1.70
ARROZ	A S	126.45	1	127.29	10.44	93.65	- 10.07
AJONJOLI		127.77	1	128.46	6.55	73.62	1.39
	72						
MAIZ	H O R	130.69	1	131.59	8.33	95.39	- 6.28
ARROZ	A S	129.41	1	130.25	9.66	93.51	- 9.95
AJONJOLI		127.61	1	128.50	8.89	80.89	- 5.87