

# EFFECTOS DE TRATAMIENTO CON HIDROXIDO DE AMONIO Y UREA, HUMEDAD Y TIEMPO EN LA COMPOSICION DE LA PAJA DE FRIJOL

FEDERICO RODRIGUEZ GARZA <sup>1</sup>

JOSE M. ZORRILLA RIOS <sup>1</sup>

CONCEPCION MUÑOZ NAVARRO <sup>1</sup>

LAURA ARELLANO MARTINEZ <sup>1</sup>

## RESUMEN

Se realizó un experimento para determinar los efectos de tratamiento de la paja de frijol negro con 4% de hidróxido de amonio, ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) y con 4% de urea, con niveles de 20 y 40% de humedad y con 7, 21 y 42 días de tratamiento. La combinación de los factores anteriores resultó en 18 tratamientos y de cada uno de ellos se hicieron 3 repeticiones. La paja tratada se colocó en bolsas de plástico que se almacenaron a temperatura ambiente hasta el momento de ser analizadas. El tratamiento con  $\text{NH}_4\text{OH}$  y urea incrementó el contenido de proteína cruda ( $\text{N} \times 6.25$ ) de paja de 3.95 a 10.69 y 11.18%, respectivamente; la humedad y el tiempo no mostraron efecto sobre el contenido de proteína cruda. Las paredes celulares sufrieron una reducción significativa ( $P < .01$ ) tanto por el efecto del tratamiento como los álcalis, como por efecto del tiempo. La hemicelulosa sufrió reducciones muy considerables por efecto del tratamiento 55.9 y

37.9% para el hidróxido de amonio y la urea, respectivamente. La digestibilidad *in situ* de la materia seca y de la materia orgánica se incrementó en 2.3 y 5.5% en el tratamiento con  $\text{NH}_4\text{OH}$  así como con 9.7 y 12.8% en el caso del tratamiento con urea. El nivel de humedad no produjo cambios importantes en la composición de la paja de frijol negro tratada con hidróxido de amonio o con urea, excepto por una pequeña reducción en el pH.

## INTRODUCCION

La utilización de subproductos agrícolas en la alimentación de animales es una de las formas de hacer un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles y reducir en lo posible el uso de cereales para la producción de alimentos de origen animal. En México se estima que la producción de paja de frijol es de 755 mil toneladas por año, utilizándose para la alimentación de ganado el 85% (González y Castañeda, 1983). De acuerdo con Smith y Broster (1977), los resultados de utilizar alimentos fibrosos en ruminantes dependerán de la cantidad y forma físico-química de suministrarlos y de los otros componentes de la dieta. Ruiz *et al* (1980) encontraron

\* Proyecto Cooperativo INIP-CONACYT, No. PCAFBNA—001269.

<sup>1</sup> Departamento de Nutrición Animal. Zona Pacífico INIP-SARH, Av. López Mateos Sur No. 117, Guadalajara, Jal., C.P. 44120.

que el consumo voluntario de paja de frijol en bovinos puede llegar hasta el 2.48% del peso vivo del animal, que su contenido en proteína es muy bajo (4.13%), su contenido de paredes celulares muy alto (68.8%) y su digestibilidad *in vitro* de la materia seca también muy bajo (46%). El tratamiento químico de pajas de cereales ha sido estudiado por un gran número de investigadores (Levy *et al.*, 1977; Mowat, McCoughey y McLeod, 1981; Herrera-Saldaña, Church y Kellems, 1982; Saenger, Lemenager y Hendrix, 1982; Buettner *et al.*, 1982) y se ha detectado que con base en el costo de tratamiento y aporte de nitrógeno son más convenientes los tratamientos con compuestos nitrogenados del tipo del  $\text{NH}_3^+$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  y urea que otros del tipo alcalino como la sosa, potasa, etc. El objetivo de este trabajo es determinar el efecto de tratamiento con  $\text{NH}_4\text{OH}$  y urea, con distintos niveles de humedad y a distintos días pos-tratamiento, sobre la composición de la paja de frijol negro.

## MATERIAL Y METODOS

Se utilizó paja de frijol negro, cultivado en la zona Norte del Estado de Nayarit, en tierras de humedad residual. Se hicieron 18 tratamientos diferentes, de acuerdo a los factores y niveles siguientes: a) sin aditivo nitrogenado, adición de  $\text{NH}_4\text{OH}$  (4% en base seca) y adición de urea (4% en base seca); b) dos niveles de humedad final (20 y 40%); c) tres niveles en tiempo de tratamiento (7, 21 y 42 días); con lo que el arreglo de los tratamientos fue de tipo factorial ( $3 \times 2 \times 3$ ), en todos los casos se hicieron triplicados (repeticiones) de cada tratamiento.

Se utilizaron bolsas de plástico en las que al depositar el material se extrajo el aire utilizando una bomba de vacío. Los compuestos nitrogena-

dos se adicionaron, en bolsa cerrada, en forma de solución acuosa, en concentraciones tales que permitieran tener la composición final establecida en el diseño; al material sin aditivo nitrogenado solamente se le agregó agua. El material preparado se almacenó a temperatura ambiente hasta el momento de analizarlo. Las determinaciones de laboratorio fueron: humedad, proteína cruda y material mineral utilizando las técnicas descritas por la A.O.A.C (1980); fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina permanganato y celulosa por el método descrito por Goering y Van Soest (1970); la hemicelulosa se estimó por diferencia de FDN-FDA; la digestibilidad *in situ* de la materia seca y de la materia orgánica se realizó de acuerdo con las indicaciones de Tejada (1980). Los resultados fueron analizados por medios computarizados utilizando los programas Breakdown y Anova del paquete SPSS (Nie, *et al.*, 1975) y las comparaciones de medias se hicieron con la prueba de diferencia mínima significativa (Steel y Torrie, 1960).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados analizados de las determinaciones se muestran en los Cuadros 1, 2 y 3 para los efectos de tratamiento, humedad y tiempo, respectivamente. El tratamiento con  $\text{NH}_4\text{OH}$  y urea incrementó considerablemente el contenido de proteína cruda ( $N \times 6.25$ ), pero no fue afectada ni por el contenido de humedad ni por el tiempo de tratamiento. Efectos similares han sido informados por un gran número de investigadores que han hecho tratamientos con urea o  $\text{NH}_4\text{OH}$  (Mowat, McCoughey y McLeod, 1981; Herrera-Saldaña, Church y Kellems, 1982; Saenger, Lemenager y Hendrix, 1982; Buettner *et al.*, 1982; Ortega, Catalán y Pérez-Gil, 1983).

CUADRO 1.

EFEECTO DEL TRATAMIENTO CON  $\text{NH}_4\text{OH}$  Y UREA EN LA PAJA DE FRIJOL NEGRO

Fracciones	Testigo	$\text{NH}_4\text{OH}$	Urea	(1)
Materia seca (2)	69.41 ± 10.32	71.24 ± 10.34	69.37 ± 10.53	NS
Proteína cruda	3.95 ± 0.44 <sup>a</sup>	10.69 ± 0.76	11.18 ± 3.57	**
Materia mineral	8.59 ± 0.81	7.99 ± 0.84	8.13 ± 0.68	NS
Fibra D.N.	70.43 ± 3.34 <sup>b</sup>	67.21 ± 2.32 <sup>a</sup>	68.78 ± 2.25 <sup>ab</sup>	**
Fibra D.A.	57.68 ± 1.80 <sup>a</sup>	61.59 ± 2.20 <sup>b</sup>	60.86 ± 2.78 <sup>b</sup>	**
Lignina	11.07 ± 1.59	9.98 ± 2.32	11.07 ± 1.86	NS
Celulosa	45.82 ± 1.70 <sup>a</sup>	50.19 ± 2.44 <sup>b</sup>	48.78 ± 2.03 <sup>b</sup>	**
Hemicelulosa	12.75 ± 4.02 <sup>b</sup>	5.62 ± 3.13 <sup>a</sup>	7.92 ± 3.46 <sup>a</sup>	**
pH	6.77 ± 1.23 <sup>a</sup>	8.94 ± 0.21 <sup>b</sup>	8.69 ± 0.11 <sup>b</sup>	**
Dig. in situ M.S.	52.58 ± 6.61 <sup>a</sup>	53.78 ± 6.61 <sup>ab</sup>	57.67 ± 4.52 <sup>b</sup>	*
Dig. in situ M.O.	51.91 ± 5.24 <sup>a</sup>	54.79 ± 6.59 <sup>ab</sup>	58.58 ± 4.26 <sup>b</sup>	**

Literales distintas en los renglones indican diferencias significativas.

(1) NS = No significativo, \* =  $P < 0.05$  y \*\* =  $P < 0.01$ .

(2) Medias por tratamiento ± desviación estándar.

CUADRO 2.

EFEECTO DE LA HUMEDAD EN LA PAJA DE FRIJOL NEGRO TRATADA CON  $\text{NH}_4\text{OH}$  Y UREA

	20% DE HUMEDAD			40% DE HUMEDAD			(1)
	Testigo	$\text{NH}_4\text{OH}$	Urea	Testigo	$\text{NH}_4\text{OH}$	Urea	
Materia seca (2)	79.16 ± 2.56 <sup>b</sup>	81.00 ± 1.25 <sup>b</sup>	79.24 ± 1.43 <sup>b</sup>	59.67 ± 2.46 <sup>a</sup>	61.48 ± 3.37 <sup>a</sup>	59.50 ± 3.79 <sup>a</sup>	**
Proteína cruda	3.61 ± 0.23 <sup>a</sup>	10.47 ± 0.61 <sup>c</sup>	14.30 ± 2.17 <sup>d</sup>	4.29 ± 0.31 <sup>a</sup>	10.91 ± 0.85 <sup>c</sup>	8.06 ± 0.72 <sup>b</sup>	**
Materia mineral	8.52 ± 0.61	8.09 ± 0.89	8.21 ± 0.78	8.67 ± 1.00	7.90 ± 0.84	8.06 ± 0.59	NS
Fibra D.N.	70.86 ± 2.32	66.80 ± 1.86	67.87 ± 2.24	70.01 ± 4.24	67.61 ± 2.76	69.70 ± 1.97	NS
Fibra D.A.	57.44 ± 1.41 <sup>a</sup>	61.16 ± 2.92 <sup>ab</sup>	59.61 ± 2.28 <sup>ab</sup>	57.92 ± 2.18 <sup>ab</sup>	62.02 ± 1.29 <sup>b</sup>	62.11 ± 2.77 <sup>b</sup>	**
Lignina	10.90 ± 1.33	10.30 ± 2.23	10.59 ± 2.40	11.23 ± 1.88	9.66 ± 2.50	11.56 ± 1.04	NS
Celulosa	45.91 ± 1.34 <sup>a</sup>	49.67 ± 2.57 <sup>b</sup>	47.57 ± 1.20 <sup>ab</sup>	45.73 ± 2.07 <sup>a</sup>	50.71 ± 2.33 <sup>b</sup>	49.89 ± 2.12 <sup>b</sup>	**
Hemicelulosa	13.41 ± 2.70 <sup>b</sup>	5.64 ± 3.83 <sup>a</sup>	8.26 ± 4.10 <sup>ab</sup>	12.09 ± 5.10 <sup>ab</sup>	5.59 ± 2.47 <sup>a</sup>	7.59 ± 2.88 <sup>ab</sup>	**
pH	7.71 ± 0.95 <sup>b</sup>	8.99 ± 0.21 <sup>c</sup>	8.69 ± 0.11 <sup>c</sup>	5.82 ± 0.54 <sup>a</sup>	8.89 ± 0.21 <sup>c</sup>	8.74 ± 0.90 <sup>c</sup>	**
Dig. in situ M.S.	51.11 ± 7.94 <sup>a</sup>	55.61 ± 6.60 <sup>ab</sup>	57.38 ± 5.64 <sup>b</sup>	54.05 ± 4.98 <sup>ab</sup>	51.94 ± 6.46 <sup>a</sup>	57.97 ± 3.37 <sup>b</sup>	*
Dig. in situ M.O.	50.86 ± 6.13 <sup>a</sup>	57.24 ± 6.51 <sup>b</sup>	58.32 ± 4.37 <sup>b</sup>	52.97 ± 4.28 <sup>ab</sup>	52.34 ± 6.05 <sup>a</sup>	58.33 ± 4.40 <sup>b</sup>	*

Literales distintas en los renglones indican diferencias significativas.

(1) NS = No significativo, \* =  $P < 0.05$  y \*\* =  $P < 0.01$ .

(2) Medias por tratamiento y humedad ± desviación estándar.

CUADRO 3.

EFFECTO DEL TIEMPO EN LA PAJA DE FRIJOL MEGRO TRATADA CON NH<sub>4</sub>OH Y UREA

Fracciones	(2)	7 DIAS	21 DIAS	42 DIAS	(1)
Materia seca		70.17 ± 1.60	70.52 ± 2.16	69.33 ± 3.00	NS
Proteína cruda		8.50 ± 0.74	8.55 ± 1.22	8.77 ± 0.47	NS
Materia mineral		7.96 ± 0.64 <sup>a</sup>	8.62 ± 0.65 <sup>b</sup>	8.14 ± 0.73 <sup>ab</sup>	*
Fibra D.N.		71.02 ± 3.16 <sup>b</sup>	67.83 ± 1.47 <sup>a</sup>	67.56 ± 0.76 <sup>a</sup>	**
Fibra D.A.		59.42 ± 2.04	59.88 ± 2.08	60.83 ± 2.03	NS
Lignina		9.62 ± 1.48 <sup>a</sup>	12.05 ± 1.65 <sup>b</sup>	10.44 ± 0.71 <sup>a</sup>	**
Celulosa		48.61 ± 1.35 <sup>ab</sup>	46.99 ± 1.42 <sup>a</sup>	49.19 ± 1.61 <sup>b</sup>	*
Hemicelulosa		11.60 ± 4.89 <sup>b</sup>	7.94 ± 2.06 <sup>a</sup>	6.74 ± 1.98 <sup>a</sup>	**
pH		8.17 ± 0.46	8.09 ± 0.38	8.14 ± 0.57	NS
Dig. in situ MS		52.26 ± 2.85 <sup>a</sup>	56.67 ± 4.97 <sup>b</sup>	56.16 ± 3.32 <sup>ab</sup>	*
Dig. in situ MO		53.60 ± 2.17	57.26 ± 5.50	54.43 ± 2.79	NS

Literales distintas en los renglones indican diferencias significativas.

(1) NS = No significativo, \* = P < 0.05, \*\* = P < 0.01.

(2) Medias por tiempo de tratamiento ± desviación estándar.

Los factores tratamiento, tanto de NH<sub>4</sub>OH como de urea, y el tiempo produjeron una significativa disminución de las paredes celulares (FDN) 4.6, 2.3, 3.1 y 4.9% en NH<sub>4</sub>OH, urea, 21 días. Este efecto ha sido también detectado por otros investigadores en pajas de cereales (Horton, 1981; Saenger, Lemenager y Hendrix, 1982; Ortega, Catalán y Pérez-Gil, 1983). Contra-

DETERMINACION DE MATERIA SECA

T	Media	**	Desviación estándar
1	80.40	e	2.82
2	78.07	e	3.35
3	79.00	e	1.73
4	62.50	bcd	0.50
5	59.33	ab	1.15
6	57.17	a	1.04
7	81.00	e	0.50
8	81.67	e	2.08
9	80.33	e	0.58
10	58.43	ab	2.38
11	65.33	cb	1.15
12	60.67	abc	1.15
13	78.67	e	1.15
14	80.40	e	1.22
15	78.67	e	1.53
16	60.00	ab	0.00
17	58.33	ab	2.89
18	60.17	ab	6.79

\*\* Literales distintas indican diferencias significativas (P < 0.01)

riamente a lo que informan otros autores (Llamas, Ward y Klopfenstein, 1982; Díaz, Llamas y Gómez, 1983). Al tratar la paja de frijol con amonio y con urea se observó un incremento en la fibra detergente ácido, los incrementos fueron del 6.8 y del 5.5%, respectivamente.

El contenido de hemicelulosa resultó afectado tanto por el tiempo como por el producto utilizado para el

CLAVE DE TRATAMIENTOS

T	Alcali <sup>a</sup>	Humedad	Días
1	NO	20	7
2	NO	20	14
3	NO	20	21
4	NO	40	7
5	NO	40	14
6	NO	40	21
7	NH <sub>4</sub> OH	20	7
8	NH <sub>4</sub> OH	20	14
9	NH <sub>4</sub> OH	20	21
10	NH <sub>4</sub> OH	40	7
11	NH <sub>4</sub> OH	40	14
12	NH <sub>4</sub> OH	40	21
13	UREA	20	7
14	UREA	20	14
15	UREA	20	21
16	UREA	40	7
17	UREA	40	14
18	UREA	40	21

NO = Tratamiento testigo

NH<sub>4</sub>OH = con 4% de Hidróxido de amonio (BS)

Urea = con 4% de urea (BS)

DETERMINACION DE PROTEINA CRUDA

T	Media	**	Desviación estándar
1	3.60	a	0.00
2	3.63	a	0.42
3	3.60	a	0.17
4	4.07	a	0.15
5	4.27	a	0.42
6	4.53	a	0.15
7	9.77	cd	0.15
8	10.90	de	0.44
9	10.73	de	0.40
10	10.17	cde	0.35
11	10.73	de	0.74
12	11.83	ef	0.31
13	16.10	g	1.65
14	13.50	f	2.82
15	13.30	f	0.95
16	7.27	b	0.67
17	8.27	bc	0.06
18	8.63	bc	0.35

\*\* Literales distintas indican diferencias significativas (P < 0.01)

tratamiento; se redujo en un 55.9% en el tratamiento con NH<sub>4</sub>OH y en un 37.9% con urea; el efecto es similar pero en proporción diferente a lo informado en otros trabajos (Díaz, Llamas y Gómez, 1983; Jiménez y Shimada, 1983). La celulosa se incrementó por efecto del tratamiento con NH<sub>4</sub>OH y urea, en una proporción equivalente a la reducción de hemicelulosa.

DETERMINACION DE MATERIA MINERAL

T	Media	**	Desviación estándar
1	8.50	bcdef	0.36
2	8.97	def	0.76
3	8.10	abcde	0.46
4	7.60	abc	1.04
5	9.17	ef	0.51
6	9.23	f	0.25
7	8.33	bcdef	0.84
8	8.33	bcdef	0.67
9	7.60	abc	1.21
10	8.03	abcde	0.30
11	8.60	cdef	0.56
12	7.07	a	0.75
13	7.43	ab	0.06
14	8.70	cdef	0.70
15	8.50	bcdef	0.76
16	7.87	abcd	0.60
17	7.93	abcd	0.67
18	8.37	bcdef	0.61

\*\* Literales distintas indican diferencias significativa (P < 0.05)

La digestibilidad *in situ* de la materia seca y de la materia orgánica se incrementaron por el tratamiento

con NH<sub>4</sub>OH 2.3 y 5.5%, respectivamente y por el tratamiento con urea

DETERMINACION DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO

T	Media	**	Desviación estándar
1	72.20	de	3.34
2	69.77	bcd	2.12
3	70.60	bcde	1.15
4	74.47	e	5.11
5	68.03	abcd	0.95
6	67.53	abc	0.25
7	68.57	abcd	1.60
8	65.10	a	1.25
9	66.73	abc	0.85
10	69.80	bcd	2.62
11	68.47	abcd	0.95
12	64.57	a	0.71
13	70.30	bcde	1.40
14	67.10	abc	1.84
15	66.20	ab	0.92
16	70.77	cde	3.15
17	68.50	abcd	1.30
18	69.87	bcd	0.12

\*\* Literales distintas indican diferencias significativas (P < 0.01)

9.7 y 12.8%, respectivamente. Este efecto en lo general concuerda con lo detectado por otros investigadores acerca de la digestibilidad *in vitro* e *in vivo* de pajas tratadas con compuestos nitrogenados, (Laksesvela, 1981; Llamas, Ward y Klopfenstein, 1982; Díaz, Llamas y Gómez, 1983; Herrera Saldaña, Church y Keliems 1982). Como era de esperarse el pH se incrementó con la adición de amonio y de urea a la paja de frijol.

DETERMINACION DE FIBRA DETERGENTE ACTIVO

T	Media	**	Desviación estándar
1	57.27	a	0.90
2	57.87	ab	0.90
3	57.20	a	2.44
4	57.83	ab	0.64
5	57.13	a	1.83
6	58.80	abc	3.63
7	59.90	abc	4.42
8	60.67	abcd	2.38
9	62.90	cd	1.35
10	62.67	cd	1.35
11	62.37	bcd	0.75
12	61.03	abcd	0.67
13	57.10	a	1.51
14	61.17	abcd	1.88
15	60.57	abcd	0.78
16	61.73	abcd	0.38
17	60.10	abcd	3.47
18	64.50	d	1.91

\*\* Literales distintas indican diferencias significativas (P < 0.01)

DETERMINACION DE LIGNINA

T	Medias	**	Desviación estándar
1	10.93	cdef	1.05
2	10.37	abcdef	2.15
3	11.40	def	0.75
4	12.23	ef	0.42
5	12.17	ef	1.96
6	9.30	abcde	1.31
7	7.87	ab	1.10
8	11.90	ef	2.18
9	11.13	cdef	0.31
10	7.53	a	1.27
11	12.73	f	1.00
12	8.70	abcd	0.26
13	8.40	ab	2.91
14	12.43	f	1.42
15	10.93	cdef	0.40
16	10.77	bcdef	0.81
17	12.70	f	0.44
18	11.20	cdef	0.62

\*\* Literales distintas indican diferencias significativas (P < 0.01)

DETERMINACION DE DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA

T	Medias	**	Desviación estándar
1	49.27	abc	4.50
2	60.17	f	4.71
3	43.90	a	2.00
4	52.70	cde	2.95
5	58.50	def	2.82
6	50.97	abcd	5.98
7	50.57	abcd	2.01
8	55.43	cdef	9.34
9	60.83	f	1.99
10	49.70	abc	3.63
11	46.47	ab	1.33
12	59.67	ef	3.14
13	51.07	abcd	1.50
14	59.80	ef	5.04
15	61.27	f	2.91
16	53.93	bcdf	0.59
17	59.63	ef	1.97
18	60.33	f	2.06

\*\* Literales distintas indican diferencias significativas (P < 0.01)

DETERMINACION DE CELULOSA

T	Medias	**	Desviación estándar
1	45.30	abc	0.61
2	46.07	abc	2.11
3	46.37	abcd	1.19
4	44.97	ab	0.51
5	44.20	a	0.82
6	48.03	bcde	1.99
7	51.50	fgh	1.93
8	47.13	abcd	2.10
9	50.37	efgh	1.72
10	53.37	h	0.90
11	48.37	cdef	0.59
12	50.40	efg	1.25
13	47.03	abcd	1.94
14	47.87	bcde	0.50
15	48.10	bcde	0.92
16	49.47	defg	1.42
17	48.33	cdef	1.40
18	51.87	gh	2.05

\*\* Literales distintas indican diferencias significativas (P < 0.01)

DETERMINACION DE DIGESTIBILIDAD DE MATERIA ORGANICA

T	Medias	**	Desviación estándar
1	51.87	abcd	4.04
2	56.87	cdef	0.70
3	43.83	a	1.94
4	52.30	bcd	0.96
5	57.53	def	1.19
6	49.07	abc	4.01
7	54.23	cde	1.50
8	58.67	def	11.93
9	58.83	def	2.15
10	53.97	cde	2.60
11	45.13	ab	1.27
12	57.93	def	3.02
13	54.43	de	0.40
14	51.50	ef	5.41
15	59.03	def	2.90
16	54.73	cde	1.38
17	63.87	f	2.51
18	57.90	def	2.17

\*\* Literales distintas indican diferencias significativas (P < 0.01)

DETERMINACION DE pH

T	Medias	**	Desviación estándar
1	7.07	bc	0.81
2	7.63	cd	0.11
3	8.43	de	1.22
4	6.17	ab	0.57
5	5.60	a	0.53
6	5.70	a	0.53
7	9.20	e	6.17
8	9.00	e	0.00
9	3.77	e	0.11
10	9.07	e	3.15
11	9.37	e	0.23
12	3.73	e	0.32
13	8.67	e	0.06
14	8.73	e	0.06
15	8.53	de	0.06
16	8.83	e	0.06
17	8.70	e	0.00
18	8.70	e	0.10

\*\* Literales distintas indican diferencias significativas (P < 0.01)

DETERMINACION DE HEMICELULOSA

T	Medias	**	Desviación estándar
1	14.93	ef	4.07
2	11.90	cdef	2.02
3	13.40	de	1.30
4	16.63	f	5.73
5	10.90	bcdef	2.60
6	5.73	abcde	3.83
7	8.67	abcde	5.56
8	4.43	ab	1.96
9	3.83	a	1.51
10	7.13	abcd	3.36
11	6.10	abc	1.70
12	3.53	a	0.96
13	13.20	def	2.38
14	5.93	abc	1.59
15	5.63	abc	1.24
16	9.03	abcde	3.52
17	6.40	abcde	2.38
18	5.33	abc	1.96

\*\* Literales distintas indican diferencias significativas (P < 0.01)

## SUMMARY

An experiment was conducted to determine the effect of 4%  $\text{NH}_4\text{OH}$  and 4% urea treatments, moisture levels of 20 and 40% and 7, 21 and 42 days of treatment in the chemical composition of black bean straw. The combination of the above factors resulted in 18 treatments; three replicates for each treatment were prepared and analyzed. Treated straw was placed into plastic bags and stored at room temperature until analysis. The results showed that  $\text{NH}_4\text{OH}$  and urea increased the crude protein (N x 6.25) content of the straw from 3.95 upto 10.69 and 11.18%, respectively. Moisture level and time of treatment did not show any effect in the protein content of the straw. Cell walls were significantly ( $P < .01$ ) reduced by  $\text{NH}_4\text{OH}$  and urea treatment and by time. Hemicellulose was considerably reduced, 55.9 and 37.9%, by treatment with  $\text{NH}_4\text{OH}$  and urea, respectively; time effect was also detected. **In situ** digestibility of dry matter and organic matter increased 2.3 and 5.5% by  $\text{NH}_4\text{OH}$  treatment and 9.7 and 12.8% by urea treatment. Excepting a little reduction in the pH, moisture level did not affect chemical composition of black bean straw treated with  $\text{NH}_4\text{OH}$  or urea.

## LITERATURA CITADA

- A.O.A.C., 1980. Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, 13th ed. Washington, D. C.
- BUETTNER, M.R., V.L. LECHTENBERG, K.S. HENDRIX and J.M. HERTEL, 1982. Composition and digestion of ammoniated tall fescue (*festuca arundinabaea schreb*) hay. *J. Anim. Sci.*, 54:173.
- DIAZ, N.T., G. LLAMAS y R. GOMEZ, 1983. Paja de trigo tratada con  $\text{NH}_4\text{OH}$  en gas y dos fuentes de energía para novillos en crecimiento. **Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México**, INIP-SARH, México, D. F.
- GOERING, H.K. and P.J. Van SOEST, 1970. Forage fiber analysis. Agriculture handbook No. 379, Agricultural Research Service, USDA; Washington, D. C., 20402, U.S.A.
- GONZALEZ, P.E. y E.A. CASTAÑEDA, 1983. Los esquilmos agrícolas y su uso en la producción pecuaria. Mimemografiado, D.G.A. F.-SARH. México, D. F.
- HERRERA-SALDAÑA, R., D.C. CHURCH and R. O. KELLEMS, 1982. The effect of ammonia-treatment on intake and nutritive value of wheat straw. *J. Anim. Sci.* 54:603.
- HORTON, G.M.J., 1981. Composition and digestibility of cellwall components in cereal straws after treatment with anhydrous ammonia. *Can. J. Anim. Sci.*, 61:4.
- JIMENEZ, D.A. y A.S. SHIMADA, 1983. Comportamiento del borrego pelibuey en crecimiento alimentado a base de rastrojo de maíz tratado con álcalis ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{NaOH}$ , Urea). **Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México**, INIP-SARH, México, D. F.
- LAKSEVELA, B.A., 1981. A note on the use of whole, moist barley treated with ammonia as a feed supplement for sheep. *Anim. Prod.* 32:231.
- LEVY, D., Z. HOLZER, H. NEUMARK and Y. FOLMAN, 1977. Chemical processing of wheat straw and cotton by products for fattening cattle 1.- Performance of animals receiving the wet material shortly after treatment, *Anim. Prod.*, 25:27.
- LLAMAS, L.G., J.K. WARD y T. J. KLOPFENSTEIN, 1982. Tratamiento de paja de trigo con amoníaco gaseoso y su efecto en la digestibilidad **in vivo** con borregos y en el comportamiento de vacas gestantes. **Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México** INIP-SARH, México, D. F.
- MOWAT, D.N., P. McCAUGHEY and G.K. Macleod, 1981. Ammonia or urea treatment of whole high moisture shelled corn. *Can. J. Anim. Sci.* 61:703.
- NIE, N.H., C.H. HULL, J.G. JENKINS, K. STEINBRENNER and D.M. BENT, 1975. **Statistical Package for the social sciences**, 2nd. ed. McGraw-Hill. INC. U.S.A.
- ORTEGA, M.E., A. CATALAN y R.F. PEREZ-GIL, 1983. Efecto de la adición de urea o sulfato de amonio sobre la composición

química del rastrojo de maíz. **Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México**, INIP-SARH, México, D. F.

RUIZ, M.E., R. OLIVO, A. RUIZ y J. FARGAS, 1980. Desarrollo de subsistemas de alimentación de bovinos con rastrojo de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.). 1.- Disponibilidad, composición y consumo del rastrojo de frijol. **Turrialba**, 30:49.

SAENGER, P.F., R.P. LEMENAGER and K.S. HENDRIX, 1982. Anhydrous ammonia treatment of corn stover and its effects on digestibility, intake and performance of beef cattle. **J. Anim. Sci.**, 54:419.

SMITH, T. and N.H. BROSTER, 1977. The use

of poor quality fibrous sources of energy by young cattle. **World review of animal production**, 13:49.

STEEL, R.G.D. and J.H. TORRIE, 1960. Principles and procedures of statistics. **McGraw-Hill Book Company**, INC New York, U.S.A.

TEJADA, H.I., 1980. Digestibilidad *in situ* e *in vitro*, Capítulo IV del **Manual de Técnicas de Investigación en Nutrición de Rumiantes**, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias - S.A.R.H., México, D. F.

TEJADA, H.I., 1983. Manual de laboratorio para análisis de los ingredientes utilizados en la alimentación animal. **PAIPEME-INIP**, México, D. F.