

T
639.08552
M528
Ej. 1

. II .

EFFECTO DEL HIDROXIDO DE SODIO Y LA UREA EN EL ENSILAJE
DE TRES SUBPRODUCTOS AGRICOLAS

Por

FEDRO MELO CORDOBA
GERARDO RUIZ DE LOS RIOS

"Las ideas y conclusiones contenidas en la
Tesis de Grado, son de responsabilidad
exclusiva de sus autores."

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

Tesis de Grado presentada como requisito parcial
para optar al título de

ZOOTECNISTA

Facultad de Zootecnia
Campus

Presidente de Tesis

SEGUNDO E. BENAVIDES CABRERA, I.A., N. Sc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE ZOOTECNIA
PASTO - COLOMBIA

1982

T
639.08552
M528
Ej. 1

A LOS SACRIFICIOS DE MI ESPOSA
"Las ideas y conclusiones aportadas en la
Tesis de Grado, son de responsabilidad ex-
clusiva de sus autores". PADRES

A MIS HERMANOS Y AMIGOS

Artículo lo. del Acuerdo No. 324 de Octu -
bre 11 de 1966, emanado del Honorable Con-
sejo Directivo de la Universidad de Nariño.

DEDICADO

PEDRO HENAO GONZALEZ

A LOS SACRIFICIOS DE MI ESPOSA

A MIS HIJAS ROCIO Y YAZMIN

A LOS ESFUERZOS DE MIS PADRES

A MIS HERMANOS Y AMIGOS

A LA FAMILIA DAZA CHAMORRO

A MI PUEBLO

DEDICO :

PEDRO MELO CORDOBA

1.1	Introducción	1
1.2	Revisión de Literatura	2
1.3	1.3.1 Importancia de las formigas	3
1.3.2	AGRADECIMIENTOS A :	4
1.3.3	El castigo	5
1.3.4	El castigo	6
1.3.5	El castigo	7
1.3.6	El castigo	8
1.3.7	El castigo	9
1.3.8	El castigo	10
1.3.9	El castigo	11
1.3.10	El castigo	12
1.3.11	El castigo	13
1.3.12	El castigo	14
1.3.13	El castigo	15
1.3.14	El castigo	16
1.3.15	El castigo	17
1.3.16	El castigo	18
1.3.17	El castigo	19
1.3.18	El castigo	20
1.3.19	El castigo	21
1.3.20	El castigo	22
1.3.21	El castigo	23
1.3.22	El castigo	24
1.3.23	El castigo	25
1.3.24	El castigo	26
1.3.25	El castigo	27
1.3.26	El castigo	28
1.3.27	El castigo	29
1.3.28	El castigo	30
1.3.29	El castigo	31
1.3.30	El castigo	32
1.3.31	El castigo	33
1.3.32	El castigo	34
1.3.33	El castigo	35
1.3.34	El castigo	36
1.3.35	El castigo	37
1.3.36	El castigo	38
1.3.37	El castigo	39
1.3.38	El castigo	40
1.3.39	El castigo	41
1.3.40	El castigo	42
1.3.41	El castigo	43
1.3.42	El castigo	44
1.3.43	El castigo	45
1.3.44	El castigo	46
1.3.45	El castigo	47
1.3.46	El castigo	48
1.3.47	El castigo	49
1.3.48	El castigo	50
1.3.49	El castigo	51
1.3.50	El castigo	52
1.3.51	El castigo	53
1.3.52	El castigo	54
1.3.53	El castigo	55
1.3.54	El castigo	56
1.3.55	El castigo	57
1.3.56	El castigo	58
1.3.57	El castigo	59
1.3.58	El castigo	60
1.3.59	El castigo	61
1.3.60	El castigo	62
1.3.61	El castigo	63
1.3.62	El castigo	64
1.3.63	El castigo	65
1.3.64	El castigo	66
1.3.65	El castigo	67
1.3.66	El castigo	68
1.3.67	El castigo	69
1.3.68	El castigo	70
1.3.69	El castigo	71
1.3.70	El castigo	72
1.3.71	El castigo	73
1.3.72	El castigo	74
1.3.73	El castigo	75
1.3.74	El castigo	76
1.3.75	El castigo	77
1.3.76	El castigo	78
1.3.77	El castigo	79
1.3.78	El castigo	80
1.3.79	El castigo	81
1.3.80	El castigo	82
1.3.81	El castigo	83
1.3.82	El castigo	84
1.3.83	El castigo	85
1.3.84	El castigo	86
1.3.85	El castigo	87
1.3.86	El castigo	88
1.3.87	El castigo	89
1.3.88	El castigo	90
1.3.89	El castigo	91
1.3.90	El castigo	92
1.3.91	El castigo	93
1.3.92	El castigo	94
1.3.93	El castigo	95
1.3.94	El castigo	96
1.3.95	El castigo	97
1.3.96	El castigo	98
1.3.97	El castigo	99
1.3.98	El castigo	100

SEGUNDO E. BENAVIDES G., I.A., M. Sc.

ENCIO LEGARDA E., I.A., M. Sc.

A MIS PADRES MAX GALLARDO LOPEZ, I.A.

A MI ESPOSA IGNACIO ESCANDON, T.L.

A MIS HIJAS JOSE ANTONIO RUIZ

JORGE CORTES

LUCY AGUILERA RIASCOS

La Facultad de Zootecnia de la Universidad de Nariño.

DEDICO : una u otra for-
GERARDO RUIZ DE LOS RIOS
ma colaboradora en el desarrollo del
presente trabajo.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCION	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	2
	2.1. Agradecimientos a los señores	2
	2.2. El cultivo	3
	2.3. El cultivo	4
	2.4. El cultivo	5
	2.5. El cultivo	6
	2.6. El cultivo	7
	2.7. El cultivo	8
	2.8. El cultivo	9
	2.9. El cultivo	10
	2.10. El cultivo	11
	2.11. El cultivo	12
	2.12. El cultivo	13
	2.13. El cultivo	14
	2.14. El cultivo	15
	2.15. El cultivo	16
	2.16. El cultivo	17
	2.17. El cultivo	18
	2.18. El cultivo	19
	2.19. El cultivo	20
	2.20. El cultivo	21
	2.21. El cultivo	22
	2.22. El cultivo	23
	2.23. El cultivo	24
	2.24. El cultivo	25
	2.25. El cultivo	26
	2.26. El cultivo	27
	2.27. El cultivo	28
	2.28. El cultivo	29
	2.29. El cultivo	30
	2.30. El cultivo	31
	2.31. El cultivo	32
	2.32. El cultivo	33
	2.33. El cultivo	34
	2.34. El cultivo	35
	2.35. El cultivo	36
	2.36. El cultivo	37
	2.37. El cultivo	38
	2.38. El cultivo	39
	2.39. El cultivo	40
	2.40. El cultivo	41
	2.41. El cultivo	42
	2.42. El cultivo	43
	2.43. El cultivo	44
	2.44. El cultivo	45
	2.45. El cultivo	46
	2.46. El cultivo	47
	2.47. El cultivo	48
	2.48. El cultivo	49
	2.49. El cultivo	50
	2.50. El cultivo	51
	2.51. El cultivo	52
	2.52. El cultivo	53
	2.53. El cultivo	54
	2.54. El cultivo	55
	2.55. El cultivo	56
	2.56. El cultivo	57
	2.57. El cultivo	58
	2.58. El cultivo	59
	2.59. El cultivo	60
	2.60. El cultivo	61
	2.61. El cultivo	62
	2.62. El cultivo	63
	2.63. El cultivo	64
	2.64. El cultivo	65
	2.65. El cultivo	66
	2.66. El cultivo	67
	2.67. El cultivo	68
	2.68. El cultivo	69
	2.69. El cultivo	70
	2.70. El cultivo	71
	2.71. El cultivo	72
	2.72. El cultivo	73
	2.73. El cultivo	74
	2.74. El cultivo	75
	2.75. El cultivo	76
	2.76. El cultivo	77
	2.77. El cultivo	78
	2.78. El cultivo	79
	2.79. El cultivo	80
	2.80. El cultivo	81
	2.81. El cultivo	82
	2.82. El cultivo	83
	2.83. El cultivo	84
	2.84. El cultivo	85
	2.85. El cultivo	86
	2.86. El cultivo	87
	2.87. El cultivo	88
	2.88. El cultivo	89
	2.89. El cultivo	90
	2.90. El cultivo	91
	2.91. El cultivo	92
	2.92. El cultivo	93
	2.93. El cultivo	94
	2.94. El cultivo	95
	2.95. El cultivo	96
	2.96. El cultivo	97
	2.97. El cultivo	98
	2.98. El cultivo	99
	2.99. El cultivo	100
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	101
	3.1. Los materiales	101
	3.2. Los métodos	102
	3.3. Preparación del material	103
	3.3.1. Fuente de cultivo	103
	3.4. Estado experimental	104
	3.5. Estado del cultivo	105
	3.5.1. Selección del cultivo	105
	3.5.2. Selección del cultivo	106
	3.6. Selección del cultivo	107
	3.6.1. Selección del cultivo	107
	3.6.2. Selección del cultivo	108
	3.7. Selección del cultivo	109
	3.7.1. Selección del cultivo	109
	3.7.2. Selección del cultivo	110
	3.8. Selección del cultivo	111
	3.9. Selección del cultivo	112
	3.10. Selección del cultivo	113
	3.11. Selección del cultivo	114
	3.12. Selección del cultivo	115
	3.13. Selección del cultivo	116
	3.14. Selección del cultivo	117
	3.15. Selección del cultivo	118
	3.16. Selección del cultivo	119
	3.17. Selección del cultivo	120
	3.18. Selección del cultivo	121
	3.19. Selección del cultivo	122
	3.20. Selección del cultivo	123
	3.21. Selección del cultivo	124
	3.22. Selección del cultivo	125
	3.23. Selección del cultivo	126
	3.24. Selección del cultivo	127
	3.25. Selección del cultivo	128
	3.26. Selección del cultivo	129
	3.27. Selección del cultivo	130
	3.28. Selección del cultivo	131
	3.29. Selección del cultivo	132
	3.30. Selección del cultivo	133
	3.31. Selección del cultivo	134
	3.32. Selección del cultivo	135
	3.33. Selección del cultivo	136
	3.34. Selección del cultivo	137
	3.35. Selección del cultivo	138
	3.36. Selección del cultivo	139
	3.37. Selección del cultivo	140
	3.38. Selección del cultivo	141
	3.39. Selección del cultivo	142
	3.40. Selección del cultivo	143
	3.41. Selección del cultivo	144
	3.42. Selección del cultivo	145
	3.43. Selección del cultivo	146
	3.44. Selección del cultivo	147
	3.45. Selección del cultivo	148
	3.46. Selección del cultivo	149
	3.47. Selección del cultivo	150
	3.48. Selección del cultivo	151
	3.49. Selección del cultivo	152
	3.50. Selección del cultivo	153
	3.51. Selección del cultivo	154
	3.52. Selección del cultivo	155
	3.53. Selección del cultivo	156
	3.54. Selección del cultivo	157
	3.55. Selección del cultivo	158
	3.56. Selección del cultivo	159
	3.57. Selección del cultivo	160
	3.58. Selección del cultivo	161
	3.59. Selección del cultivo	162
	3.60. Selección del cultivo	163
	3.61. Selección del cultivo	164
	3.62. Selección del cultivo	165
	3.63. Selección del cultivo	166
	3.64. Selección del cultivo	167
	3.65. Selección del cultivo	168
	3.66. Selección del cultivo	169
	3.67. Selección del cultivo	170
	3.68. Selección del cultivo	171
	3.69. Selección del cultivo	172
	3.70. Selección del cultivo	173
	3.71. Selección del cultivo	174
	3.72. Selección del cultivo	175
	3.73. Selección del cultivo	176
	3.74. Selección del cultivo	177
	3.75. Selección del cultivo	178
	3.76. Selección del cultivo	179
	3.77. Selección del cultivo	180
	3.78. Selección del cultivo	181
	3.79. Selección del cultivo	182
	3.80. Selección del cultivo	183
	3.81. Selección del cultivo	184
	3.82. Selección del cultivo	185
	3.83. Selección del cultivo	186
	3.84. Selección del cultivo	187
	3.85. Selección del cultivo	188
	3.86. Selección del cultivo	189
	3.87. Selección del cultivo	190
	3.88. Selección del cultivo	191
	3.89. Selección del cultivo	192
	3.90. Selección del cultivo	193
	3.91. Selección del cultivo	194
	3.92. Selección del cultivo	195
	3.93. Selección del cultivo	196
	3.94. Selección del cultivo	197
	3.95. Selección del cultivo	198
	3.96. Selección del cultivo	199
	3.97. Selección del cultivo	200
	3.98. Selección del cultivo	201
	3.99. Selección del cultivo	202
	3.100. Selección del cultivo	203
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	204
	4.1. Importancia química de los subproductos	204
	4.2. Estado de los conocimientos	205
	4.3. Estado de los conocimientos	206
	4.4. Estado de los conocimientos	207
	4.5. Estado de los conocimientos	208
	4.6. Estado de los conocimientos	209
	4.7. Estado de los conocimientos	210
	4.8. Estado de los conocimientos	211
	4.9. Estado de los conocimientos	212
	4.10. Estado de los conocimientos	213
	4.11. Estado de los conocimientos	214
	4.12. Estado de los conocimientos	215
	4.13. Estado de los conocimientos	216
	4.14. Estado de los conocimientos	217
	4.15. Estado de los conocimientos	218
	4.16. Estado de los conocimientos	219
	4.17. Estado de los conocimientos	220
	4.18. Estado de los conocimientos	221
	4.19. Estado de los conocimientos	222
	4.20. Estado de los conocimientos	223
	4.21. Estado de los conocimientos	224
	4.22. Estado de los conocimientos	225
	4.23. Estado de los conocimientos	226
	4.24. Estado de los conocimientos	227
	4.25. Estado de los conocimientos	228
	4.26. Estado de los conocimientos	229
	4.27. Estado de los conocimientos	230
	4.28. Estado de los conocimientos	231
	4.29. Estado de los conocimientos	232
	4.30. Estado de los conocimientos	233
	4.31. Estado de los conocimientos	234
	4.32. Estado de los conocimientos	235
	4.33. Estado de los conocimientos	236
	4.34. Estado de los conocimientos	237
	4.35. Estado de los conocimientos	238
	4.36. Estado de los conocimientos	239
	4.37. Estado de los conocimientos	240
	4.38. Estado de los conocimientos	241
	4.39. Estado de los conocimientos	242
	4.40. Estado de los conocimientos	243
	4.41. Estado de los conocimientos	244
	4.42. Estado de los conocimientos	245
	4.43. Estado de los conocimientos	246
	4.44. Estado de los conocimientos	247
	4.45. Estado de los conocimientos	248
	4.46. Estado de los conocimientos	249
	4.47. Estado de los conocimientos	250
	4.48. Estado de los conocimientos	251
	4.49. Estado de los conocimientos	252
	4.50. Estado de los conocimientos	253
	4.51. Estado de los conocimientos	254
	4.52. Estado de los conocimientos	255
	4.53. Estado de los conocimientos	256
	4.54. Estado de los conocimientos	257
	4.55. Estado de los conocimientos	258
	4.56. Estado de los conocimientos	259
	4.57. Estado de los conocimientos	260
	4.58. Estado de los conocimientos	261
	4.59. Estado de los conocimientos	262
	4.60. Estado de los conocimientos	263
	4.61. Estado de los conocimientos	264
	4.62. Estado de los conocimientos	265
	4.63. Estado de los conocimientos	266
	4.64. Estado de los conocimientos	267
	4.65. Estado de los conocimientos	268
	4.66. Estado de los conocimientos	269
	4.67. Estado de los conocimientos	270
	4.68. Estado de los conocimientos	271
	4.69. Estado de los conocimientos	272
	4.70. Estado de los conocimientos	273
	4.71. Estado de los conocimientos	274
	4.72. Estado de los conocimientos	275
	4.73. Estado de los conocimientos	276
	4.74. Estado de los conocimientos	277
	4.75. Estado de los conocimientos	278
	4.76. Estado de los conocimientos	279
	4.77. Estado de los conocimientos	280
	4.78. Estado de los conocimientos	281
	4.79. Estado de los conocimientos	282
	4.80. Estado de los conocimientos	283
	4.81. Estado de los conocimientos	284
	4.82. Estado de los conocimientos	285
	4.83. Estado de los conocimientos	286
	4.84. Estado de los conocimientos	287
	4.85. Estado de los conocimientos	288
	4.86. Estado de los conocimientos	289
	4.87. Estado de los conocimientos	290
	4.88. Estado de los conocimientos	291
	4.89. Estado de los conocimientos	292
	4.90. Estado de los conocimientos	293
	4.91. Estado de los conocimientos	294
	4.92. Estado de los conocimientos	295
	4.93. Estado de los conocimientos	296
	4.94. Estado de los conocimientos	297
	4.95. Estado de los conocimientos	298
	4.96. Estado de los conocimientos	299
	4.97. Estado de los conocimientos	300
	4.98. Estado de los conocimientos	301
	4.99. Estado de los conocimientos	302
	4.100. Estado de los conocimientos	303

CONTENIDO

Pág.

	Pág.
4.2.3 Digestibilidad verdadera de la materia seca	40
4.3 Efecto de los subtratamientos y de la interacción	40
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	3
2.1 Composición de los forrajes	5
2.2 Los silos	6
2.3 El ensilaje	9
2.4 La melaza	10
2.5 La úrea	13
2.6 El hidróxido de sodio	15
VII. MATERIALES Y METODOS	15
3.1 Los subproductos	15
3.2 Los silos	17
3.3 Preparación del material	17
3.3.1 Dosis de aditivos	19
3.4 Diseño experimental	19
3.5 Etapas del ensilaje	19
3.5.1 Iniciación del ensilaje	19
3.5.2 Obtención del ensilaje	20
3.6 Análisis del ensilaje	20
3.6.1 Determinación de proteína	20
3.6.2 Determinación de fibra	22
3.7 Análisis estadístico	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	23
4.1 Composición química de los subproductos	23
4.2 Efecto de los tratamientos	23
4.2.1 Proteína	23
4.2.2 Componentes celulares de los ensilajes	30

ILUSTRACIONES

Pág.

4.2.3	Digestibilidad verdadera de la materia seca	34
4.3	Efecto de los subtratamientos y de la interacción	40
FIGURA 1.	Estimación de costos del forraje	40
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
FIGURA 2.	Relación entre tratamientos y el incremento de producción en los subproductos	46
5.1	Conclusiones	46
5.2	Recomendaciones	46
FIGURA 3.	Relación entre tratamientos y el incremento de digestibilidad verdadera de la materia seca en los subproductos	48
VI.	RESUMEN	49
	SUMMARY	49
VII.	BIBLIOGRAFIA	50

ILUSTRACIONES

Pág.
Pág.

TABLA	I.	Composición química de los subproductos a en-	
FIGURA	1.	Esquema del análisis del forraje	21
FIGURA	2.	Relación entre tratamientos y el incremento de proteína en los subproductos	24
FIGURA	3.	Relación entre tratamientos y el incremento de digestibilidad verdadera de la materia seca en los subproductos	38
TABLA	IV.	Prueba de Tukey para proteína, obtenida en el ensilaje de los subproductos bajo los tres tra- tamientos	28
TABLA	V.	Incremento de proteína, expresado en porcenta- je, de los diferentes subproductos ensilados .	29
TABLA	VI.	Componentes celulares (%) del ensilaje de baga cillo de caña de azúcar	31
TABLA	VII.	Componentes celulares (%) del ensilaje de tamo de trigo	32
TABLA	VIII.	Componentes celulares (%) del ensilaje de tusa de maíz	33
TABLA	IX.	Digestibilidad de la materia seca (%) en los subproductos con diferentes tratamientos . . .	35
TABLA	X.	Análisis de variancia del porcentaje de diges- tibilidad de los subproductos ensilados, bajo los diferentes tratamientos	36

TABLAS

Pág.

Pág.

TABLA	XI.	Prueba de Tukey para la digestibilidad verdadera	
TABLA	I.	Composición química de los subproductos a ensilar	16
TABLA	II.	Proteína (%) en los subproductos con diferentes tratamientos	25
TABLA	III.	Análisis de variancia del porcentaje de proteína de los subproductos ensilados, bajo los diferentes tratamientos en un diseño de parcelas divididas	26
TABLA	IV.	Prueba de Tukey para proteína, obtenida en el ensilaje de los subproductos bajo los tres tratamientos	28
TABLA	V.	Incremento de proteína, expresado en porcentaje, de los diferentes subproductos ensilados	29
TABLA	VI.	Componentes celulares (%) del ensilaje de bagacillo de caña de azúcar	31
TABLA	VII.	Componentes celulares (%) del ensilaje de tamo de trigo	32
TABLA	VIII.	Componentes celulares (%) del ensilaje de tusa de maíz	33
TABLA	IX.	Digestibilidad de la materia seca (%) en los subproductos con diferentes tratamientos	35
TABLA	X.	Análisis de variancia del porcentaje de digestibilidad de los subproductos ensilados, bajo los diferentes tratamientos	36

ESENCIO DEL NITROGENIO DE DODIO Y LA UREA EN EL ENSILAJE DE TRES SUBPRODUCTOS AGRICOLAS (*)

TABLA	XI.	Prueba de Tukey para la digestibilidad verdadera de la materia seca, obtenida en el ensilaje de los subproductos bajo los tres tratamientos	37
TABLA	XII.	Incremento de digestibilidad verdadera de la materia seca, expresado en porcentaje, de los diferentes subproductos ensilados	39
TABLA	XIII.	Costo de cada aditivo empleado en los diferentes tratamientos	42
TABLA	XIV.	Costos de cada tratamiento per aumento de proteina y DVMS	43
TABLA	XV.	Comparación de costos de la proteina y DVMS entre los contenidos de la torta de soya y lo obtenido en cada tratamiento	45

1. INTRODUCCION

La condición de los forrajes de mala calidad ofrece una gran cantidad de subproductos, como el rano de trigo, baguillo de cada de arceas, rano de maiz y cuya utilización como forraje para ruminantes está limitada por la baja digestibilidad que presentan. Esta baja digestibilidad se debe a factores químicos-físicos entre los cuales sobresale el grado de lignificación, que impide la acción osimótica de las bacterias del rumen sobre la celulosa.

Mediante el tratamiento químico se ha mejorado el valor nutritivo de la paja y otros forrajes de poca calidad; de esta forma, los materiales lignificados pueden constituir una fuente de energía en la alimentación de ruminantes, especialmente en épocas en que los forrajes de buena calidad son escasos.

(*) Tesis de Grado presentada como requisito parcial para optar al título de Zootecnista, bajo la presidencia de Segundo R. Domínguez Cabrerá, I.A., N. 14.

El EFECTO DEL HIDROXIDO DE SODIO Y LA UREA EN EL ENSILAJE de la urea, es muy bueno DE TRES SUBPRODUCTOS AGRICOLAS (*) cuando el momento de preparar el ensilaje, aumenta el contenido de nitrógeno, para disponer luego de un ensilaje con un nivel superior de proteínas al que tienen los silajes.

Por

Dadas las funciones que desempeña la urea en el proceso de ensilaje, así como la de proporcionar energía a los organismos que contribuyen a la fermentación láctica, se considera conveniente incorporarla en cantidades adecuadas.

PEDRO MELO CORDOBA

GERARDO RUIZ DE LOS RIOS

Con base en los anteriores criterios, los objetivos principales del presente trabajo fueron:

I. INTRODUCCION

1. Evaluar los efectos que producen el hidróxido de sodio más urea

La condición agrícola de Colombia ofrece una gran cantidad de sub-productos, como el tamo de trigo, bagacillo de caña de azúcar, tusa de maíz y cuya utilización como forraje para rumiantes está limitada por la baja digestibilidad que presentan. Esta baja digestibilidad se debe a factores químico-físicos entre los cuales sobresale el grado de lignificación, que impide la acción enzimática de las bacterias del rumen sobre la celulosa.

Mediante el tratamiento químico se ha mejorado el valor nutritivo de la paja y otros forrajes de poca calidad; de esta forma, los materiales lignocelulósicos pueden constituir una fuente de energía en la alimentación de rumiantes, especialmente en épocas en que los forrajes de buena calidad son escasos.

(*) Tesis de Grado presentada como requisito parcial para optar al título de Zootecnista, bajo la presidencia de Segundo E. Benavides Cabrera, I.A., M. Sc.

La posibilidad del mejoramiento protéico que ofrece el uso de la urea, es muy interesante ya que al adicionar este elemento al momento de preparar el ensilaje, aumenta el contenido de nitrógeno, para disponer luego de un ensilaje con un nivel superior de proteína al que tienen normalmente.

El estudio de los forrajes como fuente de nutrientes para el ganado, implica el conocimiento de los principales grupos de sustancias

Dadas las funciones que desempeña la melasa en el proceso de ensilaje, tal como la de proporcionar energía a los organismos que contribuyen a la fermentación láctica, se considera conveniente incorporarla en cantidades adecuadas.

Con base en los anteriores criterios, los objetivos principales del presente trabajo fueron: (1965).

1. Evaluar los efectos que producen el hidróxido de sodio más urea en el ensilaje de tres subproductos agrícolas: la paja de trigo, baga-cillo de caña de azúcar y tusa de maíz.

2. Determinar su efecto en la digestibilidad verdadera de la materia seca, de acuerdo a la fórmula propuesta por Van Soest y Goring (1970).

3. Análisis de costos

La mayoría de las pajas, hortalizas (hojas que cubren la macor-ca de maíz), legumbres y otros forrajes de mala calidad contienen entre 0,3 y 1% de nitrógeno y su digestibilidad es muy baja, según se ha demostrado (1979).

Según se sabe (1974), según se acuerda en decir que, la digestión de la lignocelulosa es probablemente una de las funciones más importantes de la población microbiana del rumen, por cuanto los rumiantes carecen de un sistema secretor de celulosa. Además, la celulosa al ser atacada por los microorganismos en el rumen libera grandes cantidades de energía en forma de ácidos grasos volátiles. Estos ácidos grasos son de extrema impor-

ta y pueden proveer hasta **II. REVISIÓN DE LITERATURA** de energía.

2.1 Composición de los forrajes

Gallivan (1960) y Van Soest (1967) conceptúan que, la digestión -
ción general del valor nutritivo en la mayoría de los forrajes maduros,

se crea sea causada por un incremento en la lignificación, lo cual prote-

El estudio de los forrajes como fuente de nutrientes para ru-
miantes, implica el conocimiento de los principales grupos de sustancias

químicas que están presentes en ese tipo de alimento, siendo los tres
principales constituyentes del tallo, la celulosa, hemicelulosa y ligni-

na que asociadas forman el complejo lignocelulosa; además se sabe que la
celulosa y hemicelulosa se depositan en la pared celular y que durante

el engrosamiento de la pared primaria se inicia la deposición de la lig-
nina que se extiende rápidamente a la lámina media y a la pared secunda-

ria, según explica Wardrop (1965).
El valor nutritivo de los forrajes depende prin-
cipalmente del contenido y deposición de la fibra,

Hungate (1975), manifiesta que la celulosa, siendo un componen-
te primordial de las plantas, representa una de las más grandes fuentes

alimenticias proveedoras de energía. Muchos microorganismos tales como
bacterias, hongos y protozoarios pueden digerir la celulosa y algunos a-

animales superiores incapaces de utilizarla, han desarrollado mecanismos
para hospedar y permitir el crecimiento de microorganismos celulóticos;

este mutualismo permite que ambas especies se beneficien recíprocamente.
De acuerdo a Sullivan, citado por Huertas (1978), la determina-

ción de fibra en la mayoría de las pajas, farfollas (hojas que cubren la mazor-
ca de maíz), bagazos y otros forrajes bastos de mala calidad contienen

entre 0,5 y 1% de nitrógeno y su digestibilidad es muy baja, según asegu-
ra Sundstol (1979).

Marín et al (1974), están de acuerdo en decir que, la digestión
de la lignocelulosa es probablemente una de las funciones más importantes

de la población microbiana del rumen, por cuanto los rumiantes carecen de
un sistema secretor de celulosa. Además, la celulosa al ser atacada por

los microorganismos en el rumen liberan grandes cantidades de energía en
forma de ácidos grasos volátiles. Estos ácidos grasos son de cadena cor-

ta y pueden proveer hasta un 70% del consumo diario de energía.
a la hemicelulosa, a la celulosa y la lignina.

Sullivan (1959) y Van Soest (1967) conceptúan que, la disminu-
ción general del valor nutritivo en la mayoría de los forrajes maduros,
se cree sea causada por un incremento en la lignificación, lo cual prote-
ge a la pared de la célula de los ataques bacteriales y reduce aprovecha-
bilidad por el animal.

La materia seca (M. S.) de los forrajes puede ser dividida en
dos componentes, uno que agrupa a las fracciones de alta disponibilidad
nutritiva que son los contenidos celulares (C.C.) y otros que reúnen a
componentes fibrosos o sea la pared celular (P.C.), de disponibilidad va-
riable. Es indudable que el valor nutritivo de los forrajes depende prin-
cipalmente del contenido y deposición de la fibra.

Parra (1972) manifiesta, además, que el grado de lignificación
de la fibra de las leguminosas es superior al de las gramíneas por cuanto
aquellas tienen contenidos de pared celular bajos y de lignina altos,
mientras que en las gramíneas sucede lo contrario, altos contenidos de
pared celular y valores de lignina bajos.

De acuerdo a Sullivan, citado por Huertas (1978), la determina-
ción de fibra cruda se puede hacer por medio del análisis bromatológico,
usando el sistema Weende; la determinación de fibra por este sistema es
incorrecta puesto que casi la totalidad de la lignina es excluida en la
llamada fibra cruda.

Van Soest (1963), desarrolló un nuevo sistema que reemplazó al
de Weende en el análisis de las fracciones de fibra. En este nuevo
método se utilizan detergentes en dos combinaciones, la fibra insoluble
en la solución neutra, representa el total de la pared celular, que co-
rresponde a lo que puede ser definido nutricionalmente como una fracción
total de la fibra; la disponibilidad nutritiva de la pared celular está

controlada por las características estructurales que encadenan juntamente a la hemicelulosa, a la celulosa y la lignina.

El sistema de análisis químico de forraje ideado por Van Soest según Tilley y Terry, citados por Huertas et al (1978), divide la materia seca en contenido celular y pared celular. El contenido celular está constituido por almidones, azúcares, proteínas, grasas, taninos, ácidos gra - sos, pectinas y pigmentos solubles en agua, componentes que se consideran totalmente digestibles, mientras que el segundo comprende la verdadera fibra total, es de digestibilidad variable e incluye celulosa, hemicelulosa, lignina, sílice, compuestos nitrogenados insolubles y cenizas.

2.2 Los silos

Existen numerosos tipos de silos de acuerdo a las condiciones de la zona y a las del ganadero. Según Cedeño (1975), clasifica a los silos en dos grandes grupos : silos aéreos y silos subterráneos; a los primeros pertenecen el silo torre, bunker y de montón, y a los segundos el silo trinchera, cilíndrico, o de fosa.

Autry et al, citados por Mejía y Pineda (1973), dan a conocer distintos tipos de silos miniatura tales como cajas de madera, jarras de vidrio y aun botellas para leche con buenos resultados, habiéndose decidido ellos por recomendar las jarras de vidrio.

Virtanen citado por Barnett (1957), ha descrito un tipo de va - sija de porcelana con capacidad para 15 a 20 Kg de forraje fresco, que ha desempeñado un gran papel en sus experimentos y puede decirse que los resultados obtenidos fueron de hecho directamente aplicables al campo.

Allen et al, citados por Mejía y Pineda (1973), emplearon silos de concreto de forma circular de 150 cm de diámetro y 90 cm de altura, llenándolos el mismo día con pasto fresco, sacando muestras de material

desde el primer día hasta los 117 días, para exámenes químicos y bacteriológicos.

Es posible obtener datos en cuanto a las transformaciones químicas, bioquímicas y microbiológicas en un silo de laboratorio, lo que sería completamente imposible en la escala agrícola. Se pueden realizar experiencias previas en el laboratorio con pequeñas cantidades de material y después ensayarlas en la práctica; es evidente que, desde el punto de vista investigativo, la economía del material, la rapidez y el uso de aparatos de laboratorio reportan grandes ventajas, según asegura Barnett (1957).

2.3 El ensilaje

El ensilaje se conoce desde 1786 en Italia y en Estados Unidos desde 1873; esta práctica es muy empleada en países productores de leche y carne, especialmente en las regiones maiceras. En Colombia hace bastante tiempo que se conoce pero su empleo ha sido limitado. Es necesario considerar al ensilaje como forraje y no como concentrado; es muy frecuente esta confusión dice Cedeno (1975).

El ensilado Cremasco almacena las plantas cuando han alcanzado un estado de semidesecación, es decir, con una humedad de 30 a 40% aproximadamente. Para ello se procede dejando que la cosecha se seque durante algunas horas, según el estado de la temperatura; después de cortarla se introduce en el silo cuando las células están medio muertas; entonces no tienen más que una actividad respiratoria muy atenuada, justamente la suficiente para desprender la cantidad de gas carbónico para rellenar los intersticios ocupados por el aire atmosférico conceptúan Bretigniere et al (1950).

Watson et al, citados por Barnett (1957) están de acuerdo en 8 reglas básicas que deben tenerse en cuenta antes de ensilar y obtener un buen ensilaje y ellas son :

1. Cosechar el forraje en su mejor estado nutritivo y de mayor rendimiento. Las ensiladas en ensilajes de buena y mala calidad se halló que el número era similar en ambos tipos. Esta observación sugiere que la división.
2. Picar bien el material antes de ensilarlo. El ácido láctico fue neutralizado e convertido a otros compuestos; los electrofilos.
3. Ensilar cuando el contenido de humedad del material esté entre 65 y 72%. La interacción entre las bacterias lácticas y los electrofilos es un factor importante en la preservación del material, enfatiza Hardy (1974). Añadir aditivos como melaza, si el forraje es pobre en carbohidratos.

Los aditivos son una parte importante en la práctica del ensilaje por lo que se debe tener en cuenta la cantidad de aditivo que se debe utilizar.

5. Distribuir bien el forraje dentro del silo, sin dejar espacios vacíos.
6. Apisonar muy bien para excluir todo el aire posible. Los que añaden la masa con carbohidratos fermentables, lo cual promueve la fermentación láctica, ejemplo melazas, cereales triturados, pulso de remolacha y otros.
7. Drenar la base del silo y sus alrededores.
8. Cubrir el silo y sus alrededores.

Los ácidos presentes en el forraje, usualmente son los ácidos minerales, entre ellos el ácido fórmico, el sulfúrico, el clorhídrico y sus compuestos. Gordon et al citados por Mejía y Pineda (1973), encontraron que la calidad del ensilaje producido se podía aumentar mediante un picado bien fino, aunque la capa de aire presente y la densidad fueran constantes. El sulfato de sodio (SO_2) y otros (Gross, 1969).

El número de bacterias, levaduras y enterobacterias presentes en el momento de ensilar sorgo disminuyeron a medida que aumentaba la humedad, dice Hardy (1973).

Gordon et al, citados por Mejía y Pineda (1973), consideran de un modo general que reduciendo la humedad por debajo de 60% mediante marchitamiento, se aumentaba la eficiencia de conservación del ensilaje, calidad química y niveles de consumo de materia seca.

En numerosos estudios llevados a cabo sobre la cantidad de bacterias lácticas encontradas en ensilajes de buena y mala calidad se halló que el número era similar en ambos tipos. Esta observación sugiere que la división celular ocurrió más o menos con la misma intensidad, pero que el ácido láctico fue neutralizado o convertido a otros compuestos; los clostridios son capaces de convertir el ácido láctico en ácido butírico, por lo tanto la interacción entre las bacterias lácticas y los clostridios es un factor importante en la preservación del material, enfatiza Hardy (1973).

Los aditivos son una parte importante en la práctica del ensilaje; por su función se dividen en tres grupos:

- a. Los que enriquecen la masa con carbohidratos fermentecibles, lo cual promueve la fermentación láctica, ejemplo melazas, cereales triturados, pulpa de remolacha y otros, se presentan entre los 17 y 21 días, pero las tres primeras terminan en unos tres días, por lo tanto, al final de las tres semanas, se puede saber si la masa es buena o mala.
 - b. Acidificantes, que suben rápidamente la acidez del forraje; usuales son los ácidos minerales, entre ellos el ácido fórmico, el sulfúrico, el clorhídrico y sus compuestos.
 - c. Los inhibidores de procesos biológicos indeseables; se usan metasulfito de sodio (SO_2) y otros (Gross, 1969).
- Según Barnett (1957), en un material bien ensilado, preparado sin adición de sustancias, los cambios se presentan de acuerdo a las siguientes fases:

1. La respiración continua de las células vegetales da como resultado la producción de dióxido de carbono, la utilización de hidratos de carbono sencillos y un exceso de agua que fluye de la masa como consecuencia de estos acontecimientos bioquímicos y de la compresión mecánica, el forraje deberá tener alto contenido de azúcar, el aire habrá

cánica del forraje. Estos hechos van acompañados de desprendimiento de calor.

añadir es posible conseguirlo sobre todo en sorgos y maíz y cuando el forraje carece de un contenido elevado de azúcar, el agregado de melaza de caña.

2. La producción de ácido acético en pequeñas cantidades por organismos del grupo coli y otros; esta fase es de corta duración.

La mayor parte del valor nutritivo de la melaza que se añade, permanece en el forraje.

3. La iniciación de una fermentación láctica, que depende de la actividad de los fermentos de ácido láctico, lactobacilos y estreptococos, sobre hidratos de carbono adecuados.

La mayor parte del valor nutritivo de la melaza que se añade, permanece en el forraje.

4. Esta fase es una etapa de reposo en la masa, durante la cual la producción de ácido láctico pasa por un máximo y sigue constante en 1 a 1,5% del material fresco, manteniéndose un pH constante inferior a 4,2.

los de pastos y gramíneas, requieren entre 4,5 y 6,5 Kg de melaza por tonelada de forraje verde ensilado o de 100 a 150 Kg de maíz con una molida por tonelada de forraje verde.

Más adelante Barnett (1957) manifiesta que, las cuatro etapas se presentan entre los 17 y 21 días, pero las tres primeras terminan en unos tres días, por lo tanto, al final de las tres semanas, se puede saber si la masa es de buena calidad o no. Si las condiciones en el ensilado no son satisfactorias debido más que todo a una producción incompleta de ácido láctico, puede presentarse una quinta fase en la cual hay ataque de organismos productores de ácido butírico, tanto en los hidratos de carbono solubles residuales como en ácido láctico ya formado. En casos extremos se produce una desaminación de aminoácidos con la formación de ácidos grasos más volátiles, así como de amoníaco y posiblemente de una descarboxilación conducente a la formación de aminas y de dióxido de carbono.

la mayoría de los autores, como Barnett (1957), Barnett (1964), Miller y Sánchez (1977), convienen en que la urea se debe adicionar

2.4 La melaza

pasteo, el subproducto o material que va a servir de alimento en el momento de ser consumido por el animal, aunque algunos autores

Muchos investigadores afirman que la melaza es la forma adecuada de añadir carbohidratos al forraje para ensilar.

Para que la fermentación láctica se produzca en condiciones óptimas, el forraje deberá tener alto contenido de azúcar, el aire habrá

ción de urea en el maíz para elevar el equivalente de proteína en el ensilaje es una práctica bastante común en toda Norteamérica. Por lo general, se adiciona 5 Kg de urea por tonelada de maíz picado; esta cantidad en el ensilaje de 34% de materia seca, aumenta el contenido de proteína de 9,3 a 13,3% manifiesta Dull (1976).
Huber et al., citados por Mejía y Pinada (1973) demostraron que la palatabilidad de los concentrados bajaba cuando la adición de urea excedía del 2%. Sin embargo, Briggs citado por los mismos autores, da una amplitud para usar la urea entre 0,5 y 1,0% de materia verde ensilada y el método de adición bien sea seca o en solución acuosa.
El agregado de urea al maíz, al tiempo de ensilar, asegura un buen suministro de nitrógeno al ganado. Si se emplea la dosis de 5 Kg/Ton de forraje verde, incrementará el contenido de proteína cruda del ensilaje de 8 a 13% sin peligro de toxicidad, según lo afirmado por Gross (1969).

Malena (1974), concuerda con los expertos en nutrición de la Universidad del Estado de Iowa, quienes afirman que añadiendo 4,5 kilos de urea por tonelada de ensilaje, aumenta de 1,3 a 1,4% el contenido de proteína bruta.

Mañoz y Sánchez (1977) manifiestan que, el maíz ensilado es deficiente en nitrógeno y rico en glúcidos fermentecibles, por lo que reúne condiciones ideales para ser enriquecido con urea. Indican además que, no debe usarse el maíz para ensilar con menos del 25% de materia seca, lo que ocurre cuando está demasiado tierno o tiene exceso de humedad. Cuanto más alto sea el contenido de materia seca, más eficiente resulta la urea y mejor será la calidad del maíz ensilado; también recomiendan las dosis entre 3 y 5 kilos por tonelada.

Comparando la ganancia de peso de los animales que recibieron los ensilajes con hidratos de sodio fueron superiores al de los animales que recibieron ensilaje sin tratamiento alcalino.

2.6 El hidróxido de sodio

Jones y Klopferstein (1967), suministraron a ovejas, raciones que contenían el 7% de tusa tratada con 3 ó 4% de hidróxido de sodio.

Observaron que el tratamiento químico aumentaba la digestibilidad de toda la ración.

Desde finales del siglo pasado los científicos, mediante el tratamiento químico, han venido estudiando la forma de incrementar el valor nutritivo de la paja y otros forrajes bastos de mala calidad. La aplicación con mayor énfasis, de este tratamiento se consiguió probablemente en Noruega, donde desde la Segunda Guerra Mundial, se han tratado más de 1,5 millones de toneladas de paja, siguiendo el llamado método Beckman, informan Sundstol et al (1979).

Caballo y Martín (1975), trataron bagazo y bagacillo de caña de azúcar con niveles de 0, 4, 5, 6, 8 y 12 g de hidróxido de sodio por 100 g de material a tratar a 30 minutos y 98°C; observaron que la mejora mínima se obtuvo con 6 g de hidróxido de sodio por 100 g de material.

La baja digestibilidad y consumo voluntario de forrajes de algunos materiales fibrosos parece deberse a su alto contenido de lignina, situación que puede ser corregida por sustancias deslignificantes; este efecto positivo fue primeramente demostrado por Kellner en 1900 y F. Lehman en 1902 quienes afirmaron que, los forrajes aumentaban la digestibilidad en cerca del 50%, al ser tratados con una solución de soda cáustica (Gadden, 1920).

Quintero et al (1969), trataron tallos de avena con 60 la del 13,3% de solución de hidróxido de sodio por 100 Kg de paja de avena, después de la cosecha.

Quintero (1972), manifiesta que los reportes concernientes al tratamiento con hidróxido de sodio indican un sensible aumento in vivo e in vitro de la materia seca digestible de la tusa de maíz, la paja de plantas de cereales, maíz cocido, bagazos y otros subproductos de plantas lignificadas. Además se incrementó el promedio de consumo voluntario de 60% cuando era comparada con la no tratada y no suplementada.

Cuaron y Shimada (1981), en un trabajo realizado en México sobre la fermentación en ensilajes de caña de azúcar tratadas con hidróxido de sodio 4% en base seca, consideran que, es posible que el tratamiento alcalino haya causado un aumento en la digestibilidad de las paredes celulares, similar al observado en pajas y rastrojos; este incremento en digestibilidad, traducido como un aumento en la energía disponible, podría explicar parcialmente el mayor consumo voluntario observado en corderos. Comparando la ganancia de peso de los animales que recibieron los ensilajes con hidróxido de sodio fueron superiores al de los animales que recibieron ensilaje sin tratamiento alcalino.

Jones y Klopfenstein (1967), suministraron a ovejas, raciones que contenían el 78% de tusas tratadas con 0 ó 4% de hidróxido de sodio. Observaron que el tratamiento químico aumentaba la digestibilidad de toda la ración en 8,6% o sea que de 54,2 pasó a 62,8%. Cuando se compararon estos resultados con los in vitro notaron que la digestibilidad de la ración tratada en los animales fue de 62,8% no era tal como la obtenida en los análisis de laboratorio de 70,2%.

Gabello y Martín (1975), trataron bagaze y bagacillo de caña de azúcar con niveles de 0, 4, 5, 6, 8 y 12 g de hidróxido de sodio por 100 g de material a tratar a 30 minutos y 98°C; observaron que la mejora máxima se obtuvo al nivel del 12% de hidróxido de sodio con 59,4% para el bagacillo y de 64,8% para el bagazo. Las mejoras para los niveles de 4, 5, 6 y 8 de hidróxido de sodio fueron de 27,1, 32,1, 35,7, 45,0 y 20,2, 25,4 44,7 y 50,11 unidades porcentuales para bagacillos y bagazo, respectivamente.

Debido a la escasa humedad inicial de los subproductos (Tabla 1), se usó Donofer et al (1969), trataron tallos de avena con 60 lt del 13,3% de solución de hidróxido de sodio por 100 Kg de paja de avena, después de las 24 horas, añadieron 16,9 lt al 50% de ácido acético para neutralizar el exceso de álcalis. La paja tratada o no tratada con 25% de urea fue suministrada ad libitum a ovejas; la materia seca de la paja suplementada con urea y tratada con hidróxido de sodio, se incrementó del 44,2 al 62,5%. Además se incrementó el promedio de consumo voluntario de 60% cuando era comparada con la no tratada y no suplementada.

Los ensayos de digestibilidad efectuados con ovinos por diferentes investigadores indican que, el tratamiento amoniacal es al parecer eficaz para una amplia variedad de materiales, pero la respuesta a los tratamientos alcalinos puede ser, en general, menor que los forrajes de leguminosas que para los forrajes de gramíneas, Sudastol et al (1979), quien a su vez afirma también que, uno de los métodos prácticos más prometedores para aumentar el valor nutritivo de los forrajes de mala calidad es el de amonificación.

III. MATERIALES Y METODOS

Los silos para el presente trabajo, se situaron en la finca "El Quince", localizada en el Municipio de Tangua, Departamento de Nariño, a 3.120 msnm, con temperatura promedio de 10,5°C, precipitación anual de 1.250 mm y una formación ecológica de bosque húmedo montano (1).

3.1 Los subproductos

Los subproductos a ensilar fueron adquiridos de cosechas recientes de trigo y de maíz; el bagacillo de caña de azúcar luego de la extracción del jugo; el tamo se obtuvo de una finca aledaña al sitio de trabajo; la tusa y el bagacillo fueron traídos de la finca San Pedro, del Municipio de El Tambo, Nariño.

	14,88	8,81	14,28
Proteína cruda	1,62	2,50	2,67
Contenido de paredes celulares	83,27	83,18	84,30
	15,25	12,49	
eficacia	1,73	1,63	1,58
Digestión	32,33	33,66	31,69

Debido a la escasa humedad inicial de los subproductos (Tabla I), se adicionó agua cuando se incorporó la úrea y la melaza, hasta lograr una humedad de 40%. El porcentaje de humedad al igual que las dosis de melaza y úrea fueron calculadas de acuerdo a los resultados obtenidos en pre-ensayos realizados en silos de laboratorio.

3.2 Los silos

Se usaron 27 silos de madera, en forma cúbica con dimensiones de 0,50 m x 0,50 m x 0,50 m, cuya capacidad fue para ensilar un volumen de 0,125 m³ aproximadamente.

Las hendiduras correspondientes a la unión de las tablas de cada caja, se evitaron por medio de ensamblajes y refuerzos de madera en la

(1) Datos obtenidos por el HIMAT (Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras).

parte exterior; el fondo del silo llevaba una serie de orificios de 4" de diámetro que permitían drenar los líquidos del ensilaje, pero los orificios ocasionales que se presentaron a los lados fueron tapados con material plástico. El espacio de la tapa se selló con plástico cubriéndolo con una capa de tierra bien apisonada.

TABLA I

COMPOSICION QUIMICA DE LOS SUBPRODUCTOS A ENSILAR (%)

Fracción	Bagacillo %	Tame %	Tusa %
Humedad	14,88	8,81	14,28
Proteína cruda	1,62	2,50	2,67
Contenido de paredes celulares	83,27	83,18	84,30
Contenido celular	16,73	16,82	15,70
Fibra ácido detergente	71,21	73,84	64,57
Celulosa	47,86	57,55	53,19
Hemicelulosa	12,06	9,34	19,73
Lignina	13,80	15,25	12,49
Sílice	1,73	1,63	1,58
DVMS (1)	32,53	33,66	31,69

Los subproductos fueron picados mediante el uso de una picadora de pastos con dos cuchillas, accionada por un motor eléctrico, obteniéndose (1) Digestibilidad verdadera de la materia seca, según Van Soest y Georging (1970) objeto de ensilar las cantidades de melaza, úrea, hidróxido de sodio y agua e incorporarlas.

3.3.1 Dosis de aditivos

Las dosis de melaza, úrea e hidróxido de sodio incorporadas a cada subproducto, fueron calculadas de acuerdo al peso que tenía el material al momento de introducirlo al silo y se encontró que debía

parte exterior; el fondo del silo llevaba una serie de orificios de $\frac{1}{2}$ " de diámetro que permitían drenar los líquidos del ensilaje, pero los orificios ocasionales que se presentaron a los lados fueron tapados con material plástico. El espacio de la tapa se selló con plástico cubriéndolo con una capa de tierra bien apisonada.

Según Barnett (1957), la melaza se debe adicionar un mínimo de 10%. Para evitar que los silos se abrieran por la presión del material fueron reforzados con cintas metálicas alrededor de la caja, con orugas metálicas en las uniones de las tablas y con templates de alambre extendidos de un lado a otro.

En cuanto se refiera al hidróxido de sodio, se adicionó según peso. Cada silo se llenó en forma manual haciendo el apisonamiento con un pisón de hierro, para obtener compresión del material lo más uniforme posible; los silos se llenaron a medida que se preparaba el material.

Este nivel corresponde a la mayoría de los autores que han trabajado. Los silos se ubicaron al aire libre, ordenados en tres filas que correspondían a cada tratamiento; cada fila compuesta por nueve silos uno a continuación de otro con su respectivo letrero de identificación.

3.3 Preparación del material Alkali, el hidróxido de sodio se re-
cificó en todo el material, dejándolo actuar durante 14 horas y luego se lavó para eliminar el exceso de Alkali.

Los subproductos fueron picados mediante el uso de una picadora de pastos con dos cuchillas, accionada por un motor eléctrico, obteniendo un picado más fino en el bagacillo y tamo que en la tusa. Una vez picado el material se pesó con el objeto de calcular las cantidades de melaza, úrea, hidróxido de sodio y agua a incorporarse.

La úrea empleada fue de tipo agrícola con 45% de humedad requerida. La úrea empleada fue de tipo agrícola con 45% de humedad requerida.

3.3.1 Dosis de aditivos

Las dosis de melaza, úrea e hidróxido de sodio incorporadas a cada subproducto, fueron calculadas de acuerdo al peso que tenía el material al momento de introducirlo al silo y se encontró que debía

emplearse 8 Kg de urea por Ton de material a ensilar, lo cual es superior a la recomendada por Muñoz y Sánchez (1977) que indican un máximo de 5 Kg/Ton de forraje de maíz, pero debido al bajo nivel proteico de los subproductos (Tabla 1) se aumentó en 3 Kg más por tonelada.

Los, tras subtratamientos (subproductos) y tres repeticiones.

Según Barnett (1957), la melaza se debe adicionar un máximo de 10 Kg/Ton de forraje, pero dadas las condiciones de los subproductos a ensilar, que tienen bajos niveles de carbohidratos solubles se aumentó a 20 Kg/Ton, nivel que se empleó en el trabajo.

Melaza

Testigo

Melaza + Urea

Tratamiento 1

En cuanto se refiere al hidróxido de sodio, se adicionó según recomendaciones de Sing y Jackson (1971), cuyo nivel corresponde a una solución alcalina del 4%, rociando en los subproductos 1.000 lt de dicha solución por tonelada de material.

Bogacillo de caña de azúcar

Este nivel corresponde a la mayoría de los autores que manifiestan ser el más práctico con el que se puede trabajar. El álcali utilizado fue adquirido en farmacias, con una concentración del 96% de hidróxido de sodio.

3.5 Escapas del ensilaje

Para los tratamientos con álcali, el hidróxido de sodio se roció en todo el material, dejándolo actuar durante 14 horas y luego se lavó para eliminar el exceso de álcali.

La melaza y la urea se mezclaron en agua para facilitar su aplicación uniformemente a los subproductos en el momento de ensilar. De esta manera facilitó su adición y al mismo tiempo proporcionó la humedad requerida. La urea empleada fue de tipo agrícola con 46% de nitrógeno asimilable.

Al término de 30 días, se destaparon los silos, una vez desechada la parte superficial del ensilaje, se hizo las operaciones de muestreo de textura, olor y color, procediendo luego a la toma de muestras

de la preferencia de la parte central y de los bordes, consiguiendo con este material representativo para determinar la materia seca y hacer luego los correspondientes análisis químicos.

3.4 Diseño experimental de la parte central y de los bordes, consiguiendo con este material representativo para determinar la materia seca y hacer luego los correspondientes análisis químicos.

Se utilizó el diseño de parcelas divididas con tres tratamientos (aditivos) distribuidos al azar en parcelas principales de nueve sílos, tres subtratamientos (subproductos) y tres repeticiones. Para estos subproductos por cuenta de los 18 a 21 días, ya se han presentado todos los procesos de ensilaje de un forraje seco Barnett (1957).

Los aditivos empleados fueron:

- 3.6 Análisis del ensilaje
- Melaza : Testigo
 - Melaza + Urea : Tratamiento 1
 - Melaza + Urea + NaOH : Tratamiento 2

La proteína se determinó por el método de nitrógeno total de Kjeldahl, descrito por Harris (1970).

Bagacillo de caña de azúcar

Tamo de trigo

Tusa de maíz

Se determinó por el método de fibra detergente ácido (FDA) 3.5 Etapas del ensilaje (FDN) complementado con la digestibilidad verdadera propuesta por Van Soest (1963) (Figura 1).

3.5.1 Iniciación del ensilaje

El método de la FDN, determina los constituyentes de la pared celular (PC). De acuerdo a un plan de trabajo, el ensilaje de los materiales se inició el día 25 de Enero de 1982. Teniendo en cuenta los tratamientos y los subproductos, se llenaron tres silos diariamente.

3.5.2 Obtención del ensilaje se determinaron por el sistema de permeabilidad descrito por Van Soest y Wine (1968).

Al término de 35 días, se destaparon los silos, una vez desechada la parte superficial del ensilaje, se hizo las apreciaciones generales de textura, olor y color, procediendo luego a la toma de muestras

de la profundidad de la caja, de la parte central y de los bordes, consiguiendo con este material representativo para determinar la materia seca y hacer luego los correspondientes análisis químicos.

El período de ensilaje se consideró adecuado para estos subproductos por cuanto de los 18 a 21 días, ya se han presentado todos los procesos de ensilaje de un forraje dice Barnett (1957).

3.6 Análisis del ensilaje

3.6.1 Determinación de proteínas

La relación L/FDA y FDN en porcentaje, según Georgios y Van Soest (1970). La proteína se determinó por el método de nitrógeno total de Kjeldahl, descrito por Harris (1970).

3.6.2 Determinación de fibra

Se determinó por el método de fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN) complementado con la digestibilidad verdadera propuesta por Van Soest (1963) (Figura 1).

El método de la FDN, determina los constituyentes de la pared celular (PC) de los alimentos vegetales y el método de FDA, determina la lignocelulosa. De la diferencia entre el valor de la PC y la FD se determinó la sílice y la hemicelulosa.

La lignina y la celulosa se determinaron por el sistema de permanganato descrito por Van Soest y Wine (1968).

La digestibilidad verdadera de la materia (DVMS) seca es estimada por medio de la ecuación sumativa :

$$DVMS = 0,98 \times CC + D \cdot PC \times PC$$

Donde :

0,98 = factor estimado de digestibilidad del contenido celular

CC = contenido celular

D.PC = digestibilidad de la pared celular

PC = pared celular

4.1 Composición química de los subproductos

La D.PC se calculó en base a la relación L/FDA y FDN en porcentaje, según Georging y Van Soest (1970).

3.7 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se tomó en cuenta la variable de aumento en porcentaje de la digestibilidad y proteína de los subproductos. Por medio del análisis de variancia se detectó la significancia entre tratamientos.

4.2 Efecto de los tratamientos

4.1.1 Proteína

La Tabla II indica el porcentaje de proteína en los subproductos y tratamientos; la Tabla III de la prueba de significancia según lo que el tratamiento con urea tuvo un efecto estadístico significativo ($P < 0,01$), sobre el aumento de proteína. En la Tabla II se puede apreciar que en el tratamiento Melaza + Urea se obtuvo el mayor promedio (4,01%)

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Tusa

Los resultados obtenidos en el presente experimento, se presentan en las Figuras 2 y 3 y en las Tablas I al XII, donde se indica el porcentaje de proteína, digestibilidad verdadera de la materia seca (DVMS), componentes celulares, incremento de proteína y DVMS de los subproductos ensilados, con los tratamientos Melaza, Melaza + Urea y Melaza + Urea + Hidróxido de sodio, respectivamente.

Bagacillo

4.1 Composición química de los subproductos

La Tabla I, muestra la composición química de los tres subproductos, en donde la proteína está presente de acuerdo a la naturaleza de los subproductos lignocelulósicos. Quiere decir esto que, siendo los tres subproductos gramíneas, tienen menor porcentaje de proteína ya que su condición genética es la de producir carbohidratos en forma líquida (caña); así mismo, es característico el elevado contenido de pared celular, pues se trata de plantas que han cumplido su función, cual es, la de servir de soporte a las hojas, inflorescencias y posteriormente al fruto; en el caso de la caña, su jugo y la estructura de la planta. Se aprecia también el alto contenido de celulosa y lignina, siendo esta última la causa según la cual, estos subproductos tienen escasa digestibilidad, lo que guarda relación con el bajo contenido celular.

4.2 Efecto de los tratamientos

4.2.1 Proteína

La Tabla II indica el porcentaje de proteína en los subproductos y tratamientos, la Tabla III de la prueba de significancia señala que el tratamiento con urea tuvo un efecto estadístico significativo ($P \leq 0,01$), sobre el aumento de proteína. En la Tabla II se puede apreciar que en el tratamiento Melaza + Urea se obtuvo el mayor promedio (4,81%)

- 1.- Melaza
- 2.- Melaza + Urea
- 3.- Melaza + Urea + Na OH

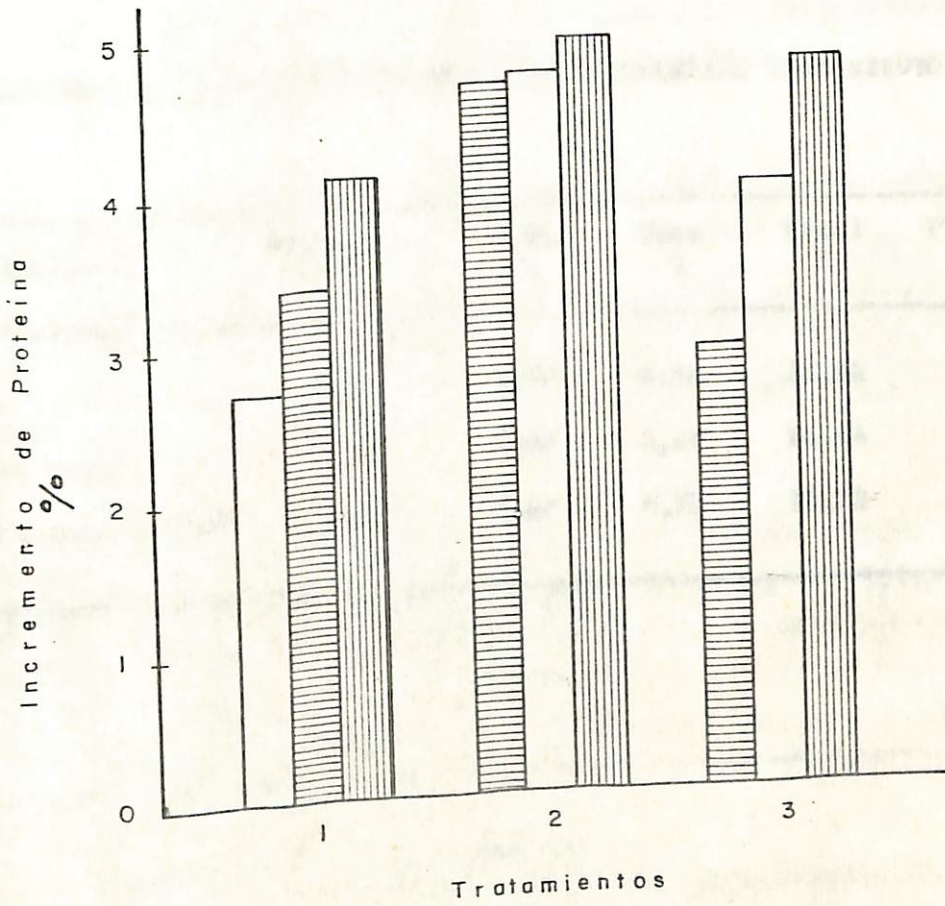
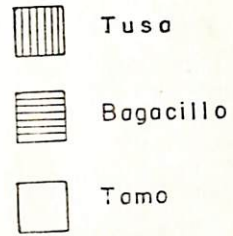


Fig. 2 RELACION ENTRE TRATAMIENTOS
 Y EL INCREMENTO DE PROTEINA EN
 LOS SUBPRODUCTOS

TABLA III

TABLA II

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA DE LOS PRODUCTOS RESULTANTES DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

PROTEÍNA (%) EN LOS SUBPRODUCTOS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS

Tratamientos	G.L.	Hogacillo %	Tamo %	Tusa %	Total %	Promedio %
Melaza	2	3,37	2,67	4,08	10,12	3,37
Melaza + Urea	4	4,71	4,74	4,99	14,44	4,81
Melaza + Urea + NaOH	2	2,92	4,03	4,77	11,72	3,91
Residuos	12	3,44	0,73			
Total	78					

** : Significativo al nivel del 1%

mientras que el promedio de proteína en el ensilado es de 18,00% (3,37%).

TABLA III

ANÁLISIS DE VARIANCIAS DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA DE
 LOS PRODUCTOS ENSILADOS BAJO LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS
 SEGUN DISEÑO DE PARCELAS DIVIDIDAS
 (P < 0,05)

F.V.	G.L.	S.C.	G.M.	Fc.	5%	Ft.	1%
Bloque	2	0,99	0,50	2,5	6,94	18,00	
Tratamiento	2	9,53	4,77	23,85**	6,94	18,00	
Residual (a)	4	0,79	0,20				
Parcela Ppal.	8	11,31					
Subproductos	2	4,67	2,34	3,12	5,95	3,49	
Interacción	4	3,67	0,92	1,23	5,41	3,26	
Residual (b)	12	8,94	0,75				
Total	26	28,59					

** : Significativo al nivel del 1%

mientras que el promedio obtenido sin la acción de urea fue el menor (3,37%).

Al efectuar la prueba de Tukey (Tabla IV), la comparación de los promedios para los tres tratamientos, indica que el promedio obtenido cuando se aplicó Melaza + Urea, fue altamente significativo ($P \leq 0,01$) a los promedios obtenidos con Melaza y significativo ($P \leq 0,05$), a los promedios de Melaza + Urea + Hidróxido de sodio, pero no hubo diferencias ($P \leq 0,05$) entre los promedios obtenidos con los dos últimos.

PRUEBA DE TUKEY PARA PROTEÍNA, OBTENIDA EN EL ENSILAJE

DE LOS SUBPRODUCTOS BAJO LOS TRES TRATAMIENTOS

Los resultados anteriores indican que, los tratamientos con urea fueron fuente de nitrógeno que aumentaron el valor protéico de los subproductos ensilados. El tratamiento Testigo sin adición de urea fue inferior a los demás tratamientos. A similares conclusiones llegaron Mejía y Pineda (1973), cuando investigaron el efecto de la urea en el ensilaje de maíz y pasto festuca.

Melaza + Urea
4,81

1,44

0,90

Hay que considerar el hecho de que los promedios obtenidos en el tratamiento con Hidróxido de sodio + Urea, fueron inferiores a los obtenidos con urea sin la adición del álcali, lo cual puede atribuirse a que en el lavado del exceso del álcali, se pierden nutrientes como carbohidratos solubles, proteína cruda y otros, lo cual concuerda con lo obtenido por Hansen et al (1958).

En la Tabla V, se observa que el incremento de proteína del ensilaje con relación a los subproductos sin ensilar fue de 122,41% para el tratamiento Melaza + Urea, 73,36% para el tratamiento Melaza + Urea + Hidróxido de sodio y de 55,87% para el tratamiento Testigo, indicando que el proceso de ensilaje y la adición de urea incrementa el valor protéico en los subproductos, que según Barnett (1957), los beneficios que ejerce la urea en el ensilaje de forrajes de poca calidad en cuanto se refiere a proteína, podría enriquecerse por síntesis bacteriana.

La eficiencia de la urea como fuente de nitrógeno en los
 silajes de maíz y sorgo de los ensilajes de maíz y sorgo por
 separado con Hojita y Pinda (1973), Maíz y Sorgo (1977) y Melaza (1974)

Además, los resultados de las diferentes preparaciones por la
 urea permitieron un aumento de **TABLA V** en los silajes de maíz y
 sorgo en el ensilaje de maíz y sorgo con urea. Para los
 silajes de maíz y sorgo se incrementó el contenido de proteína
 en los silajes de maíz y sorgo con urea.

TABLA IV
INCREMENTO DE PROTEÍNA EXPRESADO EN PORCENTAJE
PRUEBA DE TUKEY PARA PROTEÍNA, OBTENIDA EN EL ENSILAJE
DE LOS SUBPRODUCTOS BAJO LOS TRES TRATAMIENTOS

Tratamiento	Seguillo	Urea	Urea	Incremento
Melaza		Melaza + Urea		Melaza + Urea
Testigo absoluto	3,37	+ NaOH	2,50	3,91
Melaza + Urea	1,44 ^{**}	0,90 [*]		4,81
Melaza + Urea	198,74	89,60	86,89	122,41
Melaza + Urea + NaOH	0,54	0,23	78,65	73,36
Melaza	3,37			

Testigo + Melaza
 ** : Significativo al nivel del 1%
 * : Significativo al nivel del 5%

La eficiencia de la urea como fuente de nitrógeno en prático es el mejoramiento nutritivo de los ensilajes ha sido reportada por autores como Mejía y Pineda (1973), Mallos y Sánchez (1977) y Malena (1974)

Además, los carbohidratos solubles proporcionados por la melaza permitieron un sustrato a TABLA V para los microorganismos que actuaron en el proceso de ensilaje, favoreciendo así su calidad. Este hecho también se considera importante en el aumento proteínico de los sub-productos ensilados.

INCREMENTO DE PROTEINA EXPRESADO EN PORCENTAJE

DE LOS DIFERENTES SUBPRODUCTOS ENSILADOS

El incremento de proteínas obtenida en los tratamientos ~~son datos que indican los beneficios de su utilización en el mejoramiento nutritivo de los ensilajes de maíz Bagacillo, p Tamoax Tusa vec~~ **Incremento** ~~alimentación de ruminantes, sus más, al hacer pruebas de observación con animales se encontró que dichos materiales eran consumidos con avidez.~~

Tratamiento	Componentes	1,62	2,50	2,67	-
Testigo absoluto					
Testigo	108,02	6,80	52,08	55,87	
Melaza + Urea	190,74	89,60	86,89	122,41	
Melaza + Urea + NaOH	80,25	61,20	78,65	73,36	

Los resultados se indican en las Tablas VI a VIII y en cuanto a parámetros celulares se observa que, la adición de hidróxido de sodio, redujo la fibra en detergente neutro (FDN), causando un aumento en la digestibilidad (Tabla XII); esta tendencia coincide con los resultados obtenidos por Sánchez, citado por Guaron y Jiménez (1981), cuando trabajaba con paja. **Testigo: Melaza**

La disminución en FDN, resulta de los cambios provocados por efectos del tratamiento alcalino; en cualquiera de las fracciones siguientes: celulosa, hemicelulosa y posiblemente otros compuestos nitrogenados y minerales insolubles, lo cual está de acuerdo con Van Soest (1963) y (1963).

El resultado atípico que muestra el bagacillo en cuanto a aumentar el contenido de celulosa, puede tal vez atribuirse a errores clásicos de laboratorio.

La eficiencia de la urea como fuente de nitrógeno no pro-
téico en el mejoramiento nutritivo de los ensilajes ha sido reportada por
autores como Mejía y Pinada (1973), Muñoz y Sánchez (1977) y Malena (1974)

Además, los carbohidratos solubles proporcionados por la
melaza permitieron un sustrato adecuado para los microorganismos que ac-
tuaron en el proceso de ensilaje, favoreciendo así su calidad. Este he-
cho también se considera importante en el aumento proteínico de los sub-
productos ensilados.

El incremento de proteína obtenida en los tratamientos
con úrea indican los beneficios de su utilización en el mejoramiento nutri-
tivo de los forrajes de mala calidad, para ser aprovechados en la alimen-
tación de rumiantes, aun más, al hacer pruebas de observación con animales
se encontró que dichos materiales eran consumidos con avidez.

Contenido celular (C.C.)

Fibra detergente ácido, %

4.2.2 Componentes celulares de los ensilajes

Hemicelulosa,

Celulosa

Proteína

Grasa

Carbón

Minerales

Urea

Urea

Urea

Urea

Urea

Urea

Urea

Urea

Urea

Urea

Urea

Urea

Urea

Urea

Urea

Urea

Urea

Urea

Urea

Los resultados se indican en las Tablas VI a VIII y en
cuanto a paredes celulares se observa que, la adición de hidróxido de so-
dio, redujo la fibra en detergente neutro (FDN), causando un aumento en
la digestibilidad (Tabla XII); esta tendencia coincide con los resultados
obtenidos por Sánchez, citado por Guarón y Shimada (1981), cuando trabaja-
ba con pajas y rastrojos.

La disminución en FDN, resulta de los cambios provocados
por efectos del tratamiento alcalino; en cualquiera de las fracciones si-
guientes : celulosa, hemicelulosa y posiblemente otros compuestos nitroge-
nados y minerales insolubles, lo cual está de acuerdo con Van Soest (1963)
y (1965).

El resultado atípico que muestra el bagacillo en cuanto
a aumentar el contenido de celulosa, puede tal vez atribuirse a errores
clásicos de laboratorio.

TABLA VI

TABLA VII

COMPONENTES CELULARES (2) DEL ENSILAJE DE BAGACILLO DE CAÑA DE AZUCAR
 COMPONENTES CELULARES (1) DEL ENSILAJE DE TAMA DE TRICO

Fracción	Tratamiento		
	Melaza	Melaza + Urea	Melaza + Urea + NaOH
Contenido de paredes celulares (C.P.C.)	82,82	81,09	68,90
Contenido celular (C.C.)	17,18	18,91	31,10
Fibra detergente ácido, %	66,64	68,60	61,03
Hemicelulosa,	13,11	12,49	7,87
Celulosa	53,57	56,73	55,87
Lignina	13,56	12,59	8,48
Sílice	1,60	1,37	0,42

por una parte, los contenidos de lignina y sílice en las
paredes celulares fueron considerablemente disminuidos por la acción de
lignasa. Los componentes indeseables que impiden la digestibilidad y
estran al hígado de los celébrantes, fueron reducidos y eliminados en
el proceso de la digestión realizada durante el ensilaje por el uso de
urea y melaza.

TABLA VIII

TABLA VII

COMPONENTES CELULARES (%) DEL ENSILAJE DE TAMO DE TRIGO

Fracción	Melaza	Tratamiento	
		Melaza + Urea	Melaza + Urea + NaOH
Contenido de paredes celulares (C.P.C.)	82,33	79,96	70,36
Contenido celular (C.C.)	17,67	20,04	29,64
Fibra detergente ácido	73,40	66,40	62,79
Hemicelulosa	8,93	13,56	5,57
Celulosa	57,10	53,10	56,03
Lignina	14,80	12,84	11,24
Sílice	1,59	1,50	0,56

Los resultados obtenidos indican que el uso de urea y melaza en el
ensilaje de tambo de trigo produce una considerable reducción de los
componentes indeseables que impiden la digestibilidad y estran al hígado
de los celébrantes, como la lignina y la sílice. Este efecto se debe a la
acción de la urea y melaza durante el proceso de ensilaje, que favorece la
digestión de los componentes indeseables.

Con base en los resultados obtenidos se puede concluir que el
uso de urea y melaza en el ensilaje de tambo de trigo produce una
considerable reducción de los componentes indeseables que impiden la
digestibilidad y estran al hígado de los celébrantes.

Por otra parte, los contenidos de lignina y sílice en los diferentes tratamientos fueron marcadamente disminuidos por la adición de álcalis. Esos componentes indeseables que impiden la digestibilidad y consumo voluntario de los subproductos, fueron removidos y eliminados en el lavado final; similares resultados fueron reportados por Sanchez et al (1971), cuando trataron cascavilla con una solución de 1,5% de hidróxido de sodio seguida de un lavado.

**6.2.3. Digestibilidad verdadera de la materia seca
COMPONENTES CELULARES (%) DEL ENSILAJE DE TUSA DE MAIZ**

De acuerdo a las Tablas IX, X, XI y Figura 3, la DVMS

del ensilaje de los subproductos con los diferentes tratamientos fue significativa F.F.a, e.c. i ó n efecto, como se muestra en la Tabla VIII.

	Tratamiento		
	Melaza	Melaza + Urea	Melaza + Urea + NaOH
Contenido de paredes celulares (C.P.C.)	83,67	82,25	75,61
Contenido celular (C.C.)	16,33	17,75	24,39
Fibra detergente ácido	59,94	59,54	54,50
Hemicelulosa	23,73	22,70	21,12
Celulosa	47,11	48,23	45,48
Lignina	11,74	11,28	9,11
Sílice	1,47	1,51	0,77

Los resultados anteriores indican que el aumento de la digestibilidad dependió significativamente de los tratamientos. En este caso, el efecto benéfico del álcali sobre la digestibilidad de los forrajes bastos, se evidencia una vez más, aunque los promedios obtenidos no fueron altamente significativos ($P \leq 0,01$). Este comportamiento a favor del ensilaje con hidróxido de sodio ha sido reportado por Guerra y Shimada (1981), en sus experimentos con caña de azúcar.

Con base en los anteriores resultados se puede explicar el incremento de digestibilidad verdadera de la materia seca (Tabla XII) de

Por otra parte, los contenidos de lignina y sílice en los diferentes tratamientos fueron marcadamente disminuidos por la adición de álcalis. Esos componentes indeseables que impiden la digestibilidad y consumo voluntario de los subproductos, fueron removidos y eliminados en el lavado final; similares resultados fueron reportados por Saxena et al (1971), cuando trataron cascarilla de arroz y el tamo de avena con una solución de 1,5% de hidróxido de sodio seguido de un lavado.

TABLA IX

4.2.3 Digestibilidad verdadera de la materia seca

DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA (%) EN LOS SUBPRODUCTOS

De acuerdo a las Tablas IX, X, XI y Figura 3, la DVMS del ensilaje de los subproductos con los diferentes tratamientos fue significativa ($P \leq 0,05$). En efecto, como se ve en la Tabla IX, los promedios obtenidos, fueron mayores para el tratamiento con hidróxido de sodio con 39,45% y menores para el Testigo con 33,13% mientras que, para el tratamiento sin adición de hidróxido de sodio, aumentó levemente a 34,02%.

Al comparar los promedios de aumento de la digestibilidad para los tres tratamientos, mediante la prueba de Tukey (Tabla XI) cuando se utilizó hidróxido de sodio fue significativa ($P \leq 0,05$), a los promedios obtenidos con Melaza y Melaza + Urea, pero no hubo diferencias estadísticas ($P \geq 0,05$) entre estos dos últimos.

Los resultados anteriores indican que el aumento de digestibilidad dependió significativamente de los tratamientos. En síntesis, el efecto benéfico del álcali sobre la digestibilidad de los forrajes bastos, se evidencia una vez más, aunque los promedios obtenidos no fueron altamente significativos ($P \leq 0,01$). Este comportamiento a favor del ensilaje con hidróxido de sodio ha sido reportado por Cuaron y Shimada (1981), en sus experimentos con caña de azúcar.

Con base en los anteriores resultados se puede explicar el incremento de digestibilidad verdadera de la materia seca (Tabla XII) de

TABLA X

TABLA IX

ANALISIS DE VARIANCA DEL PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD
 DE LOS PRODUCTOS ENLIZADOS BAJO LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS
 DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA (%) EN LOS SUBPRODUCTOS
 CON DIFERENTES TRATAMIENTOS

F.V.	G.L.	S.S.	C.M.	Fc.	Fc.	Fc.
Tratamientos						
Residuo	2					
Residuo (a)	4					
Melaza	8					
Melaza + Urea	2					
Melaza + Urea + NaOH	4					
Residuo (b)	12					
Total	20					

Significativo al nivel del 5%

TABLA X

ANALISIS DE VARIANCIA DEL PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD
DE LOS PRODUCTOS ENSILADOS BAJO LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS
BAJO LOS TRES TRATAMIENTOS

F.V.	G.L.	S.C.	G.M.	Fc.	5%	Ft.	1%
Bloques	2	1,46	0,73	0,095	6,94	18,0	
Tratamiento	2	210,63	105,32	13,300*	6,94	18,0	
Residual (a)	4	31,67	7,92	5,43*			
Parcela Ppal.	8	243,76					
Subproducto	2	42,30	21,15	2,89	3,8	6,7	
Interacción	4	13,92	3,48	0,47	3,41	5,7	
Residual (b)	12	88,46	7,37				
Total	26	388,44					

* Significativo al nivel del 5%

** Significativo al nivel del 1%

- 1. Melaza
- 2. Melaza + Urea
- 3. Melaza + Urea + NaOH



TABLA XI

PRUEBA DE TUKEY PARA LA DIGESTIBILIDAD VERDADERA DE LA MATERIA SECA OBTENIDA EN EL ENSILAJE DE LOS SUBPRODUCTOS BAJO LOS TRES TRATAMIENTOS

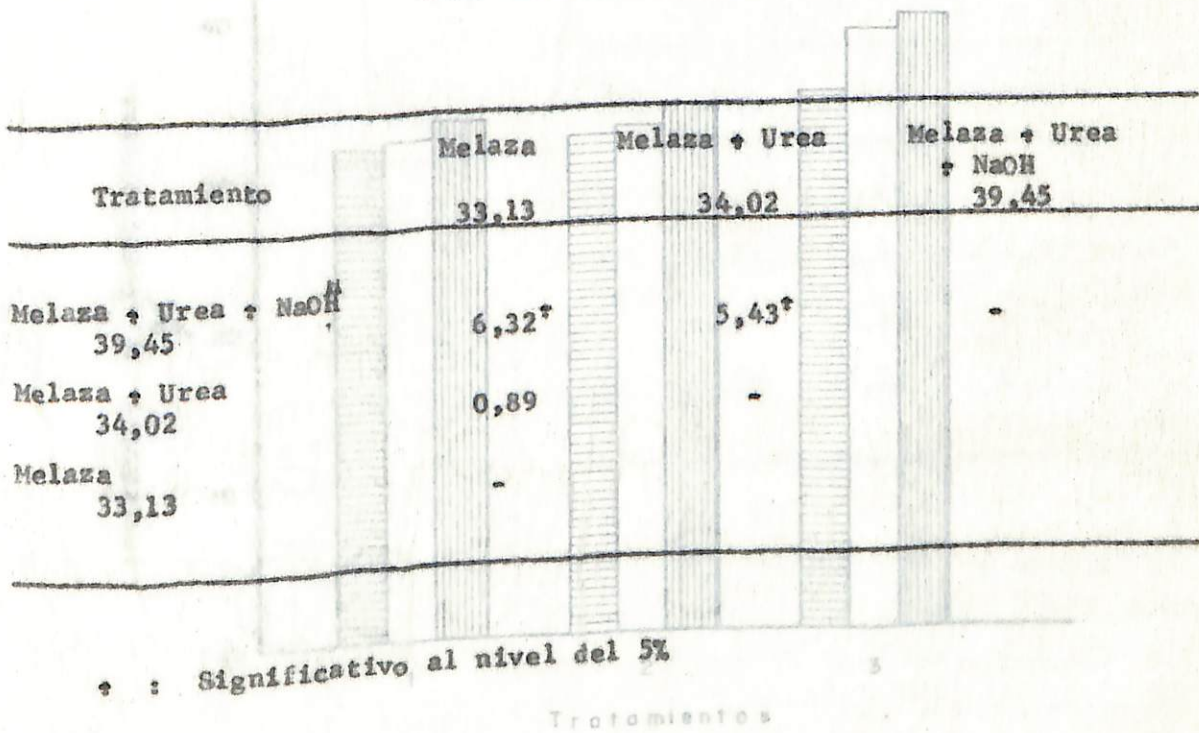



Fig. 3 RELACION ENTRE TRATAMIENTOS Y EL INCREMENTO DE DIGESTIBILIDAD VERDADERA DE LA MATERIA SECA EN LOS SUBPRODUCTOS

- 1. Melaza
- 2. Melaza + Urea
- 3. Melaza + Urea + NaOH

-  Tusa
-  Tamo
-  Bagacillo

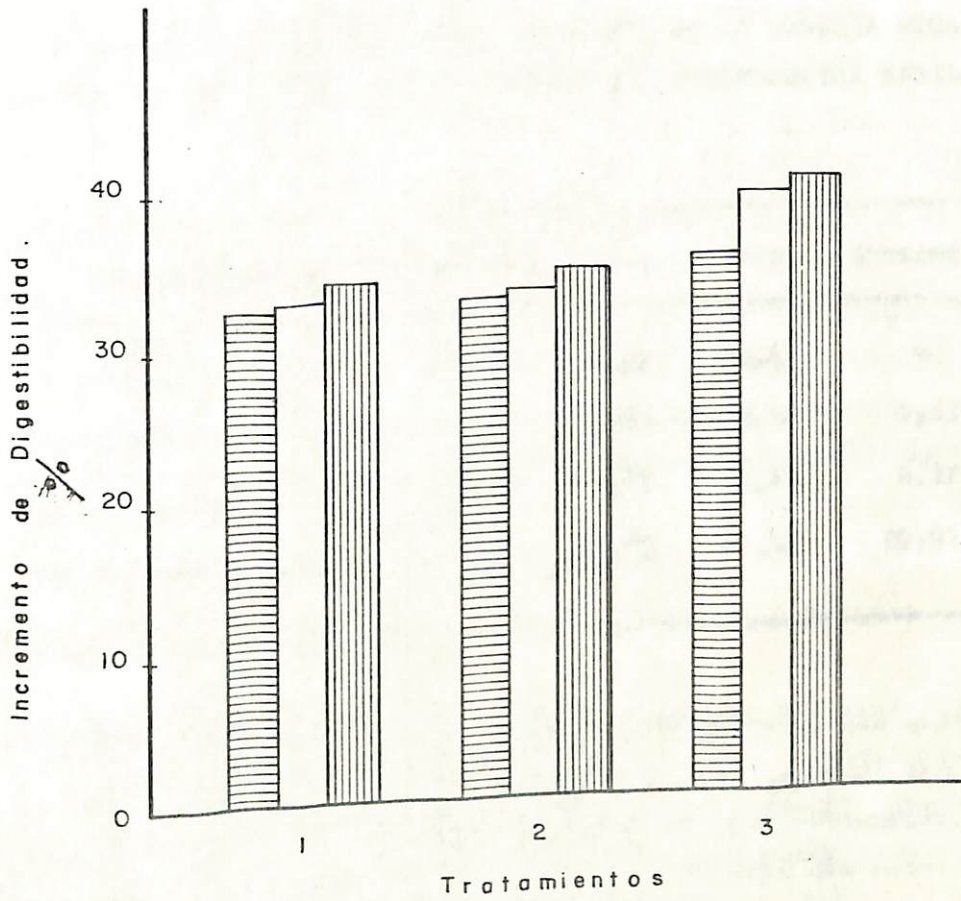


Fig. 3 RELACION ENTRE TRATAMIENTOS Y EL INCREMENTO DE DIGESTIBILIDAD VERDADERA DE LA MATERIA SECA EN LOS SUBPRODUCTOS

los subproductos antes y después del ensilaje en las diferentes condiciones, correspondiendo al mejor caso de procesamiento absoluto con 20,32% un leve incremento a 1,13% con urea + 1,27% con melaza + urea; respectivamente se debe a que en el ensilaje, el proceso natural que ocurre en la celulosa que es un factor importante en la digestibilidad de la materia seca.

TABLA XII

4.3 **INCREMENTO DE DIGESTIBILIDAD VERDADERA DE LA MATERIA SECA, EXPRESADO EN PORCENTAJE, DE LOS DIFERENTES SUBPRODUCTOS ENSILADOS**

De los respectivos ensayos se obtuvieron los siguientes resultados en las condiciones en que se efectuaron:

Tratamiento	Bagacillo	Tamo	Tusa	Incremento
Testigo absoluto	52,53	33,66	31,69	-
Testigo	1,05	1,13	2,46	1,55
Melaza + Urea	3,50	5,17	4,13	4,27
Melaza + Urea + NaOH	23,39	23,90	15,18	20,82

Testigo : Melaza

los subproductos antes y después del ensilaje en los diferentes tratamientos, correspondiendo el mayor para el tratamiento alcalino con 20,82%, un leve incremento a 1,55% con Melaza y 4,27% con Melaza + Urea; presumiblemente se deba a que en el ensilaje, el proceso bacteriano actuó sobre la celulosa que es un factor apreciable en la digestibilidad de la materia seca. teniendo en cuenta el precio por cada Kg. de material tratado y su efecto en porcentaje (Tabla XIV).

4.3 Efectos de los subtratamientos y de la interacción

En la Tabla XIV se aprecia que el mayor costo corresponde al tratamiento con Melaza + Urea a \$ 1,45 / Kg. de material tratado, puesto que las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo, los valores de los subproductos y de la interacción de subproductos por tratamientos, para proteína y digestibilidad verdadera de la materia seca, no ofrece significancia, considerándose por consiguiente, que los tres subproductos ensilados tienden a dar respuesta similar a cada tratamiento pudiéndose utilizar indiferentemente, de acuerdo a la disponibilidad de cada uno y ser tratados para su posterior aprovechamiento en la alimentación de rumiantes. el tratamiento alcalino a \$ 85,41. En cambio el tratamiento Melaza + Urea, superó ampliamente en aumento proteínico y su costo fue levemente mayor que el Tratamiento a \$ 16,10.

4.4 Estimación de costos

El empleo de la úrea y el hidróxido de sodio en los ensilajes de subproductos con respecto a costos, significó una ventaja; sin embargo, como requisito previo, será necesario disponer de la construcción de un silo, especialmente de tipo trinchera, por la facilidad que prestan para el laboreo y por los bajos costos de inversión.

Es difícil hacer estimaciones generales del costo de los tratamientos, porque con frecuencia se considera que los subproductos agrícolas, tal como los utilizados en esta investigación, son desechos de poco o ningún valor. En muchas regiones se suele recoger o almacenar el material sin tratamiento alguno y se utiliza como forraje, cama u otros fines.

Hay que advertir que la estimación de costos solamente toma en cuenta el valor de los aditivos y se utiliza un precio que se considera promedio en Pasto (Tabla XIII).

Por lo anterior, se trata de estimar los costos de cada tratamiento teniendo en cuenta el precio por cada Kg de material tratado y su efecto en porcentaje (Tabla XIV).

En la Tabla XIV se aprecia que el mayor costo corresponde al tratamiento con Melaza + Urea + NaOH, \$ 1,45 /Kg de material tratado, puesto que contiene los tres aditivos y su importancia económica se ve reflejada en el aumento de digestibilidad a un menor costo, \$ 21,26/Kg de M.S.; en comparación con los tratamientos Melaza y Melaza + Urea de \$ 34,69 y \$ 29,71/Kg de materia seca, respectivamente.

Sin embargo, el tratamiento Melaza o Testigo, cuenta con el menor costo en el aumento por Kg de proteína que fue de \$ 15,32 y mayor para el tratamiento alcalino a \$ 88,41. En cambio el tratamiento Melaza + Urea, superó ampliamente en aumento proteínico y su costo fue levemente mayor que el Testigo, \$ 16,10.

Resulta claro, que si se pretende aumentar el contenido proteínico en un subproducto, el tratamiento Melaza + Urea parecería ser el mejor aunque su costo sea mayor al del Testigo; se justifica, en virtud de que los subproductos tratados son de muy bajo nivel protéico y dicho tratamiento aumenta notablemente en relación a los otros dos.

Respecto a la digestibilidad, con el tratamiento alcalino se obtuvo los mejores resultados tanto en aumento como en el aspecto económico \$ 21,26/Kg M.S. Pese a que su efecto en el aumento protéico no fue económicamente el más esperado, es importante su aplicación por el aumento de la digestibilidad de estos subproductos altamente lignificados y por ser fuente importante en el valor energético.

TABLA XIV
TABLA XIII

COSTO DE CADA ADITIVO EMPLEADO EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

Tratamiento	Aditivo	precio Kg	Precio/ Kg \$	Dosis empleada Kg	Costo/Kg de material tratado \$
Melaza	Melaza	1,11	8,30	0,4 20 Kg/Ton	0,17
Melaza	Urea	2,33	30,00	1,28 8 Kg/Ton	0,24
Melaza	NaOH (*)	1,66	25,00	(4%) 1.000 Lt/Ton	1,04

(*) : el NaOH comercial con 96% de concentración

En la Tabla XV al comparar los costos de la proteína y de DVMS entre los contenidos de la torta de soya y lo obtenido en cada subtratamiento se observa una amplia diferencia. Esta diferencia a favor de los tratamientos indica los beneficios que proporcionan los subproductos agrícolas en la alimentación de rumiantes cuando al ensilarlos se tratan con los aditivos empleados en el presente trabajo.

TABLA XV

De acuerdo con lo anterior, se puede estimar que el tratamiento con hidróxido de sodio y úrea no deben considerarse excluyentes, sino más bien complementarios ya que el ensilado obtenido se puede considerar como un forraje tosco mejorado.

Tratamiento	Costos/Kg de proteína \$	Diferencia de costos \$	Costos por DVMS de un Kg. \$	Diferencia de costos \$
Torta de soya (*)	62,30	-	46,75	-
Tratamiento balanceado	19,32	-42,98	34,59	-32,06
Trat. balanceado + Urea	16,10	-46,20	25,31	-41,34
Trat. balanceado + urea + NaOH	28,41	-33,89	21,20	-45,49

(*) Considerando la torta de soya con 40% de proteína y 94,17% de agua a un precio de \$ 20,00 el Kg.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

3.1.1 Los tratamientos con urea aumentaron los porcentajes de proteínas de los subproductos ensilados, siendo mayor el aumento cuando se trabajaron con Melaza + Urea (en la solución de hidróxido de sodio). Este efecto dependió de la fuente de nitrógeno no proteico que por síntesis se

TABLA XV

COMPARACION DE COSTOS DE LA PROTEINA Y DVMS ENTRE LOS CONTENIDOS DE LA TORTA DE SOYA Y LO OBTENIDO EN CADA TRATAMIENTO

3.1.2 Los porcentajes de digestibilidad de la fibra aumentó marcadamente con el tratamiento alcalino, presentando cambios en la FDN

Material	Costos/Kg de proteína \$	Diferencia de costos \$	Costos por DVMS de un Kg, \$	Diferencia de costos \$
Torta de soya (*)	62,50	-	46,75	-
Tratamiento Melaza	15,32	47,18	34,69	12,06
Trat. Melaza + Urea	16,10	46,40	29,71	17,04
Trat. Melaza + Urea + NaOH	88,41	-25,91	21,26	25,49

3.1.3 El uso de Melaza, Urea e Hidróxido de sodio en el ensilaje, es un procedimiento sencillo y barato para aumentar el valor proteico

(*) Considerando la torta de soya con 48% de proteína y 64,17% de DVMS a un precio de \$ 30,00 el Kg

3.2 Recomendaciones

3.2.1 Por los resultados obtenidos, la práctica del ensilaje con los diferentes aditivos, es eficaz para una gran variedad de materia-

les de desecho. El procedimiento es sencillo y no requiere de conocimientos especiales. Entonces, esta práctica es aplicable en una gran variedad de condiciones.

5.1 Conclusiones

5.1.1 Los tratamientos con urea aumentaron los porcentajes de proteína de los subproductos ensilados, siendo mayor el aumento cuando se trataron con Melaza + Urea (sin la adición de hidróxido de sodio). Este efecto dependió de la fuente de nitrógeno no proteínico que por síntesis microbiológica pudo haber enriquecido el nivel proteínico del ensilaje de paja.

5.1.2 Los porcentajes de digestibilidad de la fibra aumentó marcadamente con el tratamiento alcalino, presentando cambios en la FDN debido a la disminución de hemicelulosa. Los contenidos celulares aumentaron como también la digestibilidad de las paredes celulares; a similares conclusiones llegó Sánchez, citado por Cuaron y Shimada (1981), en sus estudios con pajas y rastrojos.

5.1.3 El aumento de los porcentajes de proteína y digestibilidad fue efecto exclusivo de los tratamientos, presentando diferencias estadísticas significativas, lo cual no se presentó entre los subproductos con los que se obtuvieron resultados similares de aumento.

5.1.4 El uso de Melaza, Urea e Hidróxido de sodio en el ensilaje, es un procedimiento sencillo y barato para aumentar el valor proteínico y energético de los materiales de desecho como bagacillos, paja de cereales y tusa de maíz, siendo así más apetecibles para el ganado que cuando están sin tratar.

5.2 Recomendaciones

5.2.1 Per los resultados obtenidos, la práctica del ensilaje con los diferentes aditivos, es eficaz para una gran variedad de materia-

les de desecho. El procedimiento es barato, los materiales empleados son pocos y no requiere de conocimientos especiales. Entonces, esta práctica es aplicable a una amplia variedad de condiciones.

5.2.2 Las épocas de sequía en Colombia se manifiestan por la escasez y baja calidad del forraje de pastoreo, ocasionando pérdidas económicas de consideración. El ensilaje con melaza, úrea e hidróxido de sodio de los residuos de cosechas y otros forrajes bastos de mala calidad, pueden ser un método para mejorar el suministro de alimento en la temporada seca.

Se usó un diseño experimental de parcelas divididas, con tres tratamientos, tres subtratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos o parcelas principales estudiados fueron Melaza, Melaza + Urea y Melaza + Urea + NaOH; los subtratamientos correspondieron a los subproductos bagazo de caña, tamo de trigo y tusa de maíz.

El estudio demostró que el efecto de la úrea en el aumento proteico de los subproductos fue óptimo cuando se adicionó con melaza y con el tratamiento alcalino se obtuvo el mayor aumento de digestibilidad. Finalmente esta investigación demostró que entre los subproductos no existen diferencias estadísticas por cuanto los valores de aumento tanto de proteínas como de digestibilidad fueron similares.

La extinción de costos indica que el empleo de los tres aditivos en el ensilaje de los subproductos proporciona un ensilaje de buena calidad, de fácil obtención y ventajosamente económico.

VI. RESUMEN

Se estudió el efecto de la úrea y el hidróxido de sodio en el ensilaje del bagacillo de la caña de azúcar, tamo de trigo y tusa de maíz. El experimento se localizó en la finca "El Quince", Municipio de Tangua, Departamento de Mariño a una altitud de 3.120 msnm, con temperatura promedio de 10,5°C, precipitación anual de 1.250 mm y una formación ecológica de bosque húmedo montano.

Se usó un diseño experimental de parcelas divididas, con tres tratamientos, tres subtratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos o parcelas principales estudiados fueron Melaza, Melaza + Urea y Melaza + Urea + NaOH; los subtratamientos correspondieron a los subproductos bagacillo, tamo y tusa.

El estudio demostró que el efecto de la úrea en el aumento protéico de los subproductos fue óptimo cuando se adicionó con melaza y con el tratamiento alcalino se obtuvo el mayor aumento de digestibilidad. Finalmente esta investigación demostró que entre los subproductos no existen diferencias estadísticas por cuanto los valores de aumento tanto de proteína como de digestibilidad fueron similares.

La estimación de costos indica que el empleo de los tres aditivos en el ensilaje de los subproductos proporcionan un ensilaje de buena calidad, de fácil obtención y ventajosamente económico

SUMMARY

It was studied the urea and sodium hydroxide effect on the sugar cane waste, wheat stalk and corn husk silage. The experiment was located in the so-called "El Quince", in the Tangua Municipality, Narifio Department with an altitude of 3,120 masl, a mean temperature of 10.5 centigrade an annually rainfall of 1,250 mm and an ecological formation as wet prairie forest.

CABELLO, A. y MARTIN, P.C. Optimización de un método de tratamiento pa

It was used a split plot experimental design with three treatments, three undertreatments and three replications. The treatments of plots were : molasses, molasses + urea, and molasses + urea + NaOH; undertreatments corresponded to sugar-cane waste, wheat stalk and corn husk.

Boletín Técnico ICA No. 8. 45 p. 1975

The work demonstrated the urea effect on the proteinic increasing of the byproducts when added to molasses and when adding lime it was reached a higher digestibility. Finally, this study demonstrated that it was no statistical differences between byproducts because increasing protein were similar in all cases.

Cost comput shows when using the above byproducts to the silage it is obtained a better silage, good quality, easy to obtain and very economic. Issues and their applications. Advan. Chem. Ser. No. 93. R.F. Washington (Ed.) Amer. Chem. Soc. 1969

DULL, D. Ensilaje de maíz a la cabeza, como ración para ganado. Rev. El Surco Latinoamericano, México 81(2): 4-5. 1974

EL SURCO LATINOAMERICANO. Qué pasa en el silo. 75(6): 7-23. 1970

GOERING y VAN SOEST, P.J. Forages fiber analysis. Apparatus, reagents, procedures and some applications. Washington, U.S.D.A. 20 p. 1970.

- GROSS, F. Silos y ensilado VI. BIBLIOGRAFIA. *Rev. Cubana de Ciencias Agrícolas*, 136 p. 1969
- BARNETT, A.J.G. Fermentación del ensilado. Madrid, Aguilar, S.A. 257 p. 1957
- BRETINGIERE, L., et al. Ensilado de los forrajes verdes. Madrid, Aguilar, S.A. 165 p. 1950
- CABELLO, A. y MARTIN, P.C. Optimización de un método de tratamiento para el aumento de la digestibilidad de residuos celulóticos de la caña de azúcar. *Rev. ICIDCA* 9(2): 35-46. 1975
- CEDENO, G. Silos y ensilajes. Programa Nacional de Ganado de Leche. Boletín Técnico ICA No. 8. 45 p. 1975
- CUARON, M.L. y SHIMADA, A.S. Manipulación de la fermentación en ensilaje de caña de azúcar y su valor alimenticio para corderos. 2. Adición de menosín sódico y tratamiento físico y alcalino (NaOH) de caña de azúcar en el comportamiento animal. *Rev. Cubana de Ciencias Agrícolas* 15(2): 177-183. Julio, 1981
- DONEFER, D., ADELEYE, I.O.A. y JONES, T.A.O. Effect of urea supplementation on the nutritive value of NaOH-treated oat straw. In Cellulases and their applications. Advan. Chem. Ser. No. 95. R.F. Washington (Ed.) Amer. Chem. Soc. 1969
- DULL, D. Ensilaje de maíz a la cabeza, como ración para ganado. *Rev. El Surco Latinoamericano, México* 81(2): 4-5. 1976
- EL SURCO LATINOAMERICANO. Qué pasa en el silo. 75(6): 7-23. 1970
- GOERING y VAN SOEST, P.J. Forages fiber analysis. Apparatus reagents, procedures and some applications. Washington, U.S.D.A. 20 p. 1970.

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE LA HABANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROCESOS TECNICOS

- MUÑOZ, A. y SANCHEZ, S. La úrea en la alimentación de rumiantes. Diez temas sobre el manejo del ganado. Publicación del Ministerio de Agricultura de España 7-16 p. 1975 *iber. J. Dairy Sci.* 40: 813 p.
- PARRA, R., COMBELLAS, J. y GONZALEZ, E. Composición y valor nutritivo de forrajes producidos en el trópico. Fracciones químicas que afectan la digestibilidad de los componentes fibrosos. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 22(3): 219-230 p. 1972
- QUINTERO, S. Animal responses to sodium hydroxide treated corn cobs whey fed to rumiantes. Thesis. Lincoln, Nebraska. USA, 85 p. 1972
- SAXENA, S.K., et al. Effects of feeding alkali-treated oat straw supplement with soybean meal or non-protein nitrogen on nitrogen on growth of lambs and on certain blood and rumen liquor parameters. *J. Anim. Sci.* 12: 263 p. 1942
- BING, M. y JACKSON, H.G. The effect of different levels of sodium hydroxide spray treatment of wheat straw on consumption and digestibility by cattle. *J. Agric. Sci. Camb.* 77: 5 p. 1971
- SULLIVAN, J.T. Cellulose and lignin in forage grasses and their digestion coefficients. *J. Anim. Sci.* 14: 710-717 p. 1959
- VALDES, F. La úrea en nutrición de rumiantes. Centro de Información Científica y Técnica. Universidad La Habana, Cuba, 148 p. 1973
- VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. II. A rapid method for the determination of fibra and lignin. *J. of the Assoc. Offc. Agr. Chem.* 46(5): 829-835. 1963
- VAN SOEST, P.J. and WINE, R.U. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. *J. Assoc. Official Anal Chem.* 51: 780. 1968

- VAN SOEST, P.J. Comparison of two different equations for prediction of digestibility from cell contents, cell wall constituents and lignin content of acid detergent fiber. *J. Dairy Sci.* 40: 815 p. 1965.

- WARDROP, A.B. Cellular differentiation in xilem. In Cellular ultrastructure of woody plants. W.A. Cote Ed. Syracuse University Press. 1965