

4 201



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

EL SECADO DE LA ALFALFA



COMISION FACULTAD DE QUIMICA

TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
PRESENTA:
JUSTO FIDEL AGUILAR ROMERO

FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1990



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
Introducción	1
CAPITULO I. GENERALIDADES	
1.- Generalidades de la alfalfa	3
2.- Generalidades sobre secado	19
CAPITULO II. SECADO DE LA ALFALFA	
1.- Secado natural	38
2.- Secado artificial	67
3.- Comparación entre el secado natural y artificial) . . .	96
4.- Diagrama de flujo y maquinaria utilizada en la henificación	98
CAPITULO III. RESULTADOS	
1.- Discusión de resultados	115
2.- Conclusiones	117
Bibliografía	118

INTRODUCCION .

DEFINICIONES.

SECADO.- La característica esencial del proceso de secado es la eliminación de un líquido por conversión en vapor, que se separa del sólido. En la práctica la energía necesaria para evaporar el líquido es en forma de calor. A veces se usan otras formas de energía como campos de radiofrecuencia, trabajo mecánico o reacciones químicas; los métodos mecánicos para separar un líquido generalmente no se considera como una operación de secado; en este trabajo sólo se hará el secado utilizando aire como agente extractor del líquido.

En una acepción más amplia del término, puede considerarse como métodos de secado aquellos en que el agua, sin cambiar de estado, se extrae por medios mecánicos, presión, filtrado o centrifugación.

APLICACION.

El secado desempeña un importante papel en casi todas las industrias. En la industria de alimentos concentrados para ganado lo utiliza para asegurar su conservación y la calidad del producto.

El método más antiguo de conservación de forrajes es el secado, la alfalfa es uno de los forrajes más utilizados en las zonas templadas y frías de México. Cuando se llega a tener excedente de alfalfa en la época de verano es necesario secarla para su conservación, pues la alfalfa verde no se puede almacenar debido a su rápida descomposición.

Existen dos procedimientos de secado:

- 1.- Secado natural, del que se obtiene alfalfa "achicalada".
De tres toneladas de alfalfa verde se obtiene uno de alfalfa achicalada. Sólo utiliza máquinas agrícolas.
- 2.- Secado artificial, del que se obtiene alfalfa deshidratada -- (harina de alfalfa). Se obtiene aproximadamente la cantidad correspondiente a la humedad deseada. Este método utiliza secadores, calderas, etc. y utilizando procesos físicos.

El secado artificial tiene una ventaja respecto al natural ya que permite que el producto conserve la mayor parte de su contenido vitamínico y proteico.

En el proceso de almacenamiento de alfalfa deshidratada se requiere de procesos especiales con el fin de que no pierda vitaminas y proteínas; para el caso de la alfalfa achicalada se requiere de un lugar lo más frío posible.

Por el secado de la alfalfa es muy importante para la conservación de forrajes así como la labor del ingeniero.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.- GENERALIDADES DE LA ALFALFA

ORIGEN E HISTORIA.

Frecuentemente ha sido llamada la alfalfa la reina de las plantas forrajeras. Villax hace una lista de las que él llama "las doce grandes" especies pratenses y en un lugar preferente sitúa a la alfalfa. Esta es fundamental en la alimentación del ganado, y su producción ocupa un lugar muy importante en la alimentación del hombre moderno.

La alfalfa está hoy prácticamente extendida por todo el mundo. Dada la gran variedad de ecotipos existentes en estado espontáneo en la región, se fija su área de origen en Asia menor y Sur del Cáucaso, abarcando esta zona geográfica Turquía, Siria, Irak, Iran, Afganistan, parte occidental de Pakistán y Cachemira. De aquí que es probable que se extendiese su cultivo a Grecia, como consecuencia de las guerras médicas (aproximadamente 470 años antes de Cristo). Serían, pues los griegos quienes dieron el nombre de MEDICÁ, que hasta nuestros días se conserva en su género botánico.

De Grecia pasaría a Italia y de aquí a las distintas provincias del imperio romano.

Los autores romanos recogen en sus escritos, con abundantes detalles, la importancia, el cultivo y la forma de aprovechamiento de la alfalfa (Plineo el viejo, Columela y otros). Es curioso reseñar como la técnica utilizada en este cultivo hace dos mil años es similar a la actual. Es interesante reconocer que los rendimientos señalados por Columela no difieren en mucho de los que se registran actualmente. Los adelantos en el cultivo de la alfalfa han sido en la práctica relativamente modestos.

Con la caída del imperio Romano, el cultivo de la alfalfa desaparece de Europa, quedando distribuidos en el continente los cuales facilitarían la posterior y rápida difusión. Fué España el área del definitivo lanzamiento de tan importante planta. Los árabes transportaron la alfalfa, a través del norte de África, desde Persia -- hasta la recientemente conquistada España. De la península Ibérica saltó al resto del mundo. Tan creciente fué el papel jugado por nuestros agricultores españoles, que aún hoy, por ejemplo, se conoce esta planta con el nombre de "erba spagna" en Italia. La misma palabra de alfalfa es de raíz árabe, transformada en España hasta su actual forma definitiva. Se conoce en diversos lenguajes con el nombre de lucerne, luzerne, luserne, etc., aunque algunos autores opinan que ello se debe a haberse cultivado originalmente en el valle del río Lucerne, al norte de Italia; mayores visos de realidad parece presentar su origen catalán, que pasó al "patois" del sur de Francia como lauzerdo y finalmente como luzerne. El origen -- después, de las dos denominaciones más corrientes en los distintos idiomas provendría de nombres españoles.

Fué fácil la discusión dentro de la ya preparada Europa, -- donde los resultados de la alfalfa ya se conocían. Los conquistadores españoles también la llevaron consigo transportándola primero a México y Perú, de donde rápidamente pasó al resto de Sudamérica. Los misioneros españoles también la llevaron consigo a sus establecimientos de Nuevo México, California y Texas, en los Estados Unidos, curiosamente con la denominación de trébol chileno. Sin embargo, los ecotipos transportados desde el sur eran poco resistentes a las bajas temperaturas, y la mortalidad de plantas durante el invierno eran tan elevadas, que hacía excesivamente arriesgado su cultivo. Ello frenó indudablemente la extensión de este cultivo, tanto a las zonas Norte (Estados Unidos y Canada) como al Sur (Argentina). Un emigrante alemán, Wendelin Grimm, llevó, hacia la segunda mitad del siglo XIX, semilla de alfalfa de su país de origen (Gran Ducado de Baden), con marcada tolerancia a las bajas temperaturas invernales. Esta y posteriores introducciones procedentes de Rusia y CentroEuropa permitieron la invasión por la alfalfa de las zonas más frías de los estados norteaños de la Unión y, pos-

teriormente, del Canadá. Las nuevas variedades de alfalfa así obtenidas hacia principios de este siglo fueron posteriormente llevadas a Argentina. De esta manera Estados Unidos y Argentina han llegado a ser actualmente los dos países con mayor superficie -- cultivada de tan importante planta.

Se ha visto cómo la alfalfa llegó al norte de Africa de manos de los árabes, para desde allí saltar a Europa. Al sur de Africa fué llevada por los granjeros de los países bajos en sus establecimientos. Posteriormente se han seleccionado nuevas variedades más adaptadas a aquellas condiciones, siendo la base del -- notable desarrollo ganadero registrado en aquella área en los últimos decenios.

También en el siglo XIX fué transportada a Nueva Zelanda, donde una vez resueltos grandes problemas limitantes de su -- cultivo (inoculación, encalado, abonos, deficiencias en otros elementos) ha tenido en los últimos treinta años un notable desarrollo.

TIPOS Y VARIEDADES DE ALFALFA

ECOTIPOS Y VARIEDADES.- La alfalfa ya introducida en una región -- ha ido sufriendo una serie de cambios selectivos, bien por vía natural (supervivencia de las plantas mejor adaptados a ese medio) -- o por mano del hombre (selección de la semilla de forma empírica, de aquellas parcelas o plantas de mejor aspecto y rendimiento). De esta forma, aún partiendo de la misma alfalfa, se ha llegado en -- distintos lugares a conformar alfalfares hoy completamente distintos, con características propias y perfectamente diferenciables. Esto constituye la idea básica de la forma de un ecotipo; se trata de alfalfares que por haberse desarrollado en una región de -- características ambientales homogéneas, al cabo de los años ostentan características más o menos definidas y constantes. Pero debe

insistirse que dentro de un ecotipo puede haber, y de hecho se encuentran, variedades distintas de la especie, aunque se siembre -- obedeciendo a un patrón común.

Las variedades por el contrario, se ha formado de manera controlada y dirigida por el hombre, cuidando al mismo tiempo los caracteres de la variedad. Sus características se encuentran perfectamente definidas y son inalterables a lo largo del tiempo.

Aunque la mayor parte de la semilla que maneja el comercio mundial actualmente pertenece a ecotipos, sin embargo existe la tendencia y el deseo de incrementar la importancia de las variedades, de manera que el agricultor, cuando adquiere una semilla, sepa con garantía las características agronómicas, que posee. Concretamente en el área de la comunidad económica europea se pretende que el comercio bajo control oficial de semilla de alfalfa sea, dentro de unos años, limitado únicamente a variedades registradas.

Frecuentemente, los ecotipos que por índole de su formación se hayan muy ligados a la idea del medio, reciben denominaciones que se refieren a un lugar o región; así por ejemplo, se habla de Alfalfa Aragón, Flamenca o Turinga.

ESPECIES Y VARIEDADES BOTANICAS

Las alfalfas cultivadas comúnmente pueden ser clasificadas dentro de cinco grupos distintos sobre la base de color de sus flores, lugar de origen y resistencia al frío. Cada grupo contiene razas o variedades que difieren en algún grado.

1.- Grupo de alfalfa comunes (*Medicago Sativa* L.) Incluye las alfalfas de flores púrpuras, no pubescentes o lisas. Quedan dentro de este grupo dos tipos generales de plantas.

El primer tipo tiene coronas pequeñas, las cuales son producidas por encima de la superficie del suelo, y es relativamente resistente al frío. Estos factores son la base para la producción de razas regionales. Sus hábitos de crecimiento tanto en primavera co

mo en otoño son iguales. Algunas de las razas regionales son "da - kota común", "karisas común", etc. La mayoría de las alfalfas cultivadas en México consideradas como criollas quedan comprendidas dentro de este grupo.

2.- Grupo de alfalfas del turquestán (*Medicago Sativa* L.) Comprende todas las alfalfas producidas de semillas originadas en Turquestán. Son caracterizadas por flores cortas de color púrpura ligeramente más pubescentes que la común, crece más rápido que la común. Tiene resistencia al frío, enfermedades y sequía. Entre las variedades de este grupo tenemos a la turquestán, hardistán, kaw y orestán.

3.- Grupo de alfalfas no resistentes al frío (*Medicago Sativa* L.) Caracterizada por sus largos periodos de crecimiento, y su rápido poder de recuperación después del corte. Son afectadas por las bajas temperaturas. Incluye las variedades velluda peruana, árabe, india, chilena, africana, etc.

4.- Grupo de alfalfa variegadas o de flores jaspeadas (*Medicago -- Media*), Plantas que posiblemente se originaron mediante flores amarillas, *M. Sativa* y *M. Falcata* respectivamente. Subsecuentemente hay considerable rango de colores en las flores siendo el púrpura el predominante. Se caracteriza por tener más resistencia a las heladas que la común y la no resistente. Las variedades más comunes de este grupo son: Grimm, Baltic, Hardigan, Ladak, etc.

5.- Grupo de alfalfa de flores amarillas (*Medicago Falcata*) Incluye las alfalfas de flores amarillas, llamadas frecuentemente "Siberianas" o alfalfa "Hoz". Sin embargo, no todas vinieron de Siberia. Grupo distinguida por el color de sus flores y su vaina en forma de media luna o de hoz. Son resistentes al frío y sequía. Resisten te a las heladas hasta -26°C . Sus plantas son usadas para trabajos de mejoramiento.

En México existen variedades extranjeras como las españolas, de Estados Unidos y Francesas.

Las variedades españolas son:

- Medicago Sativa Alborayensis
- Medicago Sativa Valenciana
- Medicago Sativa Murciana
- Medicago Sativa Aragonensis

Las variedades francesas son:

- Medicago Sativa Poituou
- Medicago Sativa Provenzalis

Las variedades de Estados Unidos son:

- Medicago Sativa Peruviana
- Medicago Sativa Chilensis
- Medicago Sativa Moapa

Variedades Mexicanas son:

- Medicago Sativa Atlixco
- Medicago Sativa Mexicana
- Medicago Sativa Oaxaquensis

Medicago Sativa Atlixco.- Variedad de mediano crecimiento y requiere tierras fértiles; de temperatura cálida; resiste poco al frío. Produce de 4 a 5 cortes regulares.

Medicago Sativa Mexicana.- Esta variedad desciende de la alfalfa provenzal; tiene las mismas características que esa variedad francesa, con la particularidad de ser en invierno de tallos más rastrojos y cortos, siendo en primavera su crecimiento vertical, de tallos bastante fuertes y con abundante hoja. Requiere de tierras fértiles de abundante riego, de subsuelo permeable y fácil de drenar pues en terrenos poco permeables o muy húmedos perece; siendo de resistencia reducida al frío.

Medicago Sativa Oaxaquensis.- Variedad de mayor producción que las anteriores; de crecimiento recto, tallos fuertes, de regular -

follaje y producción. Requiere de tierras fértiles, subsuelo permeable; resiste poco al intenso frío, disminuyendo su producción. Desciende de la variedad española valenciana.

Ultimamente (aproximadamente en 1962), la productora nacional de semillas, dependiente de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, empezó a poner atención a la certificación de semilla de alfalfa, e incluso en el campo experimental de la Cal grande en Michoacán, desarrollaron otra variedad mexicana llamada Tanverde.

NUEVAS VARIEDADES

Mixteca 76.- Desarrollada de los ecotipos denominados oaxaqueños, propia para los estados de Oaxaca y Puebla. La planta alcanza 50 cms. de altura y tiene abundante follaje; esta variedad es resistente a la plaga Mildiu veloso, propia de la alfalfa.

Inia 76.- Se formó a partir de ecotipos Tanhuato, cultivados en esa zona de Michoacán, alcanza una altura de 55 cms., es de abundante follaje, bastante precoz y muy rendidora, más que las variedades que se siembran en el centro del país; se recomienda para los estados de Guanajuato, Michoacán, México, Puebla, Aguascalientes y Distrito Federal.

Bajío 76.- Fué desarrollada en esa región del país y en el estado de Puebla, es similar a la Inia 76, y se recomienda para los mismos lugares.

Puebla 76.- Se desarrolló en el Bajío, Puebla y México, similar a las anteriores y se recomienda para los mismos lugares.

Debido al mal cultivo y peor selección, año con año las alfalfas del país se degeneran; son más cortas, de menos hojas, más duras y producen menos cortes que las variedades europeas y americanas.

Toda semilla de alfalfa que sea de color verde intenso y un poco arrugada, como ocurre con el 50% del país, es semilla que no ha llegado a su completo desarrollo y no puede nacer por falta de nutrición en el germen que no está bien desarrollado, y por este motivo, si nace, será muy mala y necesitará mayor cantidad de semilla por hectárea.

Para la producción de buena semilla es indispensable tener en cuenta lo siguiente: seleccionar en el campo aquellas matas que sobresalen del conjunto; dejar que florezcan y desarrollen la semilla hasta su completa madurez; una vez cosechada y limpia, se procede a sembrarla como se acostumbra y cuando llega el segundo año de desarrollo se deja crecer hasta que florezca y produzca una semilla que se sembrará como queda indicado. Al tener abundancia de semilla seleccionada se lanzará al mercado con la certeza de proporcionar una semilla de toda confianza que acredite la calidad que será apreciada por los agricultores del país. Mientras esto no se lleve a cabo, no se tendrá suficiente confianza en ella y siempre se preferirá semilla de alfalfa extranjera.

COMPOSICION QUIMICA DE LA ALFALFA.

En las tablas I, II, III y IV se da la composición de varios productos de alfalfa.

COMPOSICION QUIMICA DE PRODUCTOS SECOS DE ALFALFA

(TABLA 1)
Composición media total

Alimentos	materia seca %	proteína digest. total %	Principios nutritivos dig. total %	Relación nutritiva 1:	Proteína %	Grasa %	Fibra %	extracto no nitrogenado %	materia mineral %	no. de análisis
Alfalfa, harina con mucho tallo	92.7	9.8	50.2	4.1	63.6	1.6	34.8	35.5	7.2	70
Alfalfa, deshidratada, harina	93.6	13.8	54.7	3.0	18.9	2.8	24.3	38.1	9.5	23
Alfalfa, harina buena	92.7	11.8	53.6	3.5	16.1	2.2	27.1	38.2	9.1	733
Alfalfa, harina de hoja, buena	92.3	16.1	56.7	2.5	21.2	2.8	16.6	39.7	12.0	200
Alfalfa, harina de hoja, rica en fibra.	92.6	14.3	53.2	2.7	19.6	2.7	20.7	38.9	10.9	168
Alfalfa, harina de tallos	91.0	5.9	42.0	6.1	11.5	1.3	36.3	34.8	7.1	56
Alfalfa, heno aceptable (31-34% fibra)	90.5	9.7	49.9	4.1	13.5	1.7	31.8	36.0	7.5	119
Alfalfa, heno anterior a la floración	90.5	13.3	53.4	2.9	19.0	2.7	22.6	36.7	9.5	13
Alfalfa, heno bueno (28-31% fibra)	90.5	10.3	50.4	3.9	14.3	1.8	29.7	36.5	8.2	264
Alfalfa, heno con mucho tallo (mas 34% fibra)	90.5	8.1	46.2	4.7	12.1	1.4	36.0	35.4	7.6	116
Alfalfa, heno deshidratado	92.0	11.3	55.4	3.9	16.1	2.4	26.9	39.1	7.1	11
Alfalfa, heno después de la floración.	90.5	9.2	47.6	4.2	12.8	2.1	31.9	36.2	7.5	10
Alfalfa, heno foliáceo (25-28% fibra)	90.5	11.7	51.5	3.4	15.8	2.2	27.4	36.6	8.5	244
Alfalfa heno media general	90.5	10.5	50.3	3.8	14.8	2.0	28.9	36.6	8.2	898
Alfalfa, heno muy foliáceo (fibra inferior a 25%)	90.5	12.1	52.7	3.2	17.2	2.6	22.6	39.4	8.7	155
Alfalfa heno negro	83.1	0.4	19.7	46.5	17.5	1.5	23.1	25.3	9.7	1
Alfalfa heno pardo	87.9	9.2	44.0	3.6	17.3	1.6	24.5	35.1	9.4	3
Alfalfa heno 3/4 al total en floración	90.5	10.3	50.1	3.9	14.1	1.9	30.2	36.2	8.1	27
Alfalfa, heno 1/2 a 1/10 de floración.	90.5	11.2	51.7	3.6	15.8	1.6	28	36.7	8.4	59
Alfalfa, hojas	90.5	17.4	57.9	2.3	22.3	3.0	14.2	40.5	10.5	46
Alfalfa, paja	92.6	4.5	42.6	8.5	8.8	1.5	40.4	35.1	6.8	4
Alfalfa, tallos	90.5	5.2	41.7	7.0	10.2	1.2	37.4	34.9	6.8	43
Alfalfa y bruno heno	89.3	7.2	46.8	5.5	12.4	2.0	28.6	38.1	6.2	--
Alfalfa y feno, heno	89.8	6.6	49.1	6.4	11.1	2.2	29.5	40.3	6.7	--

(TABLA II)

COMPOSICION QUIMICA DE PRODUCTOS VERDES DE ALFALFA

Alimento	Materia seca total %	Proteína digest. total %	Principio nutritivo dig. tot.	Relación nutritiva 1:	Proteína %	Composición media tot.			materia mineral %	No. de - ana- lisis.
						Grasa %	Fibra %	Extrac- to no nitroge- nado %		
Alfalfa antes de la flo- ración.	19.8	3.2	12.0	2.8	4.1	0.7	4.6	8.3	2.1	9
Alfalfa después de la floración.	29.8	2.0	13.9	6.0	2.9	0.6	12.8	11.3	2.2	6
Alfalfa en floración	26.3	3.4	15.6	3.6	4.4	0.7	8.4	10.6	2.2	50
Alfalfa tierra hasta 25 cm de altura.	19.5	4.4	13.4	2.0	5.2	0.9	3.5	7.5	2.4	7
Alfalfa verde media general	25.3	3.4	14.7	3.3	4.5	0.9	7.2	10.4	2.3	175
Alfalfa y bromo con mitad de alfalfa.	22.4	3.6	14.6	3.1	4.6	0.8	5.2	9.4	2.4	--
Alfalfa y fleo con mitad	21.7	3.4	14.1	3.1	4.3	0.8	4.5	9.7	2.4	--

TABLA III

COMPOSICION QUIMICA DEL ENSILAJE DE ALFALFA

Alimentos	materia seca	proteína digest. total	Principio nutritivo total	Relación nutritiva	COMPOSICION MEDIA TOTAL			Ext.no nitro- genado	Mat. mine- ral	No. de análisis
					Proteína	Grasa	Fibra			
	%	%	%	1:	%	%	%	%		
Alfalfa con ácido fosfórico.	26.8	3.2	14.7	3.6	4.7	0.9	8.5	10.2	2.5	14
Alfalfa marchita antes de ensilarse.	36.6	4.1	21.3	4.2	6.0	1.4	11.7	13.7	3.2	25
Alfalfa marchita con melaza.	36.6	4.0	21.4	4.4	6.0	1.1	11.2	15.3	3.0	21
Alfalfa no marchita con melaza.	26.8	2.7	15.4	4.7	4.1	0.9	8.2	11.2	2.4	25
Alfalfa no marchita sin preservativo.	25.0	2.7	13.7	4.1	4.2	0.4	8.1	9.5	2.3	25
Alfalfa y fleo con melazas	27.5	2.7	15.9	4.9	4.1	1.2	9.1	10.7	2.4	3

TABLA IV
RIQUEZA MINERAL DE PRODUCTOS DE ALFALFA

Alimento	Ca	P	K	Na	Cl	S	Mg	Fe	Mn
	%	%	%	%	%	%	%	%	mg/lb
Alfalfa seca									
Alfalfa,harina buena.	1.32	0.19	1.91	-	-	-	-	0.018	20.0
Alfalfa,harina de hojas buena.	1.69	0.25	-	-	-	-	0.40	-	27.6
Alfalfa,heno antes de la floración.	2.22	0.33	2.14	0.20	0.31	0.57	0.23	0.023	14.1
Alfalfa,heno de 1/2 a 1/10 en floración.	1.26	0.22	2.01	0.14	0.34	0.27	0.23	-	12.7
Alfalfa,heno media general.	1.47	0.24	2.05	0.13	0.37	0.32	0.29	0.025	20.5
Alfalfa,hoja	2.22	0.24	2.06	-	-	-	0.40	0.034	32.7
Alfalfa,tallo	0.82	0.17	2.21	-	-	-	0.26	0.015	6.0
ALFALFA VERDE									
Alfalfa antes de la floración.	0.48	0.07	0.47	0.04	0.07	0.12	0.05	-	2.5
Alfalfa en floración.	0.37	0.07	0.58	0.04	0.11	0.08	0.07	-	-
Alfalfa verde, media general	0.35	0.07	0.56	0.04	0.11	0.09	0.08	0.007	5.6
ALFALFA ENSILADA									
Alfalfa marchita antes de ensilarla	0.51	0.12	0.85	0.05	0.15	0.13	0.12	0.011	8.5
Alfalfa no marchita sin preservativo.	0.35	0.08	0.59	0.04	0.11	0.09	0.09	0.007	6.0

PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE LA ALFALFA

Los principales estados productores en el país son: Chihuahua, Baja California Norte, Guanajuato, Hidalgo, el estado de México, Sonora y Coahuila. A continuación se muestra lo anterior con los datos encontrados en la bibliografía.

(sólo se encuentran los 5 ó 6 primeros lugares)

El concepto encontrado es ALFALFA VERDE.

1980			
Estados	Superficie cosechada Ha.	Producción TON	Porcentaje sobre el total de producción
Guanajuato	37,970	2'534,602	14.95
Chihuahua	27,275	2'495,493	14.69
Hidalgo	25,297	1'902,622	11.20
México	22,850	1'732,746	10.20
Baja California Norte.	17,911	1'199,332	7.06
1981			
Hidalgo	28,062	2'376,913	14.15
Guanajuato	37,512	2'376,913	14.15
Chihuahua	27,241	2'279,485	13.57
México	18,660	1'599,167	9.52
Sonora	18,660	1'353,917	8.06
1982			
Chihuahua	33,765	2'714,946	18.05
Hidalgo	25,956	2'436,432	16.20
Guanajuato	44,651	2'400,812	15.97
México	21,415	1'918,573	12.75
Sonora	21,941	1'066,928	7.09
B. C. N.	15,583	825,005	5.48

1983

Entidad	Superficie cosechada Ha.	Producción TON	Porcentaje sobre el total de producción
Guanajuato	46,367	2'593,863	10.99
México	22,824	1'996,336	13.08
Chihuahua	28,958	1'959,005	12.83
Hidalgo	23,448	1'641,360	10.76
Sonora	19,685	1'191,552	7.81
B.C.N.	15,621	790,225	5.17

1984

Guanajuato	48,420	2'709,779	18.45
Hidalgo	29,072	2'577,181	17.54
B.C.N.	19,619	1'207,799	8.22
Sonora	15,902	983,325	6.69
Chihuahua	36,536	498,384	3.39
México	3,432	232,094	1.58

1985

Guanajuato	46,499	2'523,745	18.32
Hidalgo	29,712	1'902,674	13.81
Chihuahua	28,699	1'804,445	13.09
México	12,918	1'123,468	8.51
B.C.N.	16,397	1'036,602	7.52

1986

Estos datos no fueron encontrados en la bibliografía correspondiente.

1987

Entidad	Superficie cosechada Ha.	Producción TON	Porcentaje sobre el total de producción.
Hidalgo	29,800	1'942,925	18.21
Guanajuato	49,426	2'747,366	25.75
Durango	13,112	1'040,359	9.75
México	14,358	980,000	9.18
Coahuila	12,349	783,983	7.35
Chihuahua	36,611	597,699	5.60

1988

Guanajuato	46,965	2'125,549	14.37
Hidalgo	20,291	1'186,150	8.03
México	11,408	376,596	2.85
S.L.P.	8,940	412,170	2.79
Durango	11,711	477,790	3.23
Coahuila	8,197	378,830	2.57
Aguascalientes	6,918	376,455	2.55

1989

Chihuahua	44,978	2'456,944
Guanajuato	45,882	1'648,287
Hidalgo	20,168	1'023,827
Aguascalientes	7,196	521,694
S.L.P.	9,357	490,532
México	10,307	469,212
Durango	12,229	435,801
Coahuila	8,551	325,407

TABLA V.

ESTADÍSTICAS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN DE ALFALIA VERDE.

Concepto	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
1. Superficie sembrada Ha.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	235.917
2. Superficie cosechada Ha.	152.502	163.832	167.898	180.657	402.156	203.543	195.750	209.650	220.887	227.761
3. Rendimiento medio TON/Ha.	60.89	69.138	62.144	67.767	32.832	70.016	68.880	74.336	80.705	70.784
4. Producción miles TON	9.240	9.688	10.433	11.157	13.206	14.259	13.483	15.505	17.827	16.122
5. Precio medio rural \$/TON	136	139	148	135	165	222	211	261	381	289
6. Valor de la producción miles de millones de \$	1.254	1.347	1.540	1.506	2.179	3.169	2.845	4.122	6.784	6.271

Concepto	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
1. Superficie sembrada Ha.	251.203	259.466	260.806	257.397	244.528	251.506	-	270.508	263.664
2. Superficie cosechada Ha.	241.079	251.992	260.589	246.592	237.216	242.899	257.820	262.653	257.853
3. Rendimiento medio TON/Ha.	67.147	67.545	65.376	58.25	61.918	56.715	53.928	47.605	57.266
4. Producción miles TON	16.187	16.798	17.036	14.263	14.688	13.776	13.906	12.525	14.766
5. Precio medio rural \$/TON	491	637	862	1.952	3.461	4.836	8.671	21.722	93.497
6. Valor producción miles de millones de \$	7.953	10.625	14.691	28.116	50.688	66.622	120.582	272.058	1.380

2.- GENERALIDADES SOBRE EL SECADO.

CONCEPTOS FUNDAMENTALES:

El secado es el proceso que consiste en la eliminación de un líquido por conversión en vapor, que se separa del sólido. La energía necesaria para evaporar el líquido es suministrada en forma de calor. Hay que hacer notar que el secado se diferencia de la evaporación por el equipo empleado y que la cantidad del líquido eliminado por evaporación en soluciones o suspensiones es mucho mayor.

Se ha aplicado también el término deshidratación a los procesos de secado, pero su uso se ha limitado casi por entero al secado de alimentos. Este término alude también a la eliminación del agua de combinación o formación de sales inorgánicas y a la eliminación simultánea del hidrógeno y grupos oxhidrilos de los compuestos inorgánicos.

El contenido de humedad de un sólido, se expresa como la cantidad de humedad por unidad de peso del sólido seco o húmedo.

Humedad en base seca indica el contenido de humedad de un sólido húmedo por unidad de peso de sólido completamente seco.

La ventaja de utilizar esta base es que la pérdida de humedad se obtiene restando los contenidos de humedades antes y después del secado.

La humedad en base peso húmedo es la que expresa la humedad de un material por un porcentaje del peso del sólido húmedo. Esta base es menos satisfactoria que la base de peso seco con la cual la variación del porcentaje de humedad es constante para todos los contenidos de humedad.

Contenido de humedad libre es el líquido que puede separarse a una temperatura y humedad dada. Puede incluir humedad aprisionada y sin aprisionar.

Humedad aprisionada en un sólido es el líquido que ejerce una presión de vapor menor a la del líquido puro, a una temperatura. El líquido puede estar aprisionado por retención en pequeños tubos capilares, formando soluciones fibrosas o celulares en las paredes. También se forman soluciones homogéneas en todo el sólido y por su adsorción química o física sobre superficies sólidas. La humedad aprisionada sólo puede eliminarse de un sólido en condiciones concretas de humedad del medio externo que le rodea.

Humedad no aprisionada en un material higroscópico es la humedad que hay en exceso del contenido de humedad en equilibrio correspondiente a la saturación. Toda el agua de un material no higroscópico es humedad no aprisionada.

Contenido crítico de humedad es el contenido de humedad promedio cuando termina el período de velocidad constante.

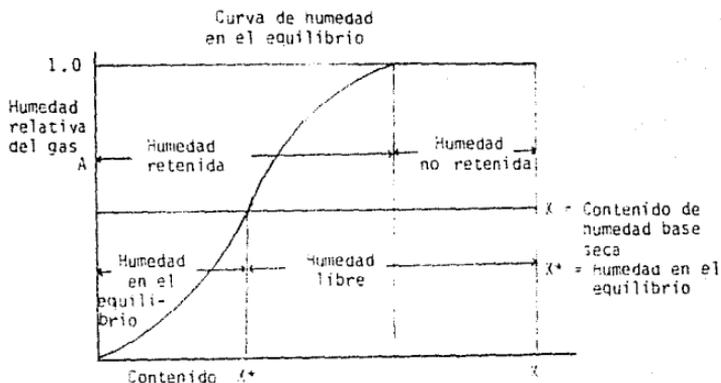
Contenido de humedad en equilibrio es el contenido de humedad de una sustancia que está en equilibrio con una presión parcial dada del vapor.

Humedad en gases denota la cantidad de vapor de agua realmente presente en un gas.

Flujo capilar es el paso de un líquido por los intersticios y sobre la superficie de un sólido provocado por la atracción molecular líquido-sólido.

Difusión interna Se define como el movimiento del líquido o el vapor a través del sólido, como resultado de las diferencias de concentración.

TIPOS DE HUMEDAD



Esta figura muestra en forma gráfica los conceptos anteriores gráficamente para un sólido de humedad X expuesto a un gas de humedad relativo A .

MECANISMOS DE TRANSFERENCIA

El secado involucra los tres mecanismos de transferencia: calor, momentum y masa. Siendo más importantes dos; estos mecanismos controlan el secado, estos son:

- 1.- Transferencia de calor. Presente en el aumento de temperatura del sólido húmedo y para evaporar el contenido de humedad.
- 2.- Transferencia de masa. Presente en la transferencia de humedad interna de sólido a la superficie del sólido y en la evaporación de la humedad del sólido.

En el secado la transferencia de calor se presenta por conducción, convección o radiación y en algunos casos la combinación de estos. De acuerdo a la forma de transferencia de calor se

clasifican los secadores. La única excepción es el secador eléctrico o de alta frecuencia en el cual el calor es generado -- dentro del sólido y fluye a la superficie.

En el secado la transferencia de masa de un sólido húmedo dependerá de dos mecanismos:

a) El movimiento de la humedad interna del sólido. Este movimiento de humedad interna del sólido será función de la naturaleza física interna del sólido y el contenido de humedad.

b) Movimiento externo de la humedad, en forma de vapor. El movimiento del vapor de la superficie del sólido es resultado de las condiciones externas de temperatura, flujo y humedad de aire, área expuesta a la transferencia, diferencia de presión.

En el secado se presentan ambos mecanismos. Pudiendo ser un factor limitante sobre el contenido final de humedad. Estos mecanismos se presentan simultáneamente durante el ciclo de secado. En algunos materiales el movimiento interno de la humedad del sólido es un factor importante además del área de evaporación.

Es importante entender el proceso de secado para obtener condiciones óptimas del mismo.

CONDICIONES INTERNAS

Como resultado de la transferencia de calor en el sólido existe una diferencia de temperaturas de la superficie caliente a la superficie donde se encuentra la evaporación. Esto hace que la humedad del interior del sólido pase a la superficie. En la superficie donde existe el flujo de humedad interno de sólido -- pueden presentar uno o más mecanismos, estos son:

- . Difusión.
- . Flujo capilar.
- . Flujo debido a pérdida de presión interna durante el secado.
- . Flujo debido a condensaciones y vaporizaciones de la humedad.

Estos mecanismos pueden existir simultáneamente, así en las etapas de secado predomina uno u otro pero siempre debido a los gradientes de humedad a través del espesor de el material. Estos gradientes de humedad se deben al flujo del liquido del interior del sólido que reemplazan la humedad evaporada de la superficie. En el caso de la difusión líquida disminua cuando se reduce el contenido de humedad.

Existe una mayor transferencia de calor cuando existe una mayor superficie de evaporación esto se puede hacer cuando se aumenta la cantidad de aire. Esta es una variable que controla el proceso de secado.

Se necesitan largos tiempos de residencia y temperaturas altas para materiales que tienen reducida superficie de evaporación. Esto sucede en materiales como cerámica, madera, etc. Estos materiales tienen un gradiente de humedad alto. El gradiente de temperatura en el sólido creará un gradiente de presión de vapor que provoca la difusión de la humedad en forma de vapor.

Hougen, McCauley y Marshall estudiaron las condiciones en las cuales es probable que se produzca la circulación capilar y difusional en un sólido. Presentaron y analizaron un resumen de los gradientes de humedad experimentales publicados para los dos casos. Sus curvas indicaron que la circulación capilar se caracteriza por un gradiente de humedad que comprende una doble curvatura y un punto de inflexión (Fig. 1) mientras que la difusional es una curva uniforme, con su concavidad hacia abajo (Fig. 2), como podría predecirse al resolver las ecuaciones integradas de difusión. Demostraron también que para la circulación difusional,

Figura 1

CIRCULACION CAPILAR

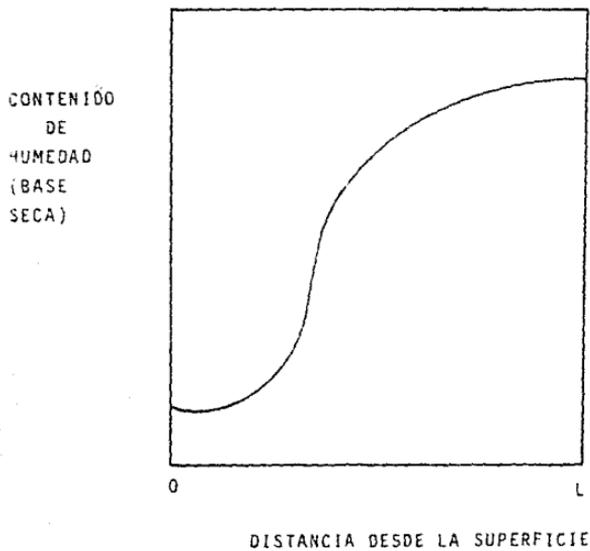
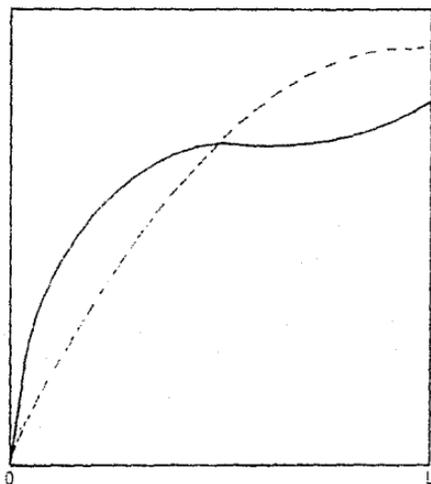


Figura 2

CIRCULACION DIFUSIONAL

CONTENIDO
DE
HUMEDAD
(BASE
SECA)



DISTANCIA DESDE LA SUPERFICIE

la difusividad del líquido, que por lo general se supone constante, no lo es, sino que decrece a medida que disminuye el contenido de humedad. La curva punteada de la fig. 2 es para una difusividad constante y la curva continua es experimental indicando una difusividad variable. Por consiguiente, las ecuaciones integrales de la difusión para la difusividad constante no son rigurosamente aplicables a la desecación, aún cuando la difusión líquida tenga lugar.

El mecanismo difusional se encuentra para materiales como gomas, jabones, yesos plásticos, gelatinas, y en la últimas etapas de secado de papel, textiles, almidones, sólidos hidrofílicos.

Los materiales como sólidos granulares gruesos, pigmentos, minerales presentan el mecanismo capilar.

CONDICIONES EXTERNAS: Secadores calentados directamente.

Los variables externos importantes son: Temperatura, cantidad y dirección del flujo de aire, forma física del sólido, la agitación y la forma del lugar que soporta el sólido húmedo.

La etapa inicial del secado de un sólido de alto contenido de humedad es muy importante porque determina una superficie de evaporación grande. La superficie de evaporación es esencial para la difusión del vapor de la superficie del sólido a los alrededores. En la superficie del sólido existe una capa estacionaria de aire. Esta capa de aire presenta resistencia a el flujo de vapor y actúa como un aislante al calor. El espesor de esta capa disminuye con el aumento de la velocidad de aire o el gas en contacto.

La cantidad de difusión y evaporación será directamente proporcional a el área expuesto del sólido y a la diferencia de presiones de vapor existentes entre el vapor de difusión y la del aire; e inversamente proporcional al espesor de la capa.

En la práctica estas condiciones son tomadas en cuenta: - granulando en forma apropiada el sólido, el uso de ventiladores - para una convección formada y el aire que será alimentado a la -- planta de secado.

TRANSFERENCIA DE CALOR

El calor debe ser aplicado al material con el propósito - de vaporizar el líquido presente, vapor que será extraído por al- -- gún medio, ya sea por flujo de aire o por vacío.

Así pues, el calor deber ser transferido del gas seco de- -- la superficie caliente hacia el centro del material, o al punto - donde se encuentre la humedad del material.

La transferencia de calor se produce predominantemente por convección o por conducción, pues aunque es cierto que en todos - los secadores se transfiere calor por radiación, es raro que este mecanismo predomine. Este hecho se debe a que al suministrar me - dios para el calentamiento por convección o conducción, se proveen automáticamente los medios para eliminar el vapor; debe tenerse en cuenta por corrección el mecanismo de transporte por convección o - conducción.

El caso de secado por convección es distinto. El coefi -- ciente de transferencia de calor suele ser más grande y no varía - mayormente durante el transcurso del secado. Ahora la limitación - de la velocidad de secado está dada principalmente por el coefi - ciente de transferencia de materia.

El rango en que la transferencia de calor ocurre iversa -- mente con la distancia entre la fuente de calor y el material. Es- -- te rango varía también con el área expuesta, la cantidad de movi - mientos del material y la turbulencia del gas de secado.

PERIODOS DE SECADO

Se habla de dos periodos de secado que son: periodo de velocidad de secado constante y periodo de velocidad de secado --decreciente, siendo a grandes rasgos sus características las que se mencionan a continuación:

A) Periodo de velocidad de secado constante.

Todos los líquidos poseen una presión de vapor a una temperatura dada. La presión de vapor de la superficie húmeda de un sólido es muy similar a las del líquido puro a la misma temperatura.

Si la presión parcial del aire circundante es menor que la presión de vapor del líquido, la vaporización se lleva a cabo.

En las figuras 3,4 y 5 el periodo de velocidad de secado constante está indicado en el intervalo b a C.

Si la superficie del material está completamente húmeda el secado será proporcional a la diferencia de presiones de vapor.

Este secado ocurre desde el interior del material para mantener la superficie húmeda (el contenido de humedad en la superficie se reduce constantemente por evaporación). Si la temperatura, humedad y velocidad del aire que pasa sobre la superficie húmeda se mantienen constantes el material llega a una temperatura de equilibrio también constante. A esta temperatura el calor sensible transferido del aire al material es igual al calor latente absorbido por la evaporación del agua. La velocidad de secado --permanece constante porque las condiciones de secado lo son.

En este periodo de velocidad constante a mayor temperatura de la superficie del material, mayor es la presión de vapor y mayor la velocidad de secado.

Como el calor sensible se recibe por convección del aire, la temperatura de la superficie se aproxima a la temperatura de bul

bo húmedo del aire.

B) Periodo de decremento en la velocidad de secado.

Durante el curso de cualquier proceso de secado se llega a un punto en que la superficie no está completamente húmeda.

La velocidad del movimiento de humedad por difusión es el -- factor que controla la velocidad a la que la humedad puede ser vaporizada al aire.

El porcentaje de humedad en este punto del ciclo de secado se llama el punto de contenido crítico de humedad. Entonces la velocidad de secado decrece continuamente. La velocidad y la humedad del aire no surten efecto considerable en la velocidad de secado. Otros factores como la temperatura y gradiente de humedad -- del material asumen un papel de relativa importancia.

Como el contenido de humedad disminuye en el material la temperatura aumenta hasta aproximarse a la temperatura del aire. En otras palabras el contenido más bajo de humedad a la que un sólido puede ser secado con aire, a una temperatura, humedad y presión dadas, se designa como contenido de humedad en el equilibrio.

FACTORES PRINCIPALES QUE GOBIERNAN LA
VELOCIDAD DE SECADO.

- 1.- Dispersión de la humedad: un secado rápido requiere la exposición de una máxima superficie. Un conglomerado de material tiene características pocas favorables para el secado. En -- cambio las partículas suspendidas en el vapor son muy favorables.
- 2.- Diferencial de temperatura; el tipo de secado es proporcional a la diferencia de temperatura del medio secante y la -- temperatura del material por secar.

PERIODOS DE SECAO

Tiempo y contenido de humedad

contenido de Humedad
W

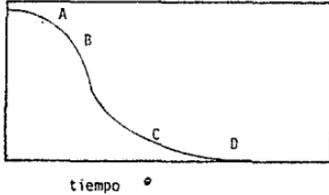


Figura 3

INTERVALO

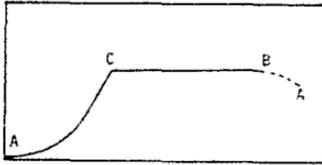
A-B período de calentamiento

B-C período de velocidad de secado constante.

C-D período de velocidad de secado decreciente.

PUNTO C contenido crítico de humedad.

$dW/d\theta$
intensidad del secado



contenido de humedad
(base seca) W
Figura 4

$dW/d\theta$
intensidad de secado

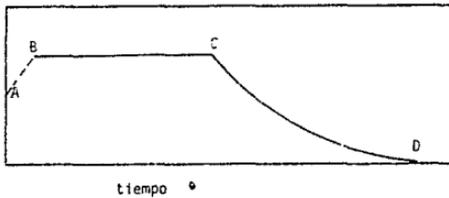


Figura 5

- 3.- Agitación; un movimiento rápido del material y del medio favorece un secado a mayor velocidad.
- 4.- Tamaño de partícula; el secado se caracteriza por la evaporación en la superficie de la partícula. Seguida de un secado de la humedad interna, operación que se lleva a cabo por difusión. Esta transferencia se lleva a cabo más rápidamente en partículas pequeñas.
- 5.- Estructura de la partícula; materiales que poseen intersticios o capilares hacen el secado más fácil. Partículas densas, que no son porosas o que absorben humedad son difíciles de secar.

NIVEL DE TEMPERATURA Y DEMANDA DE CALOR

La temperatura es el factor que más influye en la capacidad del secador. La temperatura del medio de calentamiento o del aire en el interior de los secadores por convección será siempre la más alta posible sin que estos tengan efectos posteriores sobre el material.

Pueden emplearse temperaturas bajas, pero hay que recordar como regla general que las pérdidas de calor sensible en los gases de salida se incrementará. Consecuentemente se necesita una gran cantidad de flujo de aire para proveer del calor necesario de evaporación.

Si se reduce la temperatura, se puede llegar al punto de condensación. Esta temperatura se conoce como punto de saturación o punto de rocío y corresponde a una cantidad definida de vapor de agua por unidad de peso de aire. Para cada temperatura existe un límite.

Desde el punto de vista de economía de calor, es deseable descargar el aire de secado a su punto de saturación. Pero para evitar dificultades de condensación, generalmente se opera el seca-

dor de tal forma que el aire a la salida tenga una humedad relativa que no exceda de un 50 a 80%.

Otra manera de reducir las pérdidas de calor es recirculando parte de los gases de salida. Esta práctica es también una medida de controlar la humedad que es deseable para conseguir la máxima capacidad de secado.

Cuando los requerimientos de temperatura no son impuestos por el material a secar, temperaturas altas pueden ser utilizadas si son toleradas por los materiales de construcción del equipo.

El acero al carbón por ejemplo pierde su fuerza rápidamente a temperaturas sobre 343°C pero puede ser utilizado hasta 537°C si no está sujeto a esfuerzos mecánicos o atmósferas corrosivas.

El consumo de combustible en la operación de secado es el más costoso. Los requerimientos de calor para la operación de secado pueden ser calculados en base a un balance de calor. El calor involucrado en la operación de secado se utiliza en proveer el calor latente de vaporización, el calor perdido por radiación, y el calor sensible necesario para llevar la temperatura de cada componente del sistema a su temperatura de salida.

CLASIFICACION DE SECADORES

Se propone una clasificación en base al proceso de secado; dos clases generales y cinco subclases. Las dos clases generales distinguen los secadores adiabáticos y no adiabáticos.

Los secadores adiabáticos se distinguen unos de otros de acuerdo a si los gases de secado pasan a través del material o sobre su superficie. Los procesos no adiabáticos se clasifican de acuerdo a si el calor se aplica a través de una superficie de transferencia o radiación y más tarde el vapor se expulsa por vacío o por purga de gases.

En procesos adiabáticos el calor de vaporización es proporcionado por el gas, que también transporta el vapor hacia el exterior.

El gas entra en una zona de equilibrio que incluye el gas, el sólido, el líquido que se va a vaporizar y el vapor. La superficie del sólido, es equivalente a una superficie de agua libre, que rápidamente tiende a igualar su temperatura a la temperatura de saturación adiabática del líquido puro, y permanecerá así mientras el sólido conserve su superficie húmeda.

En procesos no adiabáticos el calor fluye por los sólidos de alguna fuente que no es el gas. Por ejemplo, por contacto con la superficie de transferencia de calor o por radiación. La superficie del sólido expuesta a esa fuente de calor experimenta un incremento en su temperatura.

PROCESOS ADIABATICOS.

El calor de evaporación es cedido por el calor sensible - del gas.

a) Secado de partículas.

El gas se mueve a través de partículas que son tan pequeñas que la resistencia a la difusión de la humedad es insignificante comparada con la resistencia a la transferencia de calor. El equipo puede ser:

- Secador de esparado
- Flash
- Lecho fluidizado
- Lecho móvil
- Rotatorios

b) Secado de placas o lechos.

El gas fluye sobre la superficie del material a secar, que está-

en un lecho tan delgado que la evaporación es controlada por la difusión de la humedad a la superficie. El equipo utilizado:

- Secadores de tunel
- Secadores de bandejas
- Secadores de anaqueles
- Secadores de banda transportadora.

PROCESOS NO ADIABATICOS.

El calor de evaporación es cedido por radiación o por el calor transferido a través de las paredes de intercambio en contacto con el material a secar.

a) Secado al vacío

El vapor es removido y la difusión de humedad es inducida por -- vacío. El equipo utilizado es:

- Secador de anaqueles
- Secador rotatorio
- Secador cónico

b) Secado de purga

El vapor se remueve al fluir el gas sobre o a través del material a secar. El equipo que entra en esta clasificación es:

- Secador de transporte por tornillo sin fin.
- secador enchaquetado vibratorio
- secador rotatorio continuo
- secador turbo o colector de vapor

c) Secadores radiantes

La evaporación se logra mediante el calor electromagnético y el vapor formado se transporte hacia el exterior por una purga de gas. El equipo utilizado es infrarrojo o dieléctrico.

SELECCION DE SECADORES

La selección preliminar de un secador generalmente requiere de los siguientes puntos a considerar:

- 1.- Propiedades del material a manejar:
 - a) Características físicas cuando está húmedo.
 - b) Características físicas cuando está seco.
 - c) Corrosividad
 - d) Toxicidad
 - e) Flamabilidad
 - f) Tamaño de partícula
 - g) Abrasividad

- 2.- Características de secado del material:
 - a) Contenido inicial de humedad
 - b) Contenido final de humedad (máxima)
 - c) Temperatura permisible de secado
 - d) Tiempo probable de secado en diferentes secadores

- 3.- Flujo de material:
 - a) Cantidad manejada por hora
 - b) Flujo intermitente o flujo continuo
 - c) Proceso anterior al secado
 - d) Procesos posteriores al secado.

- 4.- Calidad del producto:
 - a) Concentración
 - b) Contaminación
 - c) Uniformidad del contenido final de humedad
 - d) Descomposición del producto
 - e) Sobresecado
 - f) Estado o subdivisión
 - g) Temperatura del producto
 - h) Densidad

- 5.- Problemas de recuperación
 - a) Recuperación de polvo
 - b) Recuperación de solvente

- 6.- Factibilidades disponibles
 - a) Espacio
 - b) Temperatura, humedad y limpieza del aire
 - c) Disponibilidad de energía eléctrica
 - d) Permisibilidad del ruido, vibración, polvo o pérdidas de calor.
 - e) Disponibilidad del combustible
 - f) Origen de la alimentación
 - g) Salida de los gases

- 7.- Listado de secadores que pueden manejar el material y condiciones en que lo descarga.

- 8.- Estimación del costo total.

Una selección final de este procedimiento preliminar requiere:

- a) Prueba en planta piloto que proporcionará datos sobre: eficiencia de los secadores en el manejo de material, tamaño óptimo del secador y condiciones de operación.

- b) Hacer una selección final del secador sobre la base de los datos obtenidos en la planta piloto. Es aconsejable seleccionar el secador con los datos preliminares considerando el tiempo y las dificultades involucradas en obtener datos específicos en una planta piloto.

COMPARACION ENTRE SECADORES INTERMITENTES Y CONTINUOS

En general se puede afirmar que un secador continuo es preferible a un intermitente. Un secador continuo de un tipo y capacidad -

dados requiere de menos mano de obra, combustible y espacio; además de que el producto obtenido en la descarga es más uniforme que el obtenido en el correspondiente secador intermitente.

Por otro lado, el secador intermitente tiene un costo inicial menor, bajo costo de mantenimiento, fácil de operar y extremadamente versátil en sus posibles aplicaciones.

De aquí que se prefieran secadores intermitentes cuando el material a secar requiere de un tiempo de permanencia largo, para trabajos de laboratorio, o para materiales que requieren un control riguroso durante el secado.

La cantidad de material por secar es una consideración importante que hacer durante la selección del secador. Si sólo se requieren cantidades mínimas de producto, el costo de una operación intermitente será menor que el de un secador continuo.

Para la selección final debe examinarse todos los factores que intervienen en el proceso, pero como regla general, se puede considerar que productores menores de 4,536 kg/día son mejor manejadas en un secador intermitente, y productores sobre las 45,360 kg/día en un secador continuo.

C A P I T U L O I I

S E C A D O D E L A A L F A L F A

El objetivo principal del secado en la alfalfa es la conservación de la misma.

El secado de la alfalfa es la extracción deliberada del agua - que contiene; es una operación que se lleva a cabo en la mayoría de los casos evaporando el agua por la adición de su calor latente de evaporación.

Esta extracción se puede llevar a cabo en dos formas generales, basadas en cómo se suministra el calor para evaporar el agua, las - cuales son:

- 1.- Secado Natural, del que se obtiene alfalfa "achicalada"; el secado se hace por contacto con el aire y el calor es suministrado por el medio ambiente. Esta forma de secado depende del clima. También se denomina desecación natural.
- 2.- Secado Artificial, del que se obtiene alfalfa deshidratada (harina de alfalfa). Para obtener este producto es necesario utilizar un tipo de secador siendo el más común el rotatorio. Este método de secado es controlado, obteniéndose el producto con la humedad deseada.

A continuación se describen ambos métodos de secado de alfalfa.

1.- SECADO NATURAL

Henificación: Se entiende por henificación el proceso de secado natural de cualquier forraje.

La henificación es la forma más antigua para conservar forrajes. En la estación del año más calurosa es la de mayor producción de alfalfa, y se puede secar el producto que no se consume. Para esto es necesario cortar la hierba, para que el calor evapore el contenido de agua de los tejidos. Con la desecación disminuye el peso, y se obtiene un material fácilmente conservable, ya que los alimentos secos se pueden almacenar durante grandes períodos de tiempo sin que se alteren; la razón principal se debe a que los microorganismos que causan la destrucción o deterioro de la alfalfa no pueden crecer ni multiplicarse en ausencia de agua pues muchas de las enzimas que provocan cambios indeseables en la composición química del alfalfa tampoco pueden actuar sin agua.

Para poder conservar adecuadamente la alfalfa se requiere que tenga un 15% de humedad y como máximo hasta un 20%. La hierba verde contiene, aproximadamente, de un 75 a 85% de agua. La dificultad es triba en hacer disminuir rápidamente el contenido de agua con el fin de matar las células vegetales antes de que la respiración y las fermentaciones consuman las reservas nutritivas de la alfalfa.- La experiencia demuestra, efectivamente, que las pérdidas son proporcionales a la duración de la henificación. En el método de henificación natural, el forraje cortado se extiende al sol. Este procedimiento de desecación resulta muy económico, dependiendo estrechamente de las condiciones ambientales. Esta se hace imposible si la temperatura desciende por debajo de 15°C, o si la humedad relativa del aire sobrepasa el 60%.

EPOCA DE SEGAR LA ALFALFA PARA PRODUCIR HENO

Al momento de decidir el momento en que debe cortarse la alfalfa

fa para heno, debe tenerse en cuenta la calidad del heno que pueda obtenerse y el efecto que tenga la época de corte sobre la duración sobre del alfalfar así como el vigor de las plantas. Aparte importantes experimentos han demostrado que, salvo en aquellos lugares donde las condiciones son excepcionalmente favorables para la alfalfa, la siega repetida de un alfalfar antes de que la mitad esté en floración tiende a debilitar la planta y acortar su vida. Esto se debe al hecho de que las reservas de elementos nutritivos se agotan en las raíces a causa de los cortes tempranos y repetidos. Estas reservas se acumulan en las raíces durante el período de floración y después de él.

Cuando sólo una décima parte está en floración, la siega ocasional no causa perjuicio apreciable, no debe segarse reiteradamente el mismo campo en fases tempranas al desarrollo del forraje. Lo mejor es no segar el mismo campo de alfalfa repetidamente antes que el 50% de las flores se haya abierto, si se desea mantener la vegetación con suficiente vigor durante varios años. No debe comenzarse la siega por la misma zona de cada campo todos los años. Es de suma importancia y conveniente no segar un sembrado nuevo hasta que se hayan segado las plantas más viejas.

IMPORTANCIA DE LA SIEGA TEMPRANA

El porcentaje de proteínas, la digestibilidad y la riqueza en minerales y vitaminas se reducen sensiblemente a medida que avanza el desarrollo de la planta. La velocidad de esta reducción en el valor nutritivo tiende a aumentar en la alfalfa.

A causa de esta variación en la composición, la alfalfa que se siega tarde tiene mucho menos valor nutritivo que la que se siega temprano, en iguales condiciones de henificación. Sin embargo, debe tenerse en cuenta otros factores independientes de las variaciones de la composición química, para decidir la época en que debe realizarse la siega de la alfalfa que se va a henificar.

En las regiones húmedas, suele ser difícil henificar bien el primer corte si se siega demasiado pronto. Las causas son: las plantas poseen en dicha época exceso de agua, que el tiempo no suele ser muy apropiado para la henificación y que puede alterarse el heno fácilmente a causa de la lluvia. Además, una siega prematura puede reducir mucho el rendimiento anual. En la alfalfa, la siega temprana, reiterada, de un campo puede perjudicar seriamente la vegetación, a no ser que las condiciones sean excepcionalmente favorables para esta planta.

Cuando se dispone de una gran superficie de alfalfar, es indispensable iniciar la henificación suficientemente pronto para poder terminar antes de que al final de la cosecha esté demasiado madura.

La diferencia del valor nutritivo entre el heno segado al iniciarse la floración o antes y el cortado cuando la cosecha se encuentra en plena floración, dependerá de la clase de ganado que vaya a consumirlo. La diferencia es máxima cuando se va a emplear el heno como alimento proveedor de vitaminas para los cerdos o para las aves. Para estos animales es esencial un heno segado temprano, provisto de hojas y bien seco, pues en caso contrario la riqueza en vitaminas es mucho menor. También debe usarse heno de siega temprana, siempre que sea posible, para la alimentación de las terneras lecheras y de las ovejas. Al almacenar el heno, debe colocarse una parte del de mejor calidad en un lugar accesible para estos usos.

La diferencia de valor entre el heno segado temprano y el cortado en plena floración es mucho menor para las vacas lecheras y el ganado vacuno de engorda, sobre todo cuando se proporciona ensilaje como único complemento del heno. Para los caballos de trabajo y los caballos ligeros, es preferible el heno segado en plena floración, pues el de siega demasiado temprana suele ser laxante en exceso. El heno segado muy tarde, cuando ya han formado semillas las plantas o después, tiene poco valor para todas las clases de ganado.

Para ver cómo varía la composición química en la alfalfa duran

te su desarrollo se puede consultar la composición reportada anteriormente en el capítulo anterior.

El agricultor elegirá, para realizar estos trabajos, un período de varios días de buen tiempo. Es aconsejable segar muy de mañana, después que haya desaparecido el rocío, pues contendrá un peso apreciable de agua, que luego se sacaría difícilmente sobre la hierba segada y depositada sobre el terreno.

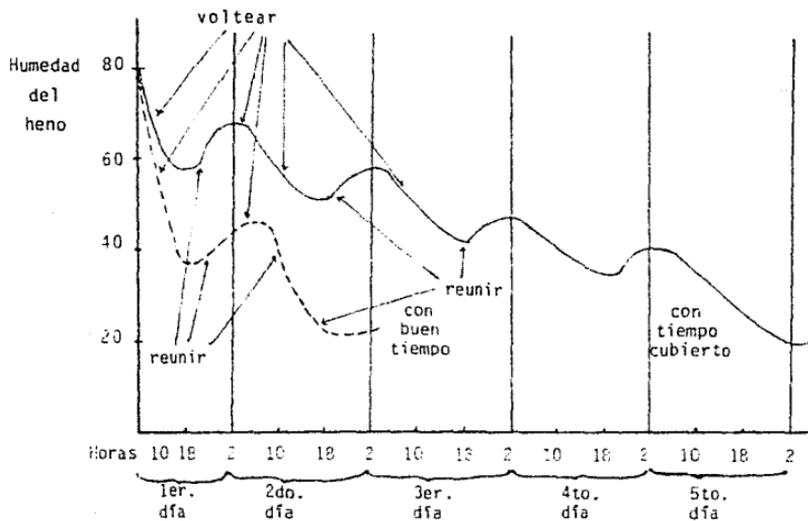
Debe adaptarse siempre la superficie a segar con el objeto de realizar las restantes operaciones.

Desde el instante en que la parte superior de la hierba segada aparezca un poco seca tiempo después de la siega, es conveniente esparcirla y voltearla. En cambio por la tarde es preferible reunir - el forraje, con objeto de impedir que absorba la humedad de la noche.

Es decir, durante varios días habrá que realizar una serie de operaciones, alternativamente: esparcimiento de la hierba, volteos durante el día, y reunión durante la noche, en bandas o montones.

En la Fig. 6 se muestra la marcha tan distinta que sigue la desecación en tiempo bueno o malo. Tomado de SEGLER.

FIG. 6



La henificación según SEGLER.

Diversos ensayos han mostrado que no es necesario hacer más - que dos volteos al día con buen tiempo, o tres con tiempo mediano.

PROCESO DE HENIFICADO

Una vez cortado el forraje, se inicia la evaporación del agua que contiene hasta obtener un grado de desecación de un 85% por lo menos, que asegure una buena conservación del mismo. La alfalfa sigue durante un cierto tiempo viva y, por tanto, realizando las funciones fisiológicas que le son propias. Aparte de la respiración ya mencionada, los tejidos vivos siguen transpirando. A través de las hojas se elimina el agua no sólo contenida en sus propios tejidos, sino también del tallo, con lo que su desecación sigue un ritmo diurno normal.

El agua contenida en el forraje puede ser interna y externa. Esta última es la que proviene de la lluvia, rocíos, etc., y se fija en forma de gotitas en el exterior de la planta. La eliminación de esta agua es más fácil cuando la cosecha está en pie que cuando se encuentra cortada, más o menos amontonada en el terreno. De ahí que sea conveniente, cuando ha llovido recientemente o exista rocío de forma intensa, retrasar la siega. En días claros y templados, al amanecer se encuentra el alfalfar muy mojado, resulta práctico comenzar la siega a media mañana.

Cuando, por el contrario, el alfalfar está sin excesiva proporción de agua externa, entonces la variación de la materia seca a lo largo del día suele ser inferior a un 4%. Así, pues, no compensa atrasar la siega; el hacerlo a horas tempranas significa exponer al forraje a la desecación durante un mayor número de horas del día, cuando la evaporación es máxima y las reducciones en humedad son superiores al 4% citado.

La rapidez de desecación depende fundamentalmente de las condiciones meteorológicas. Cuanto más alta sea la temperatura y más reducida la humedad relativa del aire, más favorecida se encuentra la evaporación. Con temperaturas inferiores a los 15°C es difícil que pueda henificarse eficientemente, a no ser con humedades relativas

difíciles de alcanzar. Al elevarse la temperatura, el coeficiente de saturación del aire se eleva y, consecuentemente, existe una mayor disipación del agua de la planta al aire que le rodea. Esto causa una cierta saturación local en la atmósfera más próxima al suelo, por lo que una ligera brisa que la remueva puede acelerar significativamente la henificación.

Cuando el forraje, tras la siega, se encuentra en hileras, el humedecimiento por el rocío o lluvia moderada no pasa de la capa superior, ésta actúa a modo de techo o cobertura del resto. Por tanto, es también la misma capa superior la que más activamente se seca cuando se mejoran las condiciones atmosféricas. Si este hecho no se repite frecuentemente, no tiene mayores consecuencias. En estos lugares es práctica común amontonar o colocar en hileras el forraje a la caída de la tarde o cuando amenaza la lluvia, y extenderlo totalmente por la mañana o cuando la tormenta ha pasado. Esto, sin embargo, encarece sensiblemente el proceso y concretamente con la alfalfa, sólo debe efectuarse hasta alcanzar cierto grado de secado, con el objeto de evitar las pérdidas de las hojas.

El hecho de que en la hilera la desecación se vaya produciendo con distinta intensidad según las capas, hace necesario el volteo. Consiste simplemente en invertir el orden de las capas de forraje, de forma que la evaporación se realice homogéneamente en toda la masa.

Para este tipo de trabajo se dispone de rastrillos de descarga lateral de diferentes formas. Unos se limitan a dar media vuelta a la hilera de forraje, poniendo arriba lo que estaba abajo y recíprocamente. Otros tienen pienes dispuestos como el molinete de las tradicionales segadoras de cereales. Lo peculiar es que estos pienes se mueven conservándose siempre en posición vertical. De esta forma, el forraje no se golpea demasiado y la pérdida de hojas es mínima. Resulta un apero muy adecuado para la henificación de alfalfa y, en general, de las leguminosas. Su complicación

mecánica les hace de coste elevado y engorroso de conservación.

Se ha difundido mucho últimamente los de disco, por su gran versatilidad y bajo costo. Esto se discutirá más adelante.

M E T O D O S D E H E N I F I C A C I O N

Para lograr el secado o desecado existen diversos métodos. - El más moderno es la acondicionadora de heno; esta máquina consta de rodillos y lonas de goma o plástico montados en parejas, que - se tocan en un punto a considerable presión y con un movimiento - en direcciones opuestas. La hierba es conducida a este punto de - presión resultando un aplastamiento de los tallos y de las nudosi - dades de las plantas, abriendo su interior. El resultado es una - evaporación más rápida, acortando el tiempo de secado en uno o - dos días.

Otro método consiste en transportar la hierba ya marchita a un secadero bajo techo, donde el material se tiende sobre alambra das hasta que esté bien seco. La tercera técnica más costosa que se describe en el próximo capítulo.

SECADO EN EL SUELO

Respecto a las técnicas empleadas en la henificación, en la mayoría de los casos se usa el secado en el suelo. Si las condiciones climatológicas son favorables, este proceso se mecaniza; - se empieza con el corte, seguido inmediatamente por un volteo y - por la dispersión del material verde. La máquina a usar para este fin debe dejar bien suelto y repartido al material verde para que el viento y el sol actúen profundamente. En los días siguientes - deben efectuarse por lo menos tres volteos diarios, hasta que el heno esté lo bastante seco para almacenarlo. El heno está listo - para almacenarlo cuando los tallos palidecen y se notan secos al

tacto; los tallos y las hojas producen un ruido crujiente cuando se frota entre las manos. Si la hierba fue cortada por una cosechadora-picadora, es necesario hacer muchas pruebas al tacto para asegurarse que el material está lo bastante seco. Entonces se asienta el heno más compacto en el almacén; debe recordarse que existe el peligro de fermentaciones e incluso de autoincendio si el heno está húmedo. Esto se explica más profundamente más adelante. Si se utiliza una acondicionadora de heno, hay que realizar los mismos trabajos de la forma ya descrita.

Después del corte, las plantas no mueren inmediatamente, sino que siguen respirando y la respiración consume energía, que conduce a un desgaste de materias energéticas almacenadas en los tejidos de las plantas. En este caso existe una pérdida inevitable, y sólo un corto tiempo de secado puede minimizar la misma. Cuando el contenido de agua de las plantas ha bajado a un 40% aproximadamente ya aparecen las primeras pérdidas por resquebrajamiento de sus partes tiernas que pierden su contenido de agua primero, pero contienen a la vez la más alta concentración de valores alimenticios. Las pérdidas son tanto más altas cuanto es más preciso voltear e hilar el corte. El interés de un secado rápido es conformarse con estas pérdidas, pero nunca se debe olvidar que cada movimiento innecesario del material a henificar conduce a un aumento de ellas. Si el tiempo es húmedo o amenazan lluvias, se procede lógicamente al amontonamiento o a la formación de hileras espesas al caer la noche; así se exponen sólo un mínimo de su superficie a la intemperie. En tales casos, y según las temperaturas ambientales y la humedad del heno, es posible que se produzcan fermentaciones tanto en las hileras como en los montones. Estos procesos elevan las temperaturas del material, y causan pérdidas muy notables en sus valores alimenticios. Cuando llueve hay que añadir otras tantas pérdidas por lavado de sustancias nutritivas. Como si esto no fuera suficiente, se debe contar aun más con las pérdidas que se producen en el henil o el pajar donde se almacena el heno.

También en estos casos se debe contar con procesos de fermentación que pueden llegar hasta el punto de autoincendio del heno almacenado, por exceso de las temperaturas que se desarrollan. Para evitar tales siniestros se usan termómetros especiales con los que se controlan las temperaturas existentes en el interior del montón. El heno sobrecalentado se debe espaciar lo más ampliamente posible, teniendo siempre a mano medios para poder extinguir las llamas que pueden surgir espontáneamente. Cuando tiene que almacenarse el heno con un contenido relativamente elevado de humedad, algunos ganaderos esparcen de 5 a 10 kg de sal por tonelada de heno, pensando que esto contribuirá a impedir el enmohecimiento o a evitar que el heno se caliente indebidamente. Las materias alimenticias (proteínas y vitaminas) que se pierden en cada caso y en primer lugar son las que son más fácilmente digestibles para los animales. Cada pérdida empeora por lo tanto esta importante condición de los alimentos. La importancia de estas pérdidas es tanto más acentuada cuando más tiempo tarda el secado del heno; para mencionar tan sólo unas cifras en la respiración de las plantas se pierde un 3 a 8%. El resquebrajamiento de las partes tiernas por labores mecánicas produce entre el 5 y el 10% de pérdidas. Las fermentaciones en el campo pueden alcanzar entre el 10 y el 25%, y el tiempo lluvioso puede añadir otro 5% de pérdidas. Los procesos de fermentación en el almacén, henil o pajar causan pérdidas para llegar a la única idea del desgaste de materia alimenticia que se produce en la henificación.

No existen "recetas patentes" para evitar estas pérdidas totalmente, ni tampoco para reducirlas a un mínimo. En la práctica existen muchísimas soluciones o combinaciones entre técnicas y medios, y siempre son las circunstancias individuales de cada una de las que rigen el empleo de los medios y técnicas particulares aplicables en cada caso.

Para dar una idea de las pérdidas, he aquí unas cifras:

1.- El secado en el suelo al cabo de 3 días causa una pérdi-

da del 25% en el contenido alimenticio.

2.- Si se precisan 4 días, las pérdidas suben al 30%.

3.- Si duran 5 días, las pérdidas son del 35%.

4.- Después de 5 días o más de secado en el suelo las pérdidas superan el 50%.

(Si el secado se realiza a cubierto, debe contarse con pérdidas parecidas al secado en el suelo durante 3 días).

SECADO EN TENDEDEROS

Una solución intermedia entre el secado en el suelo y el secado bajo techo es disponer de unos tendederos, (ver fig. 7); con los cuales las pérdidas se cifran en un 27%. Se puede observar - que todas estas estructuras son relativamente ligeras. Debe voltearse la alfalfa por lo menos dos veces, para que quede una humedad del 50%, a ser posible menos. El heno se tiende de forma que las plantas no toquen el suelo, y el aire pueda entrar por debajo hasta que la alfalfa esté completamente seca.

Estos tendederos permiten acabar el proceso de desecación de la hierba cortada sin tener que voltearla, evitando además los - perjuicios de la lluvia. El forraje que se coloca sobre los secadores está, en efecto, aislado del suelo húmedo y dispuesto de - tal manera que el aire del ambiente continúa circulando a través de ella, mientras que la lluvia sólo afecta a la capa superficial.

Se utilizan diversos tipos de secaderos, muy empleados en - las regiones húmedas.

En el secadero trípode (Fig. 8), que es el más empleado, es primordial realizar bien la carga: se recomienda colocar el forraje de forma regular, siguiendo una especie de espiral y girando - siempre en el mismo sentido alrededor del trípode.

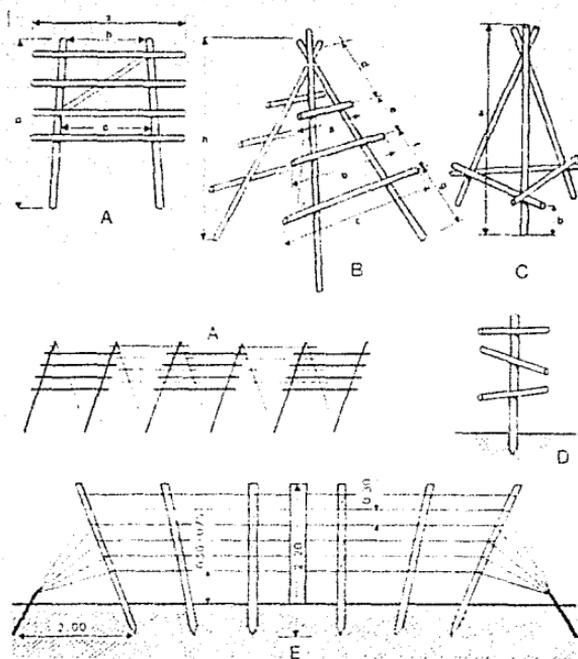


Fig. 7. Tendederos para el proceso de henificación. Las diversas unidades que son utilizadas en la práctica están señaladas en mayúsculas; las minúsculas expresan las medidas. - El armazón A se expone más abajo otra vez en la forma - tal como es colocado en el campo.

Medidas de A: a = 160 cm; b = 100 cm; c = 120 cm; d = 180 cm. Las distancias entre barras transversales son, de abajo arriba, 25, 30 y 35 cm; distancia desde el suelo de la barra transversal de abajo, 75 cm.

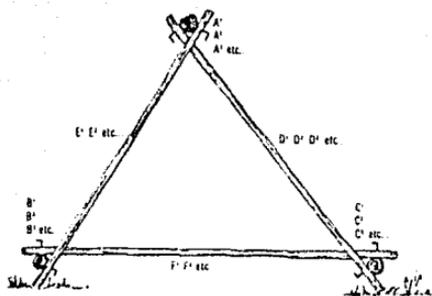
Medidas de B: a = 140 cm; b = 150 cm; c = 170 cm; d = 55 cm; e = 40 cm; f = 45 cm; g = 65 cm; h = 200 cm.

Medidas de C: a = 200 cm; b = 65 cm.

Medidas de D: Altura, 160 cm, barras transversales de 60 cm de largo en 30 cm de distancia entre sí.

El modelo E lleva las medidas señaladas.

Figura 8. Secadero trípode



Se comienza por cargar los tres ángulos: A_1 , B_1 , C_1 y después de la parte intermedia de las pértigas horizontales, D_1 , E_1 , F_1 ; inmediatamente se recargan los ángulos A_2 , B_2 , C_2 , continuado luego con la parte central de las pértigas, y así sucesivamente. Una vez conseguida la mitad de altura, el agricultor meterá su brazo por en medio, para perfeccionar el acabado de la chimenea central. Terminada la operación, el montón de forraje dispuesto sobre el secadero debe adoptar la forma que parece un cono, sin que deje ningún agujero en las paredes. Los golpes de bielgo terminales se colocarán en la cúspide del trípode y contribuirán a facilitar el escurrimiento del agua sin que penetre en el interior. Instalado así el forraje, sobre el secadero, puede durar más de un mes sin alterarse, incluso en clima húmedo: sólo una delgada capa superficial se pone amarilla y pierde su valor, mientras que el resto de la masa sigue desecándose. Para facilitar la mecanización de las operaciones se colocan frecuentemente los secaderos sobre un rudimentario trineo (especie de patines de madera), que podrían arrastrarse fuera del campo para efectuar el empacado y transportarlo a un sitio definitivo del heno.

Por lo general, y para todos los modelos de secaderos se realiza la carga siempre tras una prehenificación rápida, que sitúa el contenido de humedad del forraje en las proximidades del 40 al 50%. (Se cita Tabla VI).

Por último, las cifras que da LANDIS y que muestra el beneficio (tanto más elevado cuanto más húmeda sea la región en que se opere) que entraña el empleo de secaderos:

Tabla VI

	Forraje en el suelo %	Forraje sobre secadero %
Pérdidas en materia seca	26.16	19.08
Pérdidas en materias nitrogenadas	34.99	23.97
Pérdida en valor nutritivo	44.98	38.05

S E C A D O B A J O T E C H O

Es también llamada desecación artificial en el granero o post-secado, otros le llaman desecación en henil o de ventilación forzada.

La técnica de la desecación artificial fue ensayada en 1934 en el valle del Tennessee (U.S.A.), extendiéndose después por los Estados Unidos, Canadá y, por último, a Europa. En México no se utiliza este método y se prefiere el método de secado artificial.

La desecación artificial en el granero, método parecido al sistema de secado de granos, consiste en hacer pasar a través del forraje una corriente de aire (a la temperatura ambiente o calentado, según los casos) que va extrayendo progresivamente el exceso de humedad. Con el fin de disminuir los gastos, sólo se aplica a forrajes que han sufrido ya una ligera prehenificación que les ha hecho perder, en un solo día de secado en el suelo, cerca de la mitad del agua que contienen: efectivamente, es muy fácil rebajar la humedad de la hierba desde un 80% hasta un 40 o 50% (después de un día de exposición al sol). Sólo queda por eliminar, por tanto, un 25 a 30% de humedad.

El poder de desecación del aire depende:

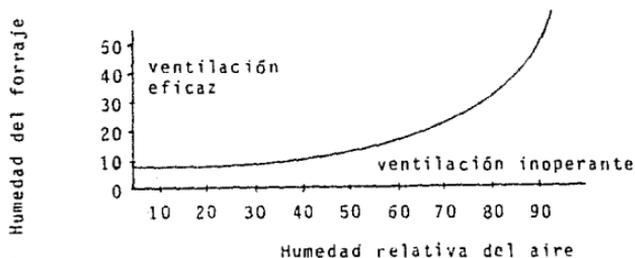
- Del grado higrométrico, contenido de humedad.
- De la temperatura.

El aire que atraviesa el forraje podrá arrastrar tanto más vapor de agua cuanto menor sea su contenido de humedad y mayor sea su temperatura. Esto se demuestra en la tabla VII.

TABLA VII

Temperatura	5°C	15°C	25°C
Humedad relativa del aire :	Gramos de agua susceptibles de ser extraídos por m ³ de aire.		
40	4.1	7.7	13.8
50	3.4	6.4	11.5
60	2.7	5.1	9.2
70	2.0	3.8	6.9
80	1.4	2.6	4.6
90	0.7	1.3	2.3

Por tanto, si se utiliza el aire ambiente, sin calentar se necesitarán mayores cantidades de aire para asegurar a la henificación posterior. Puede suceder incluso que, cuando la humedad relativa del aire es muy alta, su hcirculación al final de la operación sea hineficaz. Se establece en todo momento una especie de hequilibrio entre la humedad del forraje y la del aire, y la hexperiencia demuestra que, en efecto, es más hdifícil terminar la hdesección de la hhierba: cuando el forraje ha descendido a un 20% de hhumedad es preciso, en la hpráctica, que la hhumedad relativa sea hinferior al 80%, para que se pueda acabar la operación. El hpoder de hdesección del aire ambiente disminuye, en cierto modo, a hmedida que el contenido de hhumedad del forraje va siendo menor.



Instalaciones y realización práctica de la desecación artificial en el granero

La desecación artificial puede realizarse en los locales más diversos: cobertizo cerrado por tres lados, granero viejo, anti-gua bodega, etc.

Las primeras instalaciones estaban constituidas por una especie de entarimado central provisto de persianas en la parte baja, que se encargaban de conducir en toda su longitud el aire impulsado, el cual pasaba seguidamente a través del heno apilado sobre el suelo emparrillado. Este emparrillado, situado a un lado y otro de la tarima central, tiene una ligera inclinación descendente hacia los bordes. Algunos agricultores que reprochaban a este sistema por una mala difusión del aire (lo que produce una mala desecación del heno) por encima de la tarima central, han preferido suprimirla; su instalación lleva entonces a la salida del ventilador, un divergente, especie de embudo aplastado cuya sección debe ser, por lo menos, 2.5 veces la del ventilador. Este divergente impulsa el aire a una cámara de compresión (comparable a la que existe en los secaderos estáticos de grano) sobre la que se apila el heno. La solera de esta área de secado puede estar constituida, bien por un emparrillado de madera o bien por una tela metálica; la altura de esta cámara de compresión del orden de 50 a 60 centímetros. Sin embargo, parece ser que lo más importante es disponer de un fuerte caudal del aire (por lo menos, 100 a 500 m³/hora por metro cuadrado de área de secado). El calentamiento del aire no es, por lo general, indispensable, por lo menos al principio; sin embargo, es aconsejable cerrar los lados del cobertizo.

El secado en granero se practica de la siguiente forma: se comienza por un prehenificado durante uno o dos días (las segadoras acondicionadoras facilitan y hacen más rápido este trabajo) - antes de amontonar el forraje hasta una altura de dos metros. Se ventila entonces ininterrumpidamente, esperando generalmente dos días antes de efectuar una nueva carga de uno o dos metros de al-

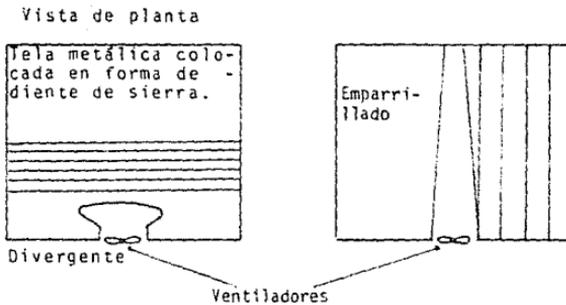
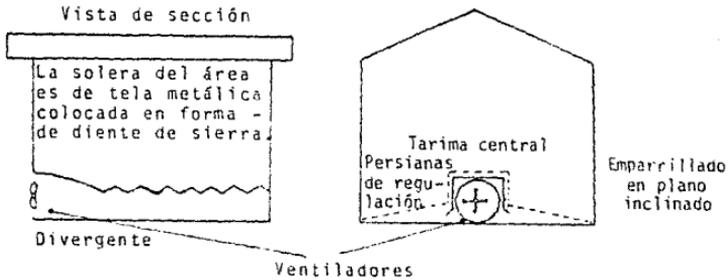
tura. El secado prosigue sin separar se vigila la temperatura - (que no debe pasar de 35°C) mediante termómetros sonda. Con un sistema debidamente construido y manejado, no hay peligro de combustión espontánea, pues la temperatura no excede los 35°C. Se debe efectuar de esta forma diversas recargas hasta llegar a una altura de seis o siete metros. El conjunto de estas operaciones es, de hecho, fácil de coordinar. Más tarde en períodos de tiempo seco y soleado es conveniente efectuar, de vez en cuando, una ventilación de varias horas. Puede facilitarse este trabajo de varias maneras: una es el empleo de empacadoras de baja presión, otra, los elevadores neumáticos, que se utilizan en explotaciones medias y para las grandes explotaciones existen sistemas de grúas repartidoras colocadas en el techo de la zona de almacenamiento.

En grandes explotaciones es más cómodo y eficaz disponer de diversas áreas o celadas de secado, aunque se tenga que desplazar de una a otra el motor ventilador. El heno permanece amontonado hasta el momento de su utilización.

FIG. 10
ESTRUCTURA DE UN HENTIL

Secado en granero con cámara
de compresión

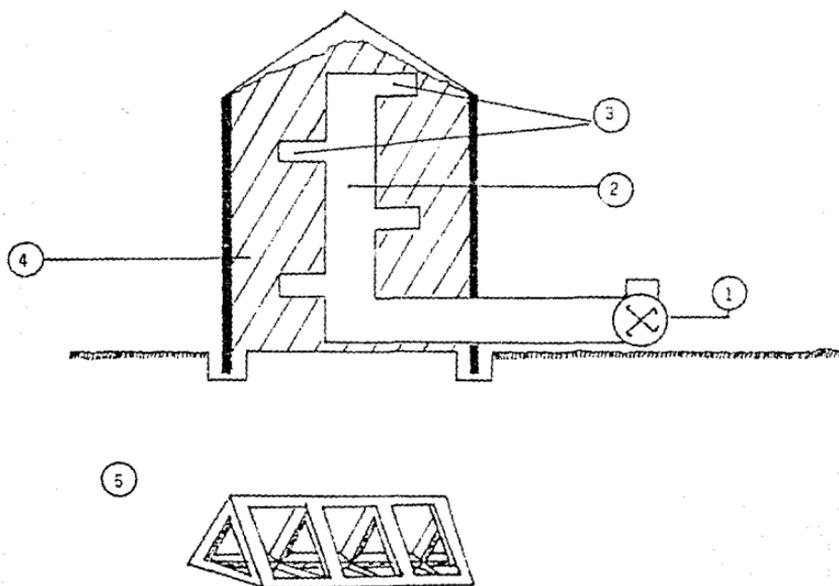
Secado en granero con tarima
central



El divergente debe medir al
menos 2 m. de longitud y su
sección de salida debe ser ma-
yor de 2.5 veces las del venti-
lador.

FIGURA 11
ESTRUCTURA DE UN HENIL VERTICAL

Este está dotado de un ventilador con aire caliente o frío (1) que lanza a través de una chimenea (2), de la que, a su vez, se distribuye por una serie de túneles (3) escalonados entre la masa del heno (4) y que arrancan radialmente de la chimenea. Los túneles se hacen disponiendo entre la masa de heno unas piezas de madera cuyo detalle se ve en la figura número 11.



CÁMBIOS QUÍMICOS DURANTE LA HENIFICACION

Durante el proceso de henificación se produce una serie de cambios químicos que afectan a la composición química del forraje. El primero de ellos es el derivado de la continuación de la vida de los tejidos vegetales de la alfalfa. La respiración prosigue, quemando azúcares, hasta tanto la vida cesa. Esto ocurre aproximadamente cuando el forraje alcanza un contenido en agua inferior al 38%. La respiración supone una pérdida de materia orgánica, especialmente en la fracción correspondiente al extracto no nitrogenado y, más concretamente y por desgracia, a constituyentes muy fácilmente digestibles por el animal. Cuando la temperatura aumenta, también se incrementa el ritmo de la respiración de los tejidos y, por tanto, la pérdida de materia orgánica; sin embargo, ello en parte se compensa con la mayor rapidez con que se deseca el forraje.

Bien puede ocurrir que durante el proceso de henificado se produzca un fraccionamiento de la proteína en formas más sencillas, e incluso la descomposición en compuestos nitrogenados no proteicos. Sin embargo, no se ha observado disminución en el contenido de nitrógeno total. Por el contrario, al disminuir el extracto no nitrogenado como consecuencia de la respiración de los tejidos de la planta aún viva, se observa que relativamente el ng no se enriquece en proteína. Falsa apariencia, ya que las cantidades totales de compuestos nitrogenados no se alteran como consecuencia de la desecación.

A las pérdidas a que antes se hace referencia le sirve de composición el que, mientras que la planta sigue viva, continúa fotosintetizando carbonhidratos que sirven de contrapeso a los gases tados en respirar. Cuando el forraje está amontonado o acordonado, la proporción del mismo que recibe luz es pequeña y, por tanto, despreciable la compensación mencionada. Sin embargo, cuando por acelerar la desecación se extiende el forraje en la parcela, prá

ticamente todo él queda bajo la acción de los rayos solares, y ambos fenómenos, respiración y fotosíntesis, quedan en parte compensados durante las horas diurnas. La disminución neta de extracto no nitrogenado es así menor.

En otro lugar se ha mencionado que la vitamina A no existe - en el forraje sino en forma de su precursor: el caroteno. La presencia del mismo en el heno es fácilmente detectable por la mayor o menor intensidad de su color verde. Desgraciadamente, el caroteno se oxida con gran facilidad y este proceso es acelerado por la temperatura y la acción fotoquímica del sol. Por ello, cuando la temperatura es alta y el sol intenso se produce un heno de color pajizo, señal inequívoca de la pérdida importante de la provitamina A. En tal situación, extender el forraje en la parcela causaría, aparte de una fuerte pérdida de hojas por desecación rápida de éstas, una desaparición prácticamente total del caroteno. Lógicamente, la disminución del caroteno es más fuerte en las primeras horas de la henoficación que en las últimas. En condiciones - normales se han registrado pérdidas de hasta un 15% en las primeras seis horas y de 25% después de dos días. A los efectos de la alimentación de ruminantes, un heno de alfalfa normalmente tiene, - a pesar de tan graves pérdidas, suficiente caroteno para satisfacer las necesidades nutritivas del animal. Únicamente existe problema cuando la alfalfa se utiliza como fuente de vitamina A dentro de una ración cuyos restantes constituyentes son pobres en - ella.

Se recordará que el ergosterol irradiado resulta en la formación de la vitamina D. Se ha encontrado que el heno de alfalfa curado al sol posee un fuerte poder calcificante, mientras que el - forraje verde que lo originaba carecía de él. De la misma manera, se han obtenido diferencias altamente significativas entre henos secados en el campo y artificialmente. Incluso cuando el forraje se extiende en el terreno, se aumenta el contenido en vitamina, - aunque como más arriba queda expuesto, en ciertas circunstancias esto puede encerrar desventajas en relación con la vitamina A y

las pérdidas de materia seca.

De todos es bien conocido el miedo que el agricultor siente por la ocurrencia de la lluvia durante el período de fabricación de heno. No está carente de razón. Aparte de efectos graves secundarios que más adelante se verán, la lluvia es directamente responsable de la prolongación de la vida de la planta. La prolongación de la vida de la alfalfa causa una mayor pérdida de materia orgánica por combustión y de caroteno por oxidación. Al humedecerse el forraje se alarga ese momento en que el heno alcanza un contenido de materia seca del 60%, cuando las actividades vitales de los tejidos se paralizan.

Cuando el forraje está recién cortado y aún fresco, se conserva todavía la integridad celular y es difícil, por tanto, que el agua de rocío o lluvia pueda penetrar en su interior. El lavado que entonces se produce es nulo o despreciable. Posteriormente, en cambio, cuando el agua cae en el momento en que el heno está a medio hacer y las cubiertas celulares han perdido su típica impermeabilidad, el agua penetra hasta el interior de las células, arrastrando consigo no sólo los elementos minerales solubles (sales), sino también los carbohidratos (azúcares) que no hayan desaparecido por combustión. A estos efectos de lavado, es más grave la lluvia cuando se produce de forma tardía que cuando ocurre inmediatamente después de la siega.

Poco después de almacenarse se observa cómo se produce una elevación de la temperatura. Cuando es moderada no encierra mayores consecuencias. Si se llega a alcanzar temperaturas por encima de los 60°C, entonces las pérdidas son importantes y pueden hacer se máximas en ciertos casos, cuando el heno arde espontáneamente.

Aunque el heno haya sido muy bien secado en el campo, existen siempre partes que conservan con cierta humedad. Incluso, algunos tallos, más difíciles de henificar, albergando en su interior aún pequeñas cantidades de agua. Ello es suficiente para que

la respiración y combustión del material altamente digestible continúa aún dentro del heno, con la consiguiente liberación de energía y elevación de la temperatura.

Colabora en el mismo sentido las posibles fermentaciones que se produzcan como consecuencia de una rápida proliferación de bacterias, entre las que el bacillus coli suele ser la más abundante. Cuanto más alta es la temperatura, más activa resulta la combustión y mayores las pérdidas, que fundamentalmente se refieren al extracto no nitrogenado. Puede llegar a producirse una cierta caramelización de los hidratos de carbono que, si bien hacen al heno más apetecible para el ganado, resulta de un valor nutritivo menor. La digestibilidad se reduce sensiblemente.

PERDIDAS

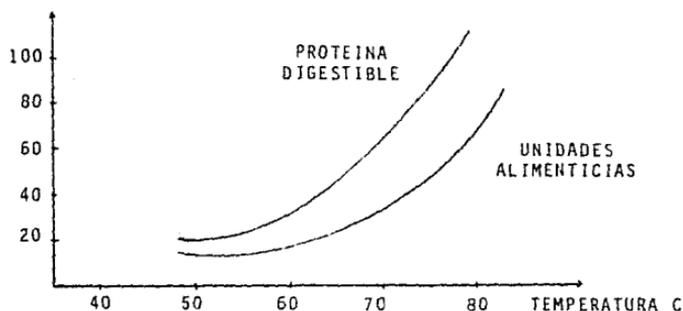


FIGURA 12

Gráfica de pérdida de elementos nutritivos: energía y proteína digerible según la temperatura alcanzada en el almacenamiento.

Es fácil detectar cuándo un heno ha sufrido una inusitada elevación de la temperatura en el heno. Debido a la caramelización indicada, el heno adquiere un color tostado, tanto más oscuro cuanto mayor sea la liberación de energía ocurrida. Presenta además un aspecto pastoso, que favorece el desarrollo de los mo-

hos, cuya aparición no se hace esperar.

Dos factores determinan fundamentalmente estos fenómenos de combustión y de consecuente elevación de la temperatura: la humedad del heno almacenado y la presencia de oxígeno. Aquélla es una consecuencia de la inadecuada henificación seguida en el campo, - aunque frecuentemente ocurre que las malas condiciones del henil - permiten la penetración de agua de lluvia al interior de la masa almacenada, desencadenándose también así el proceso antes descrito.

El oxígeno es necesario para que tenga lugar la respiración y combustión en el forraje, por lo que la eliminación del mismo - puede impedirlo, al menos, frenar dichos procesos. En este sentido, el empaçado resulta de incalculable utilidad. Es importante - evitar la formación de bolsas de aire, especialmente al almacenar el heno en rama, ya que cuando esto coincide con zonas de humedad pueden registrarse los fenómenos de combustión tan intensamente - que el heno llegue a arder.

El forraje joven es mucho más difícil de henificar apropiadamente. En primer lugar, tiene más humedad y su eliminación toma lógicamente más tiempo, aumentando, en consecuencia, los riesgos de mojarse en el campo. Además su contenido de carbohidratos, altamente digestibles y de fácil combustión, proporciona material - suficiente para una activa respiración y fuerte elevación de la - temperatura. En cambio, con forraje más maduro, los carbohidratos se han convertido en formas más insolubles, las posibles fermentaciones son más débiles y la liberación de energía escasa.

A continuación se presenta un cuadro que presenta la riqueza en las fracciones correspondientes al extracto no nitrogenado y a la proteína bruta de dos forrajes segados temprana (forraje joven) y tardíamente (forraje maduro), en tres estados del proceso de henificación: en verde, seco en el campo y después de almacenado.

Tabla VIII
CAMBIOS QUIMICOS EN LA HENIFICACION

	EXTRACTO NO NITROGENADO		PROTEINA BRUTA	
	COMPOSICION	DIGESTIBILIDAD	COMPOSICION	DIGESTIBILIDAD
SIEGA TEMPRANA				
FORRAJE EN VERDE	53.0	79.1	11.8	66.9
HENO SECO EN EL CAMPO	51.3	72.5	12.2	60.7
HENO DESPUES DE ALMACENADO	48.6	70.6	12.6	54.7
SIEGA TARDIA				
FORRAJE EN VERDE	54.0	72.5	8.2	54.8
HENO SECO EN EL CAMPO	53.8	68.5	7.6	43.8
HENO DESPUES DE ALMACENADO	53.0	67.0	8.0	46.8

En estado verde, la composición y la digestibilidad están en favor del forraje joven. En todos los casos la digestibilidad desciende según progresa el proceso, siendo esta pérdida mayor cuando se trata de la siega temprana. En este caso, los materiales más digestibles son los que permiten una más intensa combustión, por lo que se incrementan las pérdidas en el forraje más joven.

El extracto no nitrogenado es el que presenta un mayor descenso, tanto en composición como en digestibilidad, siendo más fuerte en el forraje joven. Mientras que la fracción proteica, aunque se descienda en calidad (menos digestibilidad), se conserva en cantidad e incluso gana relativamente en importancia cuando la pérdida en extracto no nitrogenado es sensible (caso del forraje joven).

El caroteno sigue oxidándose durante el almacenamiento del heno. También en este caso la luz, la temperatura y la presencia del aire (oxígeno) aceleran el ritmo de descomposición de la pro vitamina A. Taylor y Russel demostraron que el heno de alfalfa - conservado a cero grados centígrados, al vacío y en la oscuridad, conservaba totalmente su contenido vitamínico.

Quando la alfalfa se almacena en heniles con algún paramento al aire, puede fácilmente observarse cómo, aún sin haber sido mojadas por la lluvia, las pacas más en contacto con el exterior - ofrecen un color más pajizo, amarillento o marrón, señal inenunciable de la pérdida del caroteno.

Smith ha observado disminuciones de un 50% en caroteno en alfalfa empacada, durante los meses de agosto a noviembre, descenso que se detuvo durante los más frescos meses de noviembre a enero, iniciándose de nuevo en la primavera al elevarse las temperaturas. A los doce meses, el heno conservaba solamente un 25% de potencia vitamínica.

En resumen, la alfalfa, al henificarse en el campo y durante su almacenamiento, sufre una serie de cambios químicos naturales y otros debidos al mal manejo o accidentes atmosféricos. Todos ellos conducen a unas transformaciones que afectan a la composición química del forraje y a su digestibilidad. Este proceso supone en general pérdidas, que pueden hacerse graves en ciertas condiciones, especialmente a lo que se refiere al extracto no nitrogenado.

Con el fin de obtener un heno de calidad conviene conseguir la máxima desecación en el campo, manteniendo las pérdidas bajo control y evitando, si ser posible, los humedecimientos por lluvias u otros accidentes. En el henil, almacénese sobre un suelo bien seco y bajo un techo o cubierta verdaderamente impermeable. Si el agua penetra en la masa de heno, mojando alguna parte de la misma, ello puede dar origen a pérdidas especialmente graves,

El caroteno sigue oxidándose durante el almacenamiento del heno. También en este caso la luz, la temperatura y la presencia del aire (oxígeno) aceleran el ritmo de descomposición de la pro vitamina A. Taylor y Russel demostraron que el heno de alfalfa - conservado a cero grados centígrados, al vacío y en la oscuridad, conservaba totalmente su contenido vitamínico.

Cuando la alfalfa se almacena en heniles con algún paramento al aire, puede fácilmente observarse cómo, aún sin haber sido mojadas por la lluvia, las pacas más en contacto con el exterior - ofrecen un color más pajizo, amarillento o marrón, señal inequívoca de la pérdida del caroteno.

Smith ha observado disminuciones de un 50% en caroteno en alfalfa empacada, durante los meses de agosto a noviembre, descenso que se detuvo durante los más frescos meses de noviembre a enero, iniciándose de nuevo en la primavera al elevarse las temperaturas. A los doce meses, el heno conservaba solamente un 25% de potencia vitamínica.

En resumen, la alfalfa, al henificarse en el campo y durante su almacenamiento, sufre una serie de cambios químicos naturales y otros debidos al mal manejo o accidentes atmosféricos. Todos ellos conducen a unas transformaciones que afectan a la composición química del forraje y a su digestibilidad. Este proceso supone en general pérdidas, que pueden hacerse graves en ciertas condiciones, especialmente a lo que se refiere al extracto no nitrogenado.

Con el fin de obtener un heno de calidad conviene conseguir la máxima desecación en el campo, manteniendo las pérdidas bajo control y evitando, a ser posible, los humedecimientos por lluvias u otros accidentes. En el henil, almacénese sobre un suelo bien seco y bajo un techo o cubierta verdaderamente impermeable. Si el agua penetra en la masa de heno, mojando alguna parte de la misma, ello puede dar origen a pérdidas especialmente graves.

enmohecimientos, recalentamientos y, en último extremo, la combustión espontánea del heno. La eliminación de bolsas de aire anula la presencia de importantes cantidades de oxígeno y, en consecuencia, reduce todos los procesos oxidativos. Esto es fácil de conseguir cuando el heno está empacado. Obsérvese la temperatura para evitar los recalentamientos excesivos y accidentes como el fuego.

2.- SECADO ARTIFICIAL

El secado artificial de la alfalfa es también llamado deshidratación de la alfalfa.

HISTORIA

La deshidratación de forraje se utilizó por primera vez en Gran Bretaña en 1927, para transformar la alfalfa en alimentos concentrados ricos en carotenos y destinados especialmente para cerdos y las aves. Las grandes superficies de alfalfa cultivadas en Francia condujeron a una rápida extensión del procedimiento.

Pero rápidamente, a partir de esta época, la deshidratación ha comenzado a abandonar su aspecto puramente industrial (producción de concentrados de alto valor) para transformarse en un método agrícola de conservación de forrajes: apareció la preocupación por extender el procedimiento a otros tipos de forrajes (gramíneas pratenses, maíz, sorgo, etcétera) y estudiar su empleo en todo tipo de ganado. Los sistemas de prensado han sido igualmente modificados, Francia es el segundo productor después de Estados Unidos.

El procedimiento consiste en tratar directamente -sin henificado previo- el forraje verde picado muy finamente, con una corriente de aire a alta temperatura. El producto así desecado es seguidamente aglomerado y enfriado.

La deshidratación libera totalmente al agricultor de los azarres meteorológicos. Lleva un producto de alto valor nutritivo tan fácil de almacenar y con una distribución fácilmente mecanizable.

Existen ciertos términos utilizados, por ciertos autores:

Forrajes "condensados": el producto deshidratado es seguida-

mente triturado antes de ser aglomerado en una prensa de matrices.

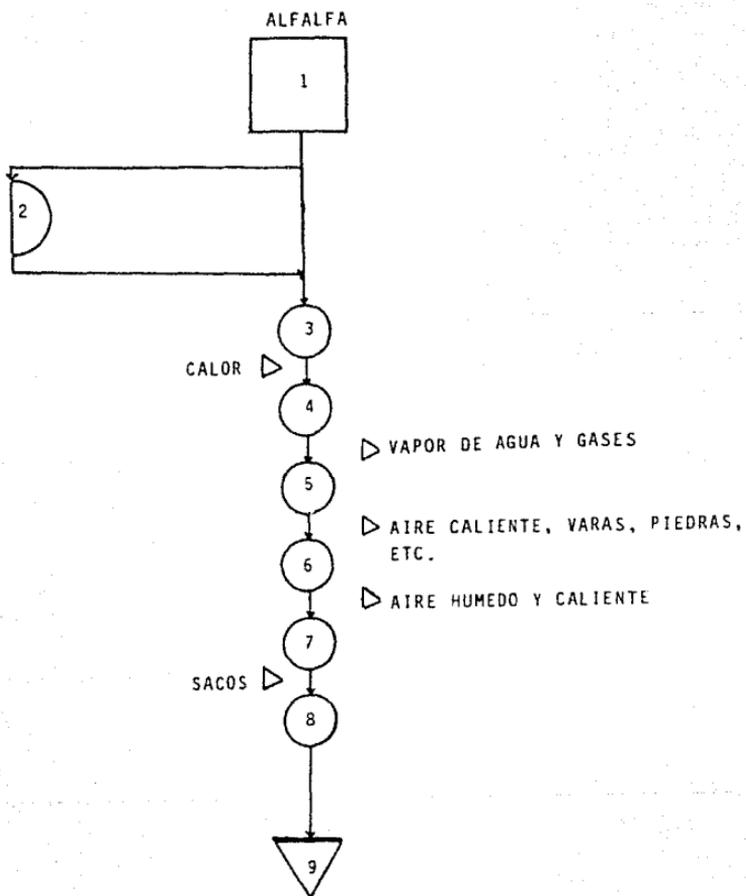
DESCRIPCION DEL
PROCESO

- 1.- INSPECCION Y RECEPCION. La alfalfa se somete a una inspección fitosanitaria para verificar si se encuentra libre de enfermedades y plagas, se pesa para llevar el control necesario de la materia prima a procesar.
- 2.- BALANCEO. Dependiendo del programa de fabricación, la materia prima se almacena o descarga directamente en la picadora, para mantener un flujo continuo en el proceso de transformación. La alfalfa verde no se debe guardar durante mucho tiempo, por que pierde algunas de sus propiedades y se descompone fácilmente.
- 3.- PICADO. Esta operación se hace con el objeto de disminuir el tamaño de la alfalfa, aumentando la superficie de contacto con el aire caliente y la mejor suspensión en el aire que circula en el deshidratador.
- 4.- DESHIDRATACION. Dentro del deshidratador, la alfalfa es arrastrada por la corriente de aire caliente, que a su vez sirve para eliminar la mayor cantidad de agua de ella.
- 5.- SEPARACION CICLONICA. En esta etapa la alfalfa deshidratada se separa del aire caliente, cayendo por gravedad, entrando a una corriente de aire frío (temperatura ambiente) en la cual empieza el enfriamiento y la separación de sólidos más pesados, tales como varas, piedras o material insuficientemente deshidratado.
- 6.- ENFRIADO. El enfriado se hace con el objeto de disminuir la

temperatura de la alfalfa deshidratada, eliminándose consecuentemente más humedad. En reciclaje se hace la separación del aire y de la alfalfa.

- 7.- MOLIENDA. El producto se tritura para su mejor presentación, manejo y consumo.
- 8.- EMPACADO Y PESADO. La harina de alfalfa se pesa y se muestra para tener un control de los rendimientos, empacándose en sacos, lo cual abarata los costos por el manejo y facilita al mismo tiempo su distribución y venta.
- 9.- ALMACENADO. La harina de alfalfa se guarda en bodegas o almacenes perfectamente secos y protegidos contra la lluvia o humedad por ser un producto muy reactivo con el agua. El propósito de esto es la regulación y posterior distribución del producto al mercado.

FIG. 13
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



PREPARACION PREVIA DEL FORRAJE

La deshidratación como proceso industrial comienza ya en el momento de la recolección. La organización debidamente diseñada de la cadena de recolección de forraje y transporte subsiguiente a la fábrica es factor fundamental determinante del resultado técnico y financiero de la operación.

Necesariamente, la deshidratadora, solo puede funcionar durante la época de crecimiento de la alfalfa.

Para conseguir esta plena ocupación es básica la adecuada programación de los equipos de recolección y transporte. En primer lugar es preciso que la capacidad de este equipo sea igual o mayor a la de trabajo de la estación deshidratadora, con el fin de que mientras ésta se encuentra en marcha haya siempre forraje para alimentarla y no desperdiciar ni un momento de su funcionamiento. Por otro lado, las previsiones de superficies y fechas de recogida han de ser tales que las parcelas vayan siendo cosechadas en su momento óptimo y continuamente haya superficie suficiente para suministrar forraje según la capacidad de la deshidratadora. Un forraje segado demasiado joven significa una baja producción y un exceso de agua que eliminar. Una alfalfa pasada resulta en un producto de baja calidad, alto contenido en fibra y bajo contenido en proteína. El secreto en la organización de la recolección de forraje para la deshidratación reside, pues, en conseguir un flujo de productos constante, de homogénea calidad y sensiblemente acorde con la capacidad de la fábrica.

Las empresas de deshidratación adoptan distintas formas de contratar la adquisición de forraje al agricultor productor de alfalfa. Ello es importante, dado que permite una u otra modalidad en la recolección y tratamiento previo del forraje.

- La fábrica contrata la producción de alfalfa por superficie. Es muy común que se fije una producción base, con un cierto

rango para aumentar o disminuir el pago establecido, en caso de obtener más o menos forraje de lo previsto. En ambos casos, la fábrica corre con los gastos y organización de la recolección, cosa que hace directamente o mediante contratación.

- La deshidratadora contrata por cantidad de forraje. Estos contratos pueden hacerse a pie de fábrica, en cuyo caso el agricultor se ocupa de la recolección, o a pie de campo, siendo entonces la deshidratadora quien organiza el cosechado.

Bien sea la fábrica, bien el agricultor quien corra con la organización de la recolección, es frecuente que se cometan graves errores de explotación, al dejarse guiar por los intereses particulares de cada uno. Cuando esta misión pertenece a la fábrica, puede ocurrir que, dada la importancia de obtener un máximo de calidad y un suministro continuo de forraje, se acelere el aprovechamiento del alfalfar hasta un grado adecuado. Recíprocamente, el agricultor procurará obtener un máximo de producción en detrimento, frecuentemente, de la calidad del producto.

En la preparación del forraje hay que tener en cuenta dos puntos sustanciales:

- el grado de picado y dislaceración favorece la desecación al abrir una mayor cantidad de "ventanas" por donde eliminar la humedad.
- cuanto mayor sea el contenido en materia seca del forraje al entrar en la deshidratadora, más bajos resultarán los costes de desecación, al reducir la cantidad de agua a eliminar por kilogramo de producto.

Por ello, el diseño de un tren de recolección habrá de hacerse con el fin de obtener un forraje lo más fraccionado posible y, si puede hacerse compatible, permitir una evaporación previa de -

la alfalfa.

El picado puede ejecutarse a la entrada de la fábrica, con lo que todo el material queda preparado homogeneamente. Esta modalidad es conveniente cuando se adquiere el forraje a la puerta de la fábrica, corriendo la recolección por cuenta del agricultor. La cosecha se realiza por diversos procedimientos, por lo que el forraje llega en muy diversas condiciones. Picando en la fábrica se homogeneiza el material.

Sin embargo, lo más corriente es picar el forraje en el campo al propio tiempo que se siega. En este sentido se utilizan las mismas máquinas que cuando se trata de ensilar. Sin embargo, suele tenderse a maquinaria de gran capacidad, con remolques especialmente diseñados para la descarga automática, movidos por la toma de fuerza del tractor. Existen hoy cosechadoras autopropulsadas de gran capacidad que van almacenando el forraje en un gran tarque que, una vez lleno, es descargado por medio de un tornillo sin fin al camión o remolque para su transporte a la fábrica. Este tipo de máquina sólo se justifica cuando haya que cosechar grandes parcelas, donde los tiempos muertos por vueltas y maniobras en las cabezas de la parcela son mínimos.

Lo más corriente es la cosechadora tirada que siega mediante barra guadañadora o con mayales, para luego pasar por la picadora. En el caso de mayales, se cuenta con un dislaceramiento previo que permite un mayor picado. Con cultivos muy densos, los mayales suelen tener menores problemas de atasco que las barras guadañadoras. Con la barra guadañadora, en cambio, se consigue una más perfecta recolección, dejando muy poco forraje en el suelo.

Una alternativa más consiste en segar con barra guadañadora convencional, dejando el forraje segado en el suelo para una parcial eliminación de la humedad, con lo que se consigue una mayor baratura en los cortes de desecación. La picadora pasa a continuación recogiendo el forraje oreado por un dispositivo pick-up. Es-

te procedimiento, si bien de menor coste de producción, entraña más elevadas pérdidas. Para reducir estas pérdidas, acortando el tiempo del oreado en el campo, puede utilizarse el acondicionador. Los modelos actuales permiten hacerlo al mismo tiempo que se siega, con un solo pase del tractor.

A la puerta de la fábrica es también importante la regulación del flujo de forraje. Es necesario acomodar el gasto de combustible de acuerdo con el grado de humedad del forraje que entra, para que la deshidratación sea completa, sin tampoco excederse, lo que conducirá a caramelizaciones del producto, rebajando su calidad.

Esta regulación puede ser manual o en fábricas más modernas de forma automática. La humedad del forraje es determinada por medios eléctricos nada más presentarse en la tolva de entrada, y el caudal de combustible queda automáticamente regulado al fijarse el contenido de agua a eliminar. La sensibilidad de esta regulación, como fácilmente puede comprenderse, determina en buena parte la calidad y el coste de la alfalfa deshidratada.

MÉTODOS DE DESECACION ARTIFICIAL

El método discontinuo fue el primero utilizado. Por supuesto, hoy se encuentra completamente abandonado por su falta de eficiencia en relación con lo caro del equipo y las fuertes necesidades de mano de obra. Consistía esquemáticamente en una serie de bandejas, con el fondo permeable al aire, que se situaban en una cámara, a través de la cual se hacía pasar una corriente de aire caliente y seco.

En el lógico proceso de conseguir la continuidad del proceso, se adoptó la solución de transportar el forraje mediante una cinta en sentido contrario a una corriente de aire seco, que incidía directamente sobre el material bien troceado.

En las instalaciones modernas, el forraje picado entra a un tambor giratorio. Por él avanza en sentido contrario a un chorro de aire caliente insuflado. Interiormente, en este cilindro hay una serie de dispositivos que, discriminatoriamente, acelera el avance de las partículas más pequeñas, mientras que retrasa el de las de mayor tamaño, que evidentemente necesitan una permanencia más prolongada en el interior del cilindro para su completa desecación. A continuación, el forraje entra en la fase de transporte, que efectuándose por medios neumáticos coopera a la deshidratación final del producto. Una torre de separación permite retirar aquellos sólidos que pueden constituir un impedimento de la fase siguiente, que es la molienda. Asimismo, las partículas no bien desecadas en su primer paso por el cilindro, son retornadas para su frir una segunda deshidratación. Después de su paso por un ciclón, el producto deshidratado, pero formado por partículas de distintos tamaños, cae en los molinos.

Aquí se completa el proceso de deshidratación propiamente dicho. A partir de aquí, todo se reduce a acondicionar el producto de tal manera que se mejoren sus condiciones de conservación, se abarate su almacenamiento y se facilite su manejo.

Se han utilizado dos métodos: inicialmente se trataba a baja temperatura con una máquina (Scolari) de bajo rendimiento (200 a 400 toneladas por año), la cual exponía la hierba a una corriente de aire caliente, a 130-150 grados centígrados, durante 30-45 minutos. El método alta temperatura ha terminado por imponerse por razones de rendimiento energético. Corresponden a fábricas que producen de 2,000 a 10,000 toneladas por año, provistas de unidades que tratan la alfalfa a temperaturas entre 700 y 900 grados centígrados durante algunos minutos. (Se trata aquí de temperaturas del aire de salida del quemador). El caudal y la temperatura deben, en cualquier caso, regularse en función de la humedad del forraje y de su naturaleza. El forraje se introduce siempre finamente picado (1 a 3 cm) y sin henificado previo. Un generador de aire caliente provisto de un ventilador crean el caudal necesario

que se introduce en un tambor o túnel giratorio, en el que es deshidratada la alfalfa. Un ciclón, especie de depósito cónico, permite seguidamente separar el aire cargado de humedad y la hierba desecada. Esta es pulverizada seguidamente en un molino de martillo. El polvo se prensa después para su aglomeración en una prensa (de matrices o de pistón, según los casos).

Si se utilizan temperaturas más bajas, las deshidratadoras, al resultar menores sus dimensiones, podrían adaptarse a explotaciones medias -es el segundo procedimiento, actualmente el único que puede ser generalizado-. Se observa en el curso de los últimos años una cierta tendencia a estudiar nuevas soluciones, más próximas al agricultor:

- deshidratadoras móviles, utilizables por un grupo de explotaciones. Se trata de un material compuesto de dos subunidades, transportables por carretera, destinado a ser utilizado de forma fija en diversos lugares;
- material experimental que se realiza en el mismo campo todas las operaciones (siega, picado, deshidratación).

En cualquier caso, ya no se cuenta con el henificado previo, pues éste tendría que aumentar considerablemente las dificultades de mano de obra y los riesgos aleatorios ligados al mal tiempo.

Por otro lado, siendo la alfalfa el forraje que se deshidrata más frecuentemente, se observa una clara tendencia al desarrollo de los forrajes verdes y a transformar la deshidratación en un proceso agrícola, teniendo en cuenta el número de especies que puedan someterse a la deshidratación.

La bibliografía dice que para obtener una tonelada de producto seco al 10% de humedad, partiendo de un producto recogido al 80%, es necesario evaporar 3,500 kg de agua, contra 1,570 kg que hay que evaporar si el producto está al 65%. Esto se traduce en una economía del combustible pesado de 170 kg por tonelada de pro

ducto.

Pero hay que tener en cuenta también que si la naturaleza - más o menos heterogénea del forraje exige disminuir la temperatura del aire caliente (por riesgo de autoinflamación de ciertos - fragmentos), esto lleva consigo un descenso del rendimiento.

Véanse algunos datos:

(para alfalfa)

Humedad inicial	80%
Humedad final	11%
Temperatura del quemador	900°C
Rendimiento (evaporación en kg de agua por hora)	2.075
Rendimiento en producto seco deshidratado (kg/h)	600
Consumo específico de combustible:	
- en kg por ton de agua evaporada	85
- en kg/ton de producto seco	285

Las prensas de pistón hacen necesaria una puesta a punto laboriosa y no consiguen generalmente los mismos rendimientos que - las prensas de matrices. Los forrajes jóvenes son más fáciles de aglomerar.

No se debe sobrepasar el 12% de humedad máxima para la conservación de las pastillas. Pueden fabricarse pastillas de diámetro pequeño (10 mm), siempre que se guarde una proporción relativamente importante de partículas grandes. Las pastillas de diámetro grande dan un producto más duro.

Finalmente, los aglomerados deben enfriarse antes del almacenamiento.

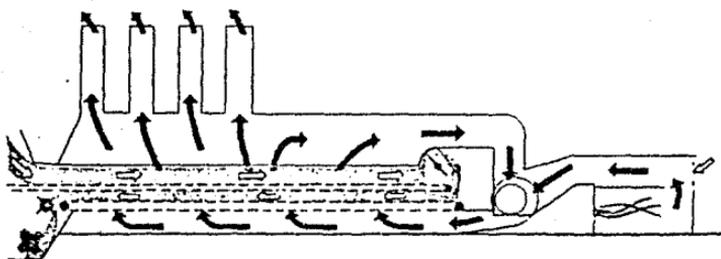
Puede recurrirse al almacenamiento en atmósfera de nitrógeno en el caso de aglomerados de alta calidad y con un almacenamiento prolongado. En el caso más general puede añadirse antioxidantes - antes del prensado.

DESHIDRATADORAS

Existen dos deshidratadoras de fabricación inglesa, una de tipo tambor y otra de tipo cinta a baja temperatura.

En la figura 14 se presenta la deshidratadora tipo cinta a baja temperatura (150°C):

Figura 14



En algunas deshidratadoras modernas el ritmo de trabajo del sistema automático de alimentación viene controlado por la temperatura de salida del aire. El transportador de forraje lleva lentamente la hierba hacia unas batidoras giratorias que impulsan hacia atrás el sobrante. Por tanto, puesto que la hierba más húmeda

permanece durante más tiempo en la deshidratadora, va hacia ella más lentamente.

En otras deshidratadoras, el ritmo de alimentación permanece constante, pero la longitud de la llama es mayor o menor de acuerdo con la temperatura de salida del aire (la cual, evidentemente, depende del tipo y el contenido en humedad del producto que se está deshidratando).

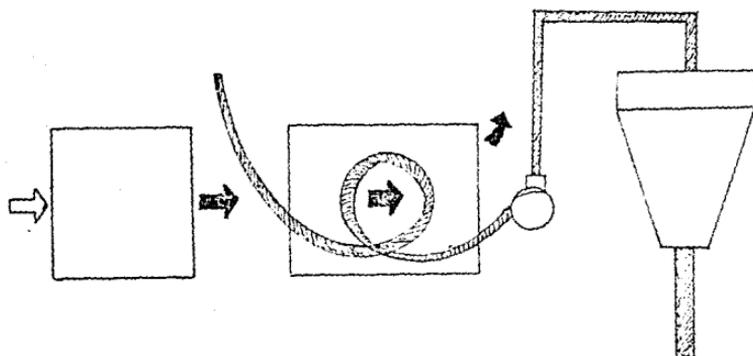
En los tambores de giro lento, la hierba es transportada neumáticamente en una corriente de aire caliente y no es expulsada hasta que su contenido de humedad se ha reducido hasta el 10%. El aire se hace pasar por medio de un potente ventilador sobre las llamas del fuel-oil puesto en ignición eléctricamente en la cámara de combustión y a través del tambor. El aire alcanza la cámara de deshidratación a una temperatura de aproximadamente 900°C a 1000°C (600 a 700°C en el caso de máquinas británicas). Es evidente que la temperatura de la alfalfa no puede superar los 100°C mientras se está evaporando el agua y deberá ser expulsada del sistema antes que pueda resultar sobrecalentada.

El tamaño de los tambores varía de acuerdo con la marca y el modelo, pero es del orden de 7.6 m de longitud por 2.4 m de diámetro en el caso de las deshidratadoras de una capacidad de producción de una tonelada, y de aproximadamente 10.6 m por 3.6 m en el caso de las máquinas de tres toneladas. Existen dos tipos conocidos como la de paso único y de triple paso.

En las de paso único (Fig. 15), el material recorre la longitud del tambor sólo una vez, aunque no sigue un curso continuo. Debido a la rotación del tambor y a la situación de los deflectores, la alfalfa cae hacia atrás y hacia adelante a lo largo de la corriente de aire central. A medida que el material cae a través de la corriente de aire, las partículas más secas pasan más rápidamente y, las más húmedas, al ser más pesadas, caen hacia atrás entre los deflectores, y así sucesivamente. Es común alimentar

las deshidratadoras con hierba picada de poca longitud, a pesar de que los fabricantes de deshidratadoras de paso único aseguran que pueden trabajar con la hierba de hasta 20 cm de longitud.

Figura 15
Deshidratadora de aire caliente de un solo paso



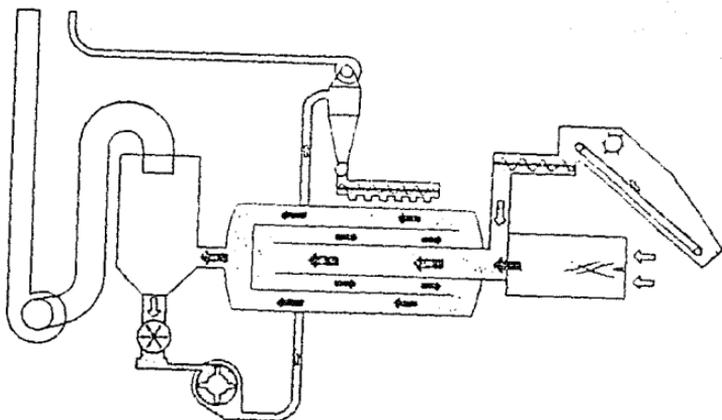
Los tambores de las deshidratadoras de triple paso (Fig. 16) llevan tres cilindros concéntricos con espacio entre ellos. La hierba, impulsada por el aire caliente y los deflectores, pasa a lo largo de cada uno de estos cilindros, retrocediendo, de forma que va tres veces de extremo a extremo antes de ser descargada.

El curso que sigue la hierba es semejante al de los tambores de paso único, salvo que recorre tres veces la distancia y marcha en una corriente de aire más rápida. Los fabricantes hacen hincapié en que el material se encuentra sometido de forma menos directa al calor de la caldera y que, por tanto, se consigue un produc

to de mejor calidad. Para funcionar con este sistema se precisa un ventilador de menor potencia, ya que es más fácil inyectar aire a través de un cilindro estrecho que a través de uno ancho.

Deshidratadora de aire caliente de triple paso

FIG. 16



Las deshidratadoras funcionan quemando aceite combustible de 200 segundos a 3,500 segundos, según la marca y el modelo. El combustible de más de 950 segundos debe ser precalentado (eléctricamente). Generalmente éste se entrega caliente y se almacena en grandes tanques aislados que llevan acoplados calentadores eléctricos de inmersión.

Para un tamaño y marca de deshidratadora determinados, el -

contenido en humedad es el factor principal que afecta tanto el rendimiento de la deshidratadora como al consumo del combustible. Las cifras reales varían con el tipo de deshidratadora. La siguiente tabla muestra el efecto del contenido inicial en humedad sobre el rendimiento de la deshidratadora (para una deshidratación hasta el 10% de contenido de humedad en todos los casos).

Tabla IX

Contenido en humedad %	Rendimiento por hora			
	Deshidra- tadora 1 (3 pasos) kg	Deshidra- tadora 2 (3 pasos) kg	Deshidra- tadora 3 (1 paso) kg	Deshidra- tadora 4 (1 paso) kg
70	1.890	3.510	1.980	3.735
75	1.530	2.880	1.530	2.880
80	1.170	2.160	1.125	2.160
85	810	1.530	765	1.485

La tabla IX indica que pueden conseguirse incrementos sustanciales en el rendimiento horario al reducir el contenido en humedad del forraje antes de que entre en la deshidratadora, pero, - tal como se podría esperar, el ritmo de mejora desciende a medida que se alcanzan contenidos en humedad más bajos. Los resultados - de algunas pruebas y la experiencia de las deshidratadoras comerciales señalan que se obtiene un ahorro bastante constante de 110 kcal/kg de producto deshidratado por cada 1% de reducción en el - contenido en humedad, equivalente aproximadamente a una cantidad considerable de dinero por tonelada de producto.

Hablando en términos generales, una vez que una planta grande esté funcionando durante la semana, no se considera una buena medida pararla a pesar del alto contenido de humedad del forraje. Por tanto, un simple aparato que sacudiera o soplara al momento - de que pasa la segadora para que eliminara la humedad superficial

resultaría muy beneficioso para la deshidratadora.

El producto sale de la deshidratadora con un 10% de humedad aproximadamente y pasa a un ciclón donde se separa de la corriente de aire y se expulsa el vapor. En la mayoría de los sistemas actuales, a continuación se muele y se hacen gránulos de 12 mm. En este caso es esencial el enfriado para estabilizar el caroteno para el almacenamiento. Por consiguiente los gránulos pasan directamente a una torre de enfriamiento (una tolva elevada) y se inyecta aire atmosférico a través de la masa. La harina no granulada puede enfriarse simplemente dejándola durante media hora en una torre vertical de mezclado.

Los cubos de alfalfa deshidratada pueden almacenarse a granel en sacos y su contenido en humedad no debe ser superior al 12% por razones antes mencionadas. La harina se coloca en sacos y su contenido en humedad debería ser del 10% o inferior para un excelente almacenamiento.

La alfalfa deshidratada se presenta en forma de harina o en gránulos. El gránulo tiene la ventaja de ocupar menos volumen en el almacén, ofrecer mejores condiciones de conservación y ser aprovechado por el ganado en forma más completa. Para poder granular la harina después de la molienda es preciso proceder a un ligero humedecido. La harina está tan seca que no se consigue aglomerar. El tamaño del gránulo es distinto, dependiendo del tipo de ganado al que se destine. La prensa para el granulado consiste, dicho en pocas palabras, en un cilindro que comprime la masa de harina humedecida contra una plancha en la que se han hecho unos orificios que son los que dan la forma al gránulo.

Por ser el caroteno elemento de gran interés en la harina de alfalfa, al mismo tiempo que enormemente lábil, en particular a la oxidación, preocupa la conservación del mismo durante el almacenamiento del producto. Una forma de solucionarlo es la ocupación de silos con atmósfera inerte. Al eliminar la presencia de oxígeno

no quedan impedidos todos los productos oxidativos. Esta instalación es, sin embargo, cara y no se encuentra aún muy extendida.

Un procedimiento que es más económico consiste en la adición de productos antioxidantes previamente el ensacado o almacenado.- El Etoxiquin es uno de estos productos comerciales, actualmente - muy utilizado. Cuando se trata de productos de alta calidad y valor, tales como la harina de hoja de alfalfa, se adicionan antioxidantes en combinación, incluso con el almacenamiento en atmósfera inerte.

El procedimiento de granulado sirve también indirectamente - para frenar los procesos oxidativos, dado que ello trae consigo - una eliminación casi total del aire y, por tanto, del oxígeno. Al go análogo, aunque no tan complejo, se consigue con la eliminación del aire del interior del saco y la compresión paralela del producto al introducirse en el mismo. Al mismo tiempo se reduce la - necesidad de saquerfo y de almacén.

La luz actúa como catalizador en toda oxidación, por lo que se recomienda que las paredes del almacén estén pintadas de color oscuro, e incluso negro. Especialmente si se trata de almacenar - la alfalfa deshidratada a granel o en sacos de plástico transparente. Asimismo, evitando ventanas, huecos o puertas, se reduce - la circulación del aire en el interior y, en consecuencia, la presencia de grandes cantidades de oxígeno en contacto con el producto.

Finalmente, la harina de alfalfa suele ser muy pulverulenta y molesta de trabajar. También, cuando es consumida por el ganado el polvillo más fino penetra por los conductos nasales, causando molestias. Por ello, se procede a la adición de grasas que reducen esa pulverulencia y aumentan el contenido energético del producto.

CAMBIOS QUIMICOS EN EL PROCESO

La deshidratación artificial es un proceso específicamente diseñado para conseguir reducir al mínimo las pérdidas durante la fabricación y conservación del producto. De ahí que los cambios químicos sean mínimos como consecuencia de la deshidratación.

Las pérdidas mecánicas suelen ser escasas, ya que se trata de segar, picar y transportar a la fábrica. Por lo general se utilizan máquinas especialmente diseñadas, con personal también altamente calificado, por lo que lógicamente la recolección debe resultar muy perfeccionada. En el interior de la fábrica suelen producirse también ciertas pérdidas del material más fino que escapa al circuito de la instalación. Por ello las pérdidas son muy bajas.

Después de la siega prosigue la respiración del forraje que provoca la destrucción de una parte de hidratos de carbono. Sin embargo, dado el corto espacio de tiempo existente entre la siega y la deshidratación, esta pérdida se ve muy reducida.

En la tabla X se muestran las cifras correspondientes al contenido y digestibilidad, en sus distintas fracciones, de un forraje verde, desecado naturalmente y deshidratado. El heno hecho al sol presenta una serie de pérdidas, no sólo en el contenido, sino también en la digestibilidad. Por el contrario, el producto deshidratado artificialmente conserva la composición y digestibilidad del forraje verde. Confirman estas cifras las ventajas que como método de conservación del forraje tiene la deshidratación sobre la henificación por medios naturales.

Tabla X

CAMBIOS EN LA COMPOSICION QUIMICA DEL FORRAJE COMO
CONSECUENCIA DE LA DESHIDRATACION ARTIFICIAL

	Forraje verde		Heno secado natural		Deshidratado artificial	
	Compo- sición	Digesti- bilidad	Compo- sición	Digesti- bilidad	Compo- sición	Digesti- bilidad
Materia seca	17.2	74	34.8	64	96.4	72
Fibra	22.0	80	29.0	91	21.9	78
Protefna bruta	17.6	78	13.5	57	17.2	73
Protefna verdadera .	13.1	71	11.2	59	16.9	72
Extracto libre de nitrógeno	44.9	78	46.7	69	45.9	77

Es de recalcar la bondad del método para conservar la digestibilidad de la protefna y, especialmente, la potencialidad en vitamina A (contenido en caroteno). En este sentido, la temperatura de deshidratación no afecta de forma sustancial la digestibilidad de la protefna, tabla XI. En cambio, cuanto más alta sea, mayor es el contenido de caroteno en el producto obtenido. Cosa lógica si se tiene en cuenta que el caroteno se destruye por oxidación, fenómeno que se reduce al acortar el periodo de desecación utilizando mayor temperatura.

Tabla XI

Temperatura °C	Digestibilidad de la protefna bruta %	Contenido en caroteno Mg/100 g Materia Seca
80	78	26.8
140	77	30.7
250	73	34.5
350	79	-
600	82	39.0

Anteriormente, ya se han citado varios procedimientos para frenar y reducir la oxidación de la provitamina A. En la tabla XII puede observarse cómo la harina de alfalfa expuesta a una atmósfera normal pierde hasta una cuarta parte de su caroteno al --mes de almacenamiento, y queda reducido a un 60% de su contenido inicial a los cuatro meses. En cambio, cuando el oxígeno de la atmósfera del silo o almacén se disminuye por debajo del 5.3%, se consigue una conservación casi total.

Tabla XII

LA PRESENCIA DE OXIGENO Y EL PERIODO DE ALMACENAMIENTO EN RELACION CON LA CONSERVACION DEL CAROTENO (% del CONTENIDO INICIAL)

% de oxígeno en la atmósfera del silo	Días de almacenamiento			
	28	56	95	112
0.3	98	97	96	-
3.0	91	93	91	90
5.3	94	92	90	87
Aire normal	76	67	55	61

Una alternativa a procedimiento tan costoso de instalación -- es la adición de antioxidantes. El granulado de la harina supone ya una notable ayuda, dado que se reduce la superficie de contacto con la atmósfera por unidad de volumen. Esta reducción es tanto mayor cuando más grandes son los gránulos que se formen.

En Estados Unidos se ha puesto un antioxidante, Etoxoquina, empleada en dosis del 0.015% sobre el producto seco.

LA DESHIDRATAACION

La utilización de la deshidratación es costoso y sofisticado proceso que sólo se justifica por dos hechos: la conveniencia de conservar un producto de tan favorable composición y riqueza como

es el forraje de alfalfa con un mínimo de pérdidas y la necesidad de aprovecharle en condiciones de climas desfavorables.

Para cubrir ambos objetivos es necesario conseguir un producto de alta calidad, si se quiere hacer todo compatible con la rentabilidad de una técnica que implica por sí misma altos costos. - Debe concederse una gran atención a la calidad y características de producto al entrar en la fábrica y a las condiciones que se somete durante su paso por las distintas fases del proceso.

Aunque durante la recolección en el campo y la preparación - del forraje (picado, dislacerado, etc.) se haya homogeneizado la masa sensiblemente, no puede llegar a conseguirse totalmente. En efecto, los tejidos que forman las hojas son radicalmente distintos de los que forman los tallos. La relación superficie a masa - es radicalmente distinta. De manera que, aun sometidos a un copio so picado, la velocidad de evaporación será muy distinta en un ca so que en otro (hojas y tallos), incluso bajo las mismas condicio nes de temperatura. Desde luego que esta dificultad queda paliada con los tratamientos previos a la deshidratación. Aun así es preciso el establecimiento de circuitos de retorno que obligan a per manecer durante más tiempo, bajo las condiciones del ciclo de de secado, a aquellas partículas que por no haberlo sido satisfactoriamente, presentan una mayor densidad.

Sin embargo, un condicionante más importante de las caracte rísticas de deshidratación lo constituye la cantidad y tipo de - agua que el forraje posee y ha de ser eliminada. De ahí que el - análisis de la tasa de humedad del forraje, por medios más o me nos rápidos y automáticos, sea fundamental en la programación del desecado.

El forraje va impregnado de una cierta cantidad de agua (pe riférica) que ha adquirido por la lluvia, riego o rocío. Además - de las condiciones atmosféricas, la relación superficie a volumen influye notablemente en esta cantidad de agua periférica que un -

forraje presenta, ya que cuanto más extensa sea la superficie, - mayor la posibilidad de adherirse al agua. Por eso, a igualdad de otras condiciones, las alfalfas con mayor proporción de hojas con tiene más agua periférica.

El agua interna puede encontrarse de forma libre en las solu ciones y jugos de la planta, o bien ligada, formando parte de mo léculas más complicadas.

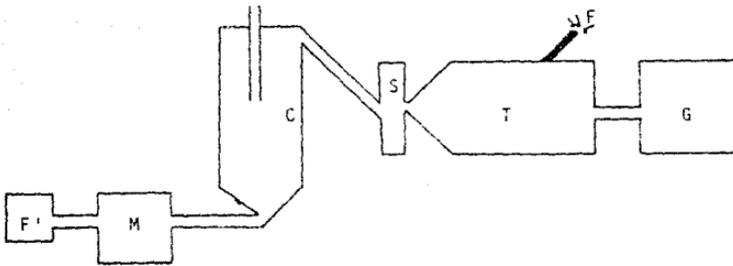
La eliminación de agua periférica es relativamente fácil, - dado que se encuentra al exterior y el calor de evaporación que - se necesita para ello es mínimo. Del agua interna hay que cuidar - en actuar indiscriminatoriamente sobre la fracción libre, ya que si el desecado llega a movilizar parte de la ligada, esto signifi caría modificar la propia composición del producto y, por lo tanto, la calidad. En resumen, mediante la deshidratación es preciso conseguir la total eliminación del agua periférica y la interna - libre sin modificar para nada el agua interna ligada.

Como anteriormente se decía, aparte de la humedad total, la proporción entre periférica e interna condiciona el programa de - deshidratación en sus dos características fundamentales; temperatura y tiempo de estancia del forraje en el tambor. Cuando la - proporción de agua interna es alta, convendrá prolongar el deseca do a temperaturas moderadas. En cambio, si la que predomina es la periférica, interesará disminuir la duración del tratamiento en - el tambor a base de elevar al máximo la temperatura.

En cualquier caso, es preciso no prolongar el tiempo de deshidratación excesivamente para preservar la pérdida del agua liga da, hecho que afectaría lamentablemente la calidad del producto. - Por otro lado, temperaturas demasiado elevadas dan lugar en oca siones a la formación de unas capas resacas que, rodeando a las - partículas, dificultan la transferencia de vapor desde el interior de las mismas y son la causa de una deshidratación incompleta.

Figura 17

ESQUEMA DE UNA DESHIDRATADORA DE FORRAJES



- F = Introducción del forraje picado.
- G = Generador de aire caliente.
- T = Tambor o túnel del secador.
- S = Soplador o Ventilador.
- C = Ciclón para preparar los gases húmedos.
- M = Molino de martillos.
- F' = Prensa de matrices de eje vertical.

A continuación se presentan algunos resultados obtenidos en diferentes tipos de deshidratadoras. Estos experimentos o pruebas se realizaron en Italia.

FIG. 18

1 - Plantas a baja temperatura

a) TEMPLEWOOD M1A (inglesa)

Se trata de una planta fija a doble bandeja, funcionando con aire a baja temperatura y recirculación.

Sus dimensiones son: 4,12 x 15,50 x 2,00 (altura media)

VISTA LONGITUDINAL DE UNA PLANTA "TEMPLEWOOD M1A"
CON UNA SOLA BANDEJA MOVIL

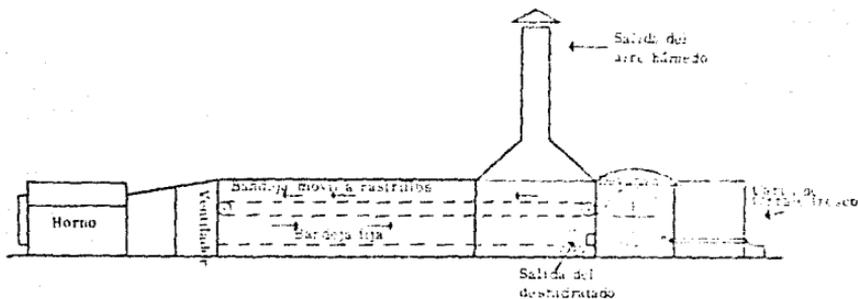


TABLE DE TRABAJO EN LA PLANTA "TEMPLEWOOD M1A"

Denominación	Unidad de medida	Planta 1	Planta 2	Planta 1 sin molino
Duración de la prueba	h	5h 2'	5h 07'	3h 50'
Ferros (fresco usado)	kg	2 453,0	2 436,9	174,0
Humedad del ferros (fresco)	%	75,8	75,6	76,0
Deshidratación obtenida	kg	682,4	568,3	185,3
Humedad del deshidratado	%	6,59	7,97	14,25
Producción horaria efectiva	kg./h	110,2	111,9	98,3
Producción horaria teórica	kg./h	124,7	136,1	133,2
Pérdida de substancia seca	kg.	37,6	36,6	13,5
Porcentaje de pérdida de seco	%	6,1	5,5	7,6
Evaporación horaria efectiva	kg./h	132,7	163,7	247,3
Evaporación horaria teórica	kg./h	354,7	393,3	354,7
Coefficiente de Producción	%	85,4	95,9	74,5
Coefficiente de deshidratación	%	93,5	92,3	81,6
Consumo horario de combustible	kg./h*	32,12	32,65	-
Calor por kg. de agua evaporada	cal/kg.	955,0	969,0	-
Consumo horario de energía	kwh	20,5	22,7	-
Temperatura ambiente	°C	20	24	20
Humedad atmosférica	% H ₂ O	67	76	67

b) AROSIO AG3 (italiana)

Es una planta fija a bandeja múltiple, que funciona con aire caliente a baja temperatura con recirculación. Sus dimensiones son 3,70 x 12,00 x 6,50 (altura media).

CORTE LONGITUDINAL DE UNA PLANTA AROSIO AG3

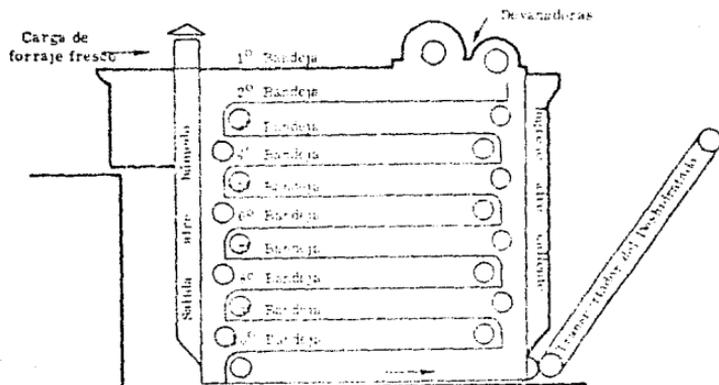


TABLA DE TRABAJO DE LA PLANTA AROSIO AG3

Denominación	Unidad de medida	1ra. Prueba	2da. Prueba
Duración de la prueba	h	2h 35'	4h 12'
Forraje fresco usado	kg	1.171,6	3.095,0
Humedad del forraje fresco	%	75,7	82,5
Deshidratado efectivo	kg	349,0	543,0
Humedad del deshidratado	%	22,0	5,85
Producción horaria efectiva	kg/h	25,5	134,1
Producción horaria teórica	kg/h	255,0	213,0
Pérdida de sustancia seca	kg	4,0	29,0
Porcentaje de pérdida de seco	%	1,4	4,9
Evaporación horaria efectiva	kg/h	366,0	626,0
Evaporación horaria teórica	kg/h	642,0	937,0
Coefficiente de producción	g	35,5	62,9
Coefficiente de deshidratación	g	38,3	75,2
Consumo horario de combustible	kg/h	42,0	43,0
Calor por kg. de agua evaporada	cal./kg.	1.960,0	1.530,0
Temperatura ambiente	°C	22	15
Humedad atmosférica	% H ₂ O	70	95

FIG. 20

2 - Plantas a alta temperatura

a) HEIL (Norteamericana)

Es una planta fija con 3 tambores concéntricos, que funciona a alta temperatura, construida en diversas dimensiones.

ESQUEMA LONGITUDINAL DE UNA PLANTA HEIL

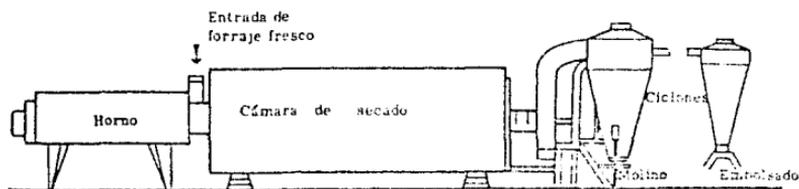


TABLA DE TRABAJO EN LA PLANTA HEIL

Denominación	Unidad de medida	Ítem Prueba
Duración de la prueba	h	3h 18'
Forraje fresco usado	kg.	4.560,0
Humedad del forraje fresco	%	75,4
Forraje cortado	kg.	4.432,9
Humedad del forraje cortado	%	76,4
Deshidratado obtenido	kg.	1.041,9
Humedad del deshidratado	%	5,3
Producción horaria efectiva	kg./h.	315,5
Producción horaria teórica	kg./h.	420,6
Pérdida de sustancia seca	kg.	80,1
Porcentaje de pérdida de seco	%	5,5
Evaporación horaria efectiva	kg./h.	1.018,5
Evaporación horaria teórica	kg./h.	1.280,0
Coefficiente de producción	%	73,4
Coefficiente de deshidratación	%	79,6
Consumo horario de combustible	kg./h.	114,0
Calor por kg. de agua evaporada	cal./kg.	1.025,0
Temperatura ambiente	°C	29
Humedad atmosférica	% H ₂ O	83

FIG. 21

b) LOUISVILLE (Norteamericana)

Se trata en este caso de una planta fija a alta temperatura con transporte neumático del forraje, a tambor rotatorio simple.

CORTE LONGITUDINAL DE LA PLANTA LOUISVILLE B 300

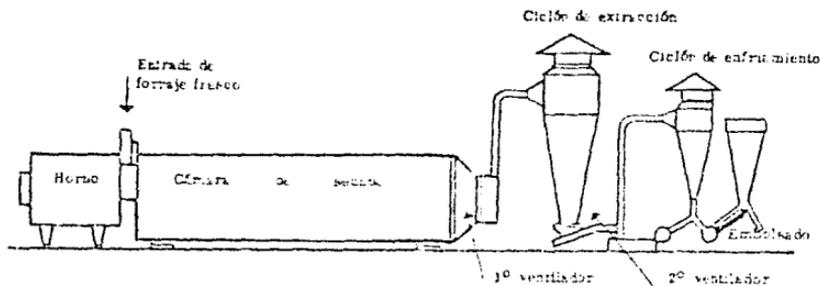


TABLA DE TRABAJO DE LA PLANTA LOUISVILLE

Denominación	Unidad de medida	1ra. Prueba	2da. Prueba
Duración de la prueba	h	11,45'	21,55'
Forraje fresco usado	kg.	1.480,0	4.610,0
Humedad del forraje fresco	%	76,7	77,0
Forraje cortado	kg.	1.520,0	4.570,0
Humedad del forraje cortado	%	78,6	76,7
Deshidratado obtenido	kg.	405,0	1.030,0
Humedad del deshidratado	%	5,1	4,4
Producción horaria efectiva	kg./h.	264,5	263,0
Producción horaria teórica	kg./h.	335,0	350,0
Pérdida de sustancia seca	kg.	4,2	65,4
Porcentaje de pérdida de seco	%	0,9	5,2
Evaporación horaria efectiva	kg./h.	773,0	580,0
Evaporación horaria teórica	kg./h.	960,0	1.036,0
Coefficiente de producción	%	78,2	75,7
Coefficiente de deshidratación	%	78,8	84,9
Consumo horario de combustible	kg./h.	90,0	94,2
Calor por kg. de agua evaporada	cal./kg.	1.070,0	1.045,0
Temperatura ambiente	°C	17	24
Humedad atmosférica	% H ₂ O	80	78

FIG. 22

c) VAN DEN BROEK (Holandés)

Consiste en una planta de alta temperatura, a tambor rotatorio.

ESQUEMA DE LA PLANTA VAN DEN BROEK

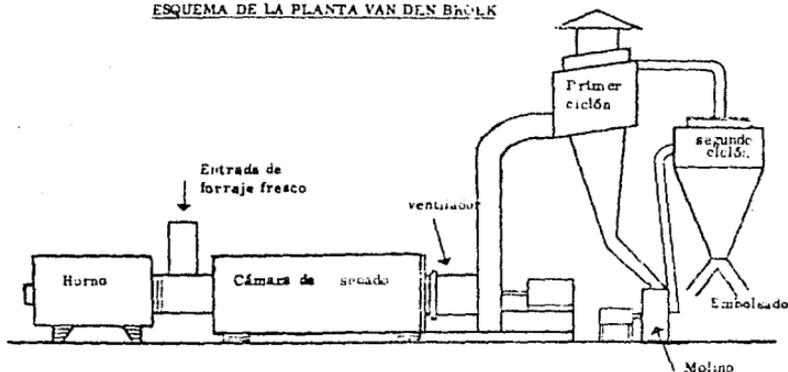


TABLA DE TRABAJO DE LA PLANTA VAN DEN BROEK

Denominación	Unidad de la Prueba	1da. Prueba	2da. Prueba	3ra. Prueba
Duración de la prueba	h	4b 02'	3b 13'	2b 28'
Forraje fresco usado	kg.	6.650,0	3.750,0	4.800,0
Humedad del forraje fresco	%	78,6	69,9	75,2
Forraje cortado	kg.	5.959,0	3.670,0	4.540,0
Humedad del forraje cortado	%	76,0	69,3	74,4
Deshidratado obtenido	kg.	1.249,0	1.148,0	1.200,0
Humedad del deshidratado	%	5,1	5,6	5,1
Producción horaria efectiva	kg./h.	311,0	521,0	453,0
Producción horaria teórica	kg./h.	520,0	770,0	610,0
Pérdida de sustancia seca	kg.	220,0	44,7	91,0
Porcentaje de pérdida de seco	%	17,2	3,5	5,8
Evaporación horaria efectiva	kg./h.	1.120,0	1.127,0	1.354,0
Evaporación horaria teórica	kg./h.	1.560,0	1.580,0	1.570,0
Coefficiente de producción	%	59,8	67,6	79,1
Coefficiente de deshidratación	%	71,7	71,3	86,2
Consumo horario de combustible	kg./h.	151,0	149,0	148,0
Calor por kg. de agua evaporada	cal./kg.	1.240,0	1.160,0	995,0
Temperatura ambiente	°C	18	30	27
Humedad atmosférica	% H ₂ O	70	65	87

3.- COMPARACION ENTRE SECADO NATURAL Y ARTIFICIAL

Aunque a lo largo de las páginas anteriores se han reflejado diversas razones que justifican las dos formas de secado, ambos - como procedimientos de conservación de la alfalfa, ahora se resumen las ideas.

- 1.- La primer gran diferencia es la diferencia en el costo de producción. Cuesta más la alfalfa deshidratada que la alfalfa achicalada. El principal costo es la inversión que se tiene que hacer en la maquinaria (secador, generador de aire caliente, ciclón, etc.).
- 2.- La alfalfa deshidratada forma parte importante de numerosos concentrados para diferentes clases de ganados (aves, cerdos, etc), que consumirían cantidades mínimas de tan importante alimento.
- 3.- La alfalfa deshidratada no se utiliza como sustituto del heno, sino en general es un producto de distinta aplicación, - gracias al cual se consigue un aprovechamiento más completo de una misma fuente de forraje.
- 4.- Se aumenta la producción del alfalfar al retirar del terreno el forraje tan pronto como se va secando. En cambio, en la - henificación el forraje queda durante varios días extendido, cubriendo el terreno e impidiendo que la luz caiga sobre las plantas, ayudando su rebrote.
- 5.- Se reduce enormemente el espacio necesario para almacenar, - especialmente cuando se trata de alfalfa granulada.
- 6.- Las pérdidas de materia seca son mayores en la henificación, especialmente en la fracción de carbohidratos más digestibles.

- 7.- La digestibilidad de la proteína asciende a causa de la mayor ingestión y/o rapidez de la digestión. Ello, en cambio, viene a compensarse en parte con la mayor pérdida en proteína total que la henoificación significa.
- 6.- El caroteno o provitamina A se conserva prácticamente en su totalidad, especialmente si se toman las medidas oportunas para su almacenamiento (atmósferas inertes, adición de antioxidantes, granulado, etc.).
- 9.- Exactamente esta fuente barata de provitamina A hace de la alfalfa deshidratada un componente insustituible en concentrados para animales permanentes estabulados en explotación intensiva.
- 10.- Se aumenta la ingestión por parte del ganado. Sin embargo, la alfalfa deshidratada pocas veces se suministra aisladamente, aunque en algunos casos se les dé a rumiantes en forma de gránulos gruesos.
- 11.- La deshidratación permite conservar el forraje producido en climas lluviosos o en épocas con riesgos de rocío o lluvia, que harían muy arriesgada la desecación natural. Al seguirse el proceso bajo techado, se hace independiente del clima, mientras la máquina pueda entrar al terreno a segar.

4. DIAGRAMA DE FLUJO Y MAQUINARIA UTILIZADA EN LA HENIFICACION

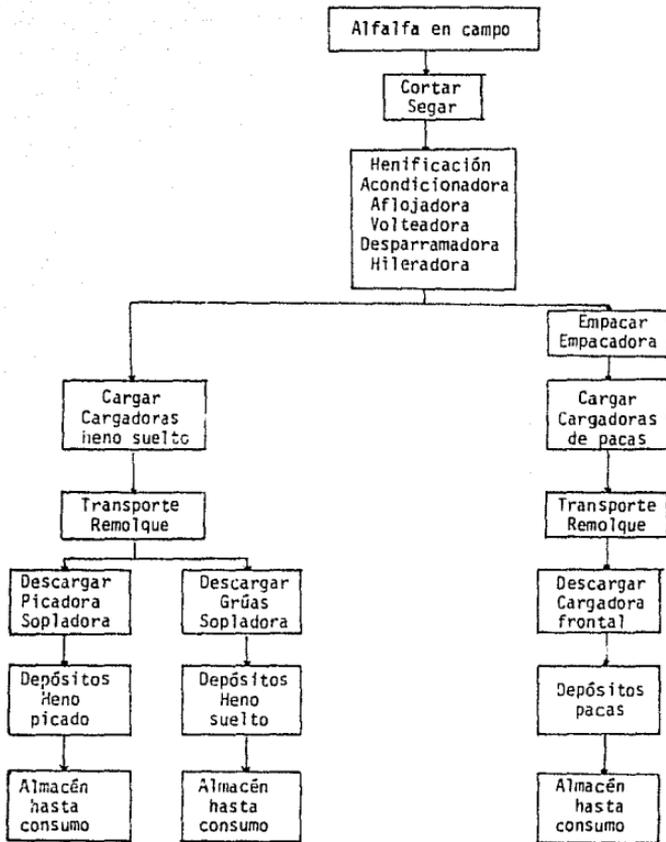
Para poder realizar el secado natural se procede de dos formas generales: la primera es usando mucha mano de obra utilizando la maquinaria indispensable (tractor, empacadora o embalajadoras de heno); la segunda forma es utilizar la operación mecánica, esta operación está automatizada.

Descripción del esquema de flujo (Fig. 23).- La alfalfa se encuentra en la época adecuada de corte, el primer paso es el corte de la alfalfa y ya cortada se continúa con el equipo llamado de henificación que consiste en acondicionadoras, aflojadoras, volteadoras, etc. Este es el momento en el cual se seca la alfalfa. Se continúa después de seco el forraje, con el empaqueo y cargar las pacas para su posterior transporte al almacén que generalmente se realiza en remolques cuando son distancias cortas y en camiones cuando son distancias largas. La operación siguiente se realiza en el almacén, la cual consiste en descargar las pacas.

Existe otro proceso el cual se inicia de la misma forma descrita anteriormente sólo que no empaqa la alfalfa seca. Así que aquí empieza la diferencia entre ambos, aquí utilizan cargadoras de heno suelto hacia el remolque en el que será transportado a los depósitos de heno picado el que se descarga con una descargadora sopladora y es ahí donde se almacenará hasta el momento de consumo.

Existen máquinas picadoras sopladoras y son las que se utilizan en la deshidratación del forraje. Estas máquinas realizan el corte, picado y cargado al remolque o camión en el que se transportará hasta la fábrica.

FIG. 22



SEGADORAS

El primer paso de la henificación es el cortado del forraje y para esta actividad se utilizan las segadoras. Estas máquinas se clasifican de acuerdo a su método de unión al tractor o a otro sistema de arrastre y de acuerdo al método de corte.

De acuerdo a su forma de unión se clasifican en:

Remolcada

El modelo más primitivo de segadora es el arrastrado por un animal o tractor, transmitiendo su movimiento a las cuchillas - la rueda de la segadora, que gira sobre el suelo. También existen segadoras arrastradas con transmisión cardán.

Semimontada

Consiste en una segadora con transmisión cardán, unido por un enganche en tres puntos al tractor, pero apoyada en sus propias ruedas mientras trabaja.

Montada

Es un modelo de transmisión cardán montado sobre un enganche de tres puntos al tractor.

Montada en el centro

Se trata de una segadora montada sobre las ruedas del tractor. El peine de cuchillas generalmente es movido por un motor - hidráulico.

Método de corte

Según el método de corte se clasifican en segadoras convencionales y segadoras rotativas.

El trabajo de corte se puede realizar entre dos elementos - donde uno o ambos son móviles, como en el caso de tijeras. Este sistema se aplica a segadoras convencionales.

Las segadoras rotativas cortan el cultivo por impacto con un solo elemento rotativo.

Las segadoras convencionales constan de una barra de corte con un número de guardas con contracuchilladas. Estas contracuchillas fijas forman uno de los elementos de corte.

Por dentro de las guardas se mueve una barra con cuchillas, en forma recíprocante. Los bordes cortantes de las cuchillas forman el otro elemento de corte. Entre los bordes de las contracuchillas y los de las cuchillas recíprocantes, se efectúa el trabajo de corte. El material cortado por este método es henificable, ya que se produce un solo corte del mismo, sin picarlo.

La segadora rotativa realiza el corte con un elemento rotativo, a alta velocidad, sin necesidad de un contraelemento por impacto.

El elemento rotativo puede girar en un plano vertical u horizontal. La mayoría de estas segadoras tienen un rotor con dos cuchillas que giran en un plano horizontal. Las segadoras rotativas tipo estándar no sólo cortan el material, sino que también lo pican. Se usan estas máquinas para el corte de malezas y para la limpieza de campos.

Sin embargo, existen también segadoras rotativas que no pican el material. Lo cortan en forma similar a la segadora convencional. En este caso, el material es igualmente henificable.

Sobre la segadora convencional existen de tiro animal y para tractores. En ambos casos se ajusta la posición de la barra de corte.

Las segadoras rotativas se clasifican en segadoras rotativas tipo estándar, y segadoras de tambores o discos. Las primeras dos no sólo cortan el material, sino también lo pican.

Por esto no son usadas para cortar el material que se va a henificar. Así sólo se utilizan las segadoras de tambores o discos para la henificación.

A continuación se presentan ambos tipos de segadoras.

SEGADORA CONVENCIONAL PARA TRACTORES.

Existen barras de corte que se montan en la parte central del tractor, entre las ruedas delanteras y las ruedas traseras. También hay barras de corte de montaje en el enganche de tres puntos detrás del tractor. En ambos casos, el mando se ejerce por medio de la toma de fuerza del tractor.

Las partes mostradas son:

- (1) Barra de corte.
- (2) Conexión de la máquina al chasis del tractor.
- (3) Palanca de levante de la barra de corte.
- (4) Palanca de ajuste de la inclinación de la barra de corte.
- (5) Sistema de mando por la toma de fuerza.
- (6) Tablas separadoras que forman una hilera de material cortado.

Fig. 23

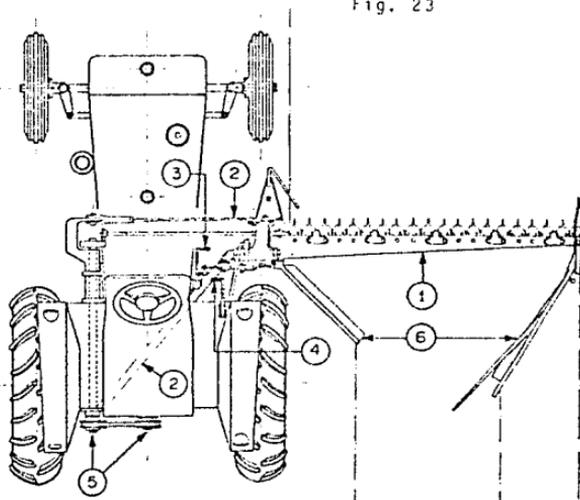
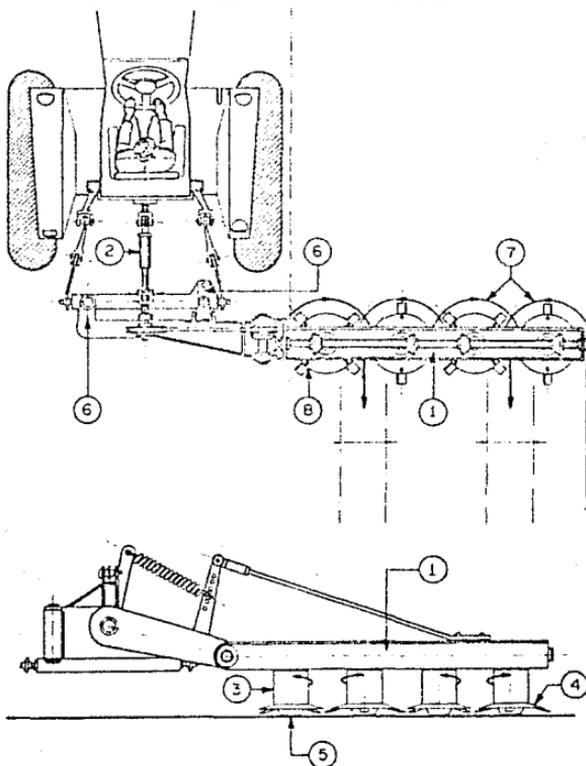


FIG. 24
CONSTRUCCION DE LA SEGADORA ROTATIVA DE TAMBORES

- (1) Chasis de la máquina con el sistema de mando de los tambores.
- (2) Mando por la toma de fuerza del tractor.
- (3) Tambores. En una vista por detrás.
- (4) En su parte inferior, los tambores llevan un aro cónico.
- (5) Disco soporte para evitar que las cuchillas corten suelo.
- (6) Conexión de la segadora en el sistema de enganche.
- (7) Tambores. Una gira en sentido opuesto al otro.
- (8) Conexión de las cuchillas al cono del tambor.



MAQUINARIA PARA EL SECADO

Una vez cortado el material verde para su henificación, es necesario que éste se seque uniforme y rápido como sea posible para reducir pérdidas, principalmente de proteínas. Luego del secado, es también importante juntar el material rápidamente en hileras, fardos o pacas para limitar la respiración. Durante las operaciones de henificación se tiene que evitar igualmente pérdidas físicas, especialmente de hojas.

Las operaciones básicas de henificación son:

- Acondicionar.
- Aflojar.
- Voltear.
- Desparramar.
- Hilerar y juntar.

Se usan acondicionadores para romper la estructura de los tallos del material cortado, con el objetivo de facilitar su pérdida de agua. Los tallos se secan más lentamente que las hojas. Esta desuniformidad en el secado resulta en un tiempo de henificación demasiado largo, en donde las hojas pierden gran parte de su valor nutritivo. Al romper la estructura de los tallos, se logra más uniformidad en el secado de tallos y hojas.

La operación de alojamiento sirve para soltar el material compactado en una hilera y para levantar el material que se pega al suelo después de la lluvia. Si no se afloja el material, éste recibe sol de un solo lado resultando en un material quebradizo con la consiguiente pérdida de hojas, que se desprenden durante las operaciones siguientes. Al aflojar el material con intervalo de algunas horas, se favorece la circulación del aire dentro de la hilera, y la exposición gradual del material al sol. Así, se logra un producto flexible de alto valor nutritivo.

La alfalfa debe ser volteada con suavidad para lograr el secado uniforme y evitar una pérdida considerable de hoja.

Desparramar es una operación para aumentar la superficie de exposición del material al sol. El material se desparrama en la mañana, y se juntan nuevamente en la tarde en hileras para eliminar y limitar la respiración durante la noche y la madrugada.

Después del secado, el material se junta en hileras para su posterior recolección por la empacadora, o amontonado en parvas para su conservación. También en esta operación se debe evitar, en lo posible, las pérdidas de hojas.

FIG. 25

ACONDICIONADORA

Son máquinas que constan de dos rodillos acanalados, con mando por parte de la toma de fuerza. La máquina puede ser combinada con una barra de corte para efectuar la operación de siega junto con la operación de acondicionamiento. En este caso, la máquina consta de las siguientes partes:

- (1) Barra de corte.
- (2) Molinete para conducir el material cortado hacia los rodillos acanalados.
- (3) Rodillos acanalados que quiebran la estructura de los tallos.
- (4) Salida del material cortado y quebrado.

FIG. 26

AFLOJADORAS DE TAMBOR

La parte operativa de esta máquina consta de un tambor o molinete de barras portadientes con dientes flexibles. El mando es por parte de la toma de fuerza del tractor. Su construcción es como sigue:

- | | |
|---|---|
| (5) Tambor con dientes. | (8) Ruedas. |
| (6) Los dientes flexibles. | (9) Tablas para guiar el material aflojado. |
| (7) Mando del tambor por la toma de fuerza del tractor. | |

FIG. 25 ACONDICIONADORA

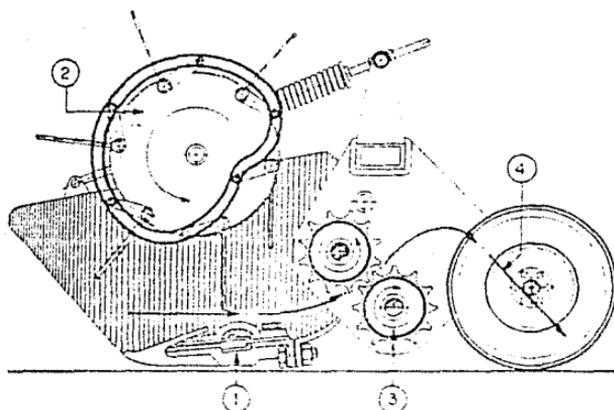
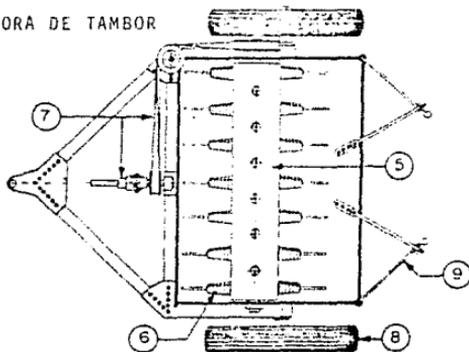


FIG. 26
AFLOJADORA DE TAMBOR



MAQUINAS COMBINADAS CON MOLINETES VERTICALES

Muchas máquinas henificadoras son adecuadas para realizar dos o tres diferentes operaciones. Por esto se llaman máquinas combinadas. Una de éstas es la aflojadora circular con dos o cuatro molinetes verticales. Los molinetes contiguos giran en sentido opuesto. El mando es por la toma de fuerza del tractor.

Las partes son:

- (1) Cada molinete tiene una rueda para el control de la profundidad de los dientes flexibles.
- (2) Molinete, cada uno con ocho brazos con dientes.
- (3) Mecanismos para ajustar la inclinación de los molinetes.
- (4) Ajuste de la posición transversal de la máquina respecto al tractor.
- (5) Mando por la toma de fuerza del tractor.
- (6) Los molinetes giran en sentido opuesto. El material de dos hileras es impulsado atrás y arriba. Al salir, el material es desparramado.
- (7) Aditamento para hilerar el material.
- (8) La máquina en posición de voltear la hilera.

FIG. 27

De acuerdo con esto, la máquina puede ser usada para voltear, desparramar e hilerar el material. El trabajo de estas máquinas es intensivo, por lo que no son adecuadas para la henificación de alfalfa. Son usadas para la henificación de pastos.

MAQUINAS COMBINADAS CON MOLINETE OBLICUO (FIG. 28)

La parte operativa de estas máquinas consta de un molinete con cabezas oblicuas con tres o cuatro barras portadientes, que mantienen su posición paralela.

FIG. 27
MAQUINA COMBINADA CON MOLINETE VERTICAL

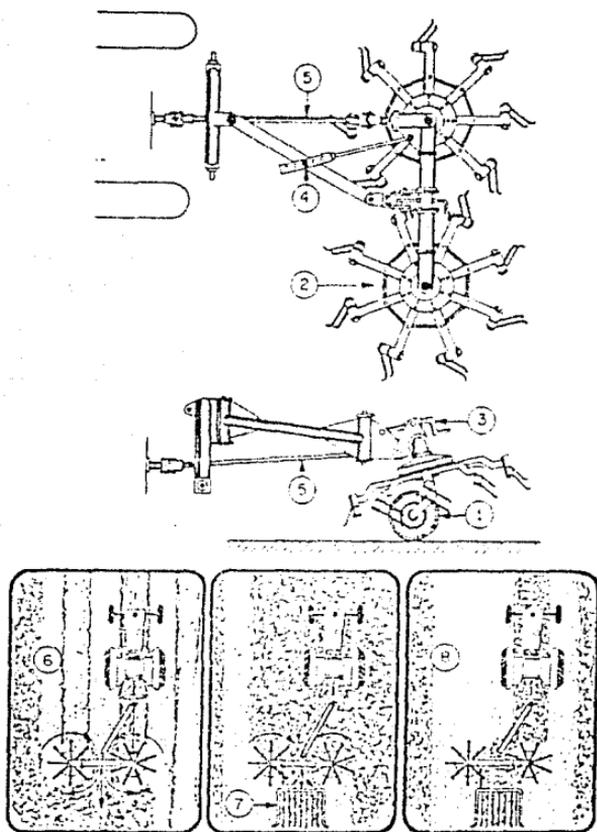
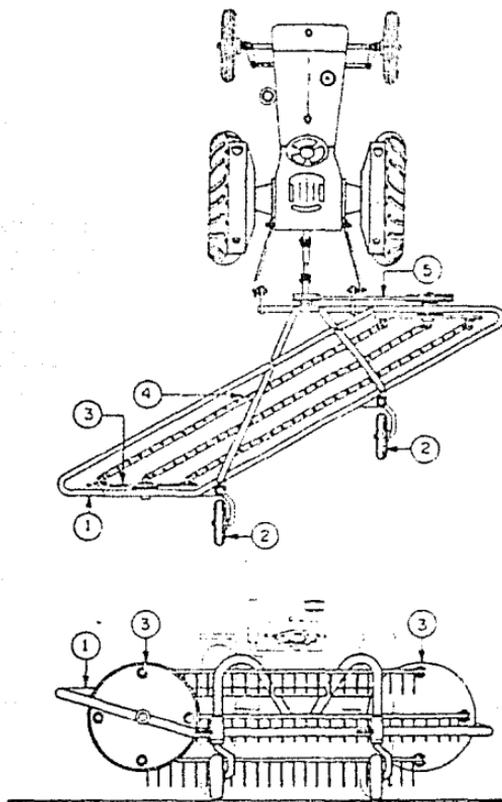


FIG. 26

MAQUINAS COMBINADAS CON MOLINETE OBLICUO

- (1) Chasis de la máquina alrededor del molinete oblicuo.
(2) Ruedas de la máquina. Son de tipo pivote.
(3) Cabezas oblicuas.
(4) Barras portadientes.
(5) Mando por medio de la toma de fuerza del tractor.



MAQUINAS COMBINADAS CON RUEDAS DENTADAS

La parte operativa de estas máquinas consta de una rueda estrellada o rueda dentada, ubicada bajo un cierto ángulo respecto al avance de la máquina.

La rueda gira por el contacto entre los dientes y el material. La máquina puede tener seis ruedas en línea, y así sirve para hilar o juntar el material seco. Las seis ruedas pueden también ser colocadas en dos líneas cada una de tres ruedas. Así, la máquina funciona como volteadora.

Las partes señaladas son:

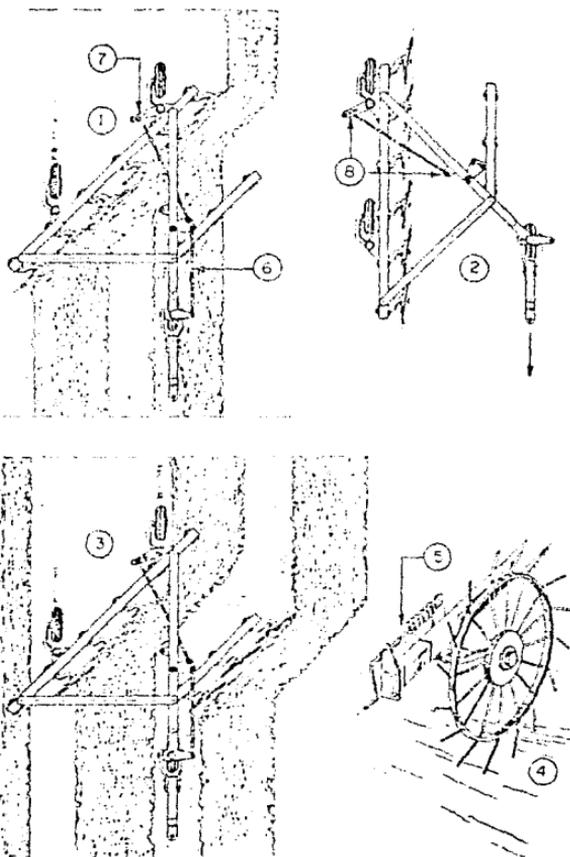
- (1) Vista aérea de la máquina con seis ruedas dentadas en línea para operaciones de amontonado.
- (2) Vista aérea de la máquina en posición de transporte.
- (3) Vista aérea de la máquina con las seis ruedas dentadas ubicadas en dos líneas de tres ruedas cada una para voltear dos hileras de material.
- (4) Construcción de una rueda dentada.
- (5) Dispositivo para el ajuste de las ruedas dentadas según la densidad del material.
- (6) Mecanismo de conexión entre la rueda delantera y la rueda trasera de la máquina.
- (7) Ajuste de la posición de la máquina con respecto al avance. Con este ajuste se puede cambiar el ángulo de las ruedas dentadas respecto a la dirección de su avance.
- (8) Rueda trasera en posición fija para el transporte de la máquina.

FIG. 29

La velocidad con que la máquina desplaza el material transversalmente por sus ruedas dentadas, es casi igual a la velocidad periférica de éstas, ya que el giro se efectúa por contacto entre la rueda y el material. Por lo tanto, el impulso es suave, y el daño físico del material es menor.

Las máquinas con ruedas dentadas son adecuadas para voltear e hilar no sólo el material seco, sino material verde.

FIG. 29
MAQUINAS COMBINADAS CON RUEDAS DENTADAS



MAQUINAS EMPACADORAS

El empacado del heno en el campo es una operación para facilitar el manejo y almacenamiento. Cuando el forraje ha sido henuficado, luego es empacado en pacas de aproximadamente 35 por 45 - por 90 cm. El peso promedio de estas pacas es de 30 kg cada una.

Hay dos tipos principales, el estacionario y el que recoge - de los camellones. El estacionario puede cambiarse de lugar a lugar, y puede tener mecanismo recolector, pero no recoge automáticamente de los camellones. El heno deberá arrimarse a la cámara - especial o al recogedor. Las estacionarias están disminuyendo por que las recogedoras también se pueden utilizar para trabajo estacionario.

En las torcedoras y amarradoras automáticas se usan con éxito tanto el alambre como el cordel. Algunos agricultores prefieren el cordel porque eliminan el peligro que tienen los pedazos - de alambre cuando los traga el ganado: se prefiere el alambre - cuando las balas se van a alguna distancia.

La máquina empacadora es una máquina combinada que recoge - el material henuficado y luego lo comprime para formar la paca.

Cuando la paca alcanza su longitud, ésta es atada mediante - dos unidades de atado, y es luego expulsada de la máquina.

La máquina efectúa las siguientes operaciones:

- Recoge el material de la hileras por medio de un mecanismo recogedor.
- Conduce el material recogido hacia la entrada del canal de - compresión de la máquina, por medio de un conductor de - gusano.
- Empuja el material al interior del canal de compresión por - medio de triches.

- Comprime el material al interior del canal de compresión en forma de una paca, por medio de émbolo recíprocante.
- Controla el grado de compresión de la paca mediante un dispositivo de regulación de la densidad.
- Hace el atado de la paca mediante un mecanismo de atado.

MAQUINAS PICADORAS - SOPLADORAS

Estas máquinas se usan para picar material verde o material seco. El picado se puede emplear sobre el material previamente cosechado, sea en forma verde o henificado, pero también se usa para efectuar la cosecha de forrajes trabajando directamente sobre el cultivo en pie.

Existen dos diferentes modelos de este tipo de maquinaria - que se utiliza para el cortado de la alfalfa verde y con la acción de sopladora carga directamente al remolque o camión. Los dos diferentes modelos son: Picadoras sopladoras de doble acción y las de acción simple.

Las picadoras-sopladoras de doble acción cortan el material y lo conducen mediante un gusano hacia la picadora sopladora. La construcción es como sigue:

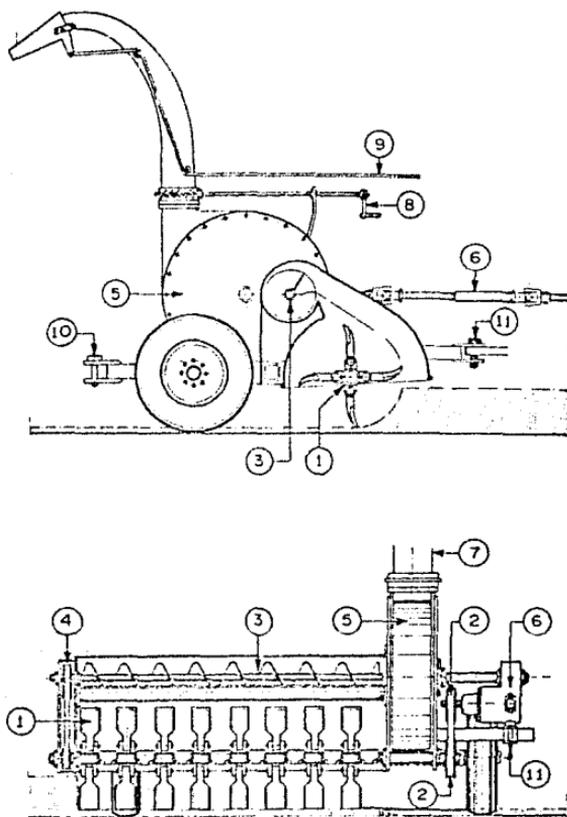
- (1) Rotor con martillos que cortan el material y lo descargan en el conductor.
- (2) Mando del rotor.
- (3) Conductor que lleva el material cortado hacia la picadora.
- (4) Mando del conductor.
- (5) Cabezal de la picadora-sopladora.
- (6) Mando del cabezal por toma de fuerza.
- (7) Tubo de conducción del material picado hacia el remolque.
- (8) Giro del tubo de conducción para facilitar el llenado del remolque.
- (9) Ajuste de la salida del material para llenar primero la parte trasera y luego la parte delantera del remolque.

(10) Enganche del remolque.

(11) Enganche del tractor.

FIG. 30

PICADORA-SOPLADORA DE DOBLE ACCION



CAPITULO III

RESULTADOS

1.- DISCUSION DE RESULTADOS

Al terminar de realizar el trabajo monográfico de actualización se ha llegado a que el secado tiene muchas aplicaciones en la industria. Una de ellas es la industria de los alimentos, en particular la del ganado. Las técnicas de secado se aplican a una planta, que es leguminosa, muy importante para el ganado, por el elevado contenido en calcio y proteína, ella es la ALFALFA.

Este tipo de planta se puede sembrar y cosechar en diferentes climas, de ahí que surjan los ecotipos. En México se cosecha en diferentes estados y surgieron así las diferentes variedades de cada estado. Sólo que no han seleccionado bien a la semilla y por esta razón es que no se pueda competir con las variedades extranjeras.

Por otra parte, los estados productores son los que tienen la mayor cantidad de ganado. También se puede observar cómo la producción de alfalfa verde no se ha incrementado en los últimos 20 años, sino por el contrario ha disminuido en los últimos 8 años. Todo esto muestra que la agricultura se está abandonando.

Sobre el secado natural que es el menos costoso comparado con el secado artificial, se obtiene alfalfa de menor calidad dependiendo del clima.

La alfalfa que se corta se deja al sol (secado natural) o se le aplica calor (secado artificial o deshidratado) se puede conservar por largos períodos de tiempo sin el peligro de que se descomponga o sea atacada por hongos. Esto es debido principalmente a la pérdida de la humedad.

La henificación debe realizarse de tal forma que las plantas no pierdan sus propiedades nutritivas y que conserven las partes más valiosas como alimento: sus hojas. Las características de una buena henificación son:

- Abundancia en hojas.
- Color verde.
- Limpio.
- Libre de hongos.
- Consistente y uniforme.

También para tener dichas propiedades debe tener una cierta humedad, menos de 20% para la alfalfa achicalada y 10% para la alfalfa deshidratada. Utilizando siempre una época de siega temprana, esto es antes de la floración. En relación a las estaciones del año, la mejor época de cortar la alfalfa es desde el otoño a la primavera.

Las pérdidas que sufre la alfalfa durante la henificación son muy grandes comparadas con las de secado artificial o deshidratadoras.

Todo esto hace que para seleccionar uno de los métodos de secado se tiene que hacer un análisis técnico y más importante, económico para tomar una decisión.

Para deshidratar la alfalfa se tendrá que hacer un análisis técnico-económico para poder seleccionar qué tipo de deshidratadora se debe comprar, pues depende de las condiciones atmosféricas, el espacio disponible, la producción y algo más importante que es una planeación adecuada para la producción seleccionada. (Sale costoso mantener parada a la deshidratadora).

2. CONCLUSIONES

- 1.- El secado de alfalfa se hace de dos formas:
 - Para la alfalfa achicalada, Henificación.
 - Para la harina de alfalfa. Deshidratación.
- 2.- La henificación depende de las condiciones climatológicas y la deshidratación no.
- 3.- La alfalfa deshidratada es de mejor calidad nutritiva que la alfalfa achicalada.
- 4.- La alfalfa achicalada se utiliza para alimentar el ganado en forma de forraje, mientras que la alfalfa deshidratada se utiliza para preparar concentrados para todo tipo de ganado.
- 5.- Son mejores las variedades de alfalfa extranjeras que las nacionales.
- 6.- Los estados productores son: Guanajuato, Hidalgo, Chihuahua, México, Baja California, Durango y Sonora.
En el sur (Península de Yucatán) no se registra cultivo de alfalfa.
- 7.- En México no se produce suficiente alfalfa deshidratada.
- 8.- Las deshidratadoras más usadas son las que utilizan el secador rotatorio. Dependiendo de la producción será el tamaño.
- 9.- Hay que realizar un estudio técnico-económico, para seleccionar el método de secado y para seleccionar la deshidratadora.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- A. Maynard, Leonard; Nutrición Animal, Fundamentos de la alimentación del ganado; Unión Tipográfica, España, 1970.
- 2.- Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, D.E.A., S.A.R.H., 1980-1989.
- 3.- Archie, A. Stone; Harold E., Golvin; Maquinaria Agrícola; - CECSA, México, D.F., 1987.
- 4.- Breeman, J.G.; Butters, J.R.; Cowell, N.D.; A.E.U. Lilly; - Las operaciones de la Ingeniería de alimentos; Acribia, España, 1970.
- 5.- Bispe Lariguet, Martin; La industria de la deshidratación artificial de la alfalfa; Banco Industrial de la República de Argentina, Buenos Aires, 1965.
- 6.- Coordinación General de Desarrollo Agroindustrial; Alfalfa - (fabricación de harina); SARH, CODAI.
- 7.- Cuarón, J.A.; Robles, A.; Shimada, A.S.; Empleo de alfalfa - deshidratada (Medicago sativa) en la alimentación de cerdas gestantes; Técnica pecuaria en México, No. 37, págs. 7-14, - 1979.
- 8.- De Alba, Jorge; Alimentación del ganado en América Latina; - La Prensa Médica Mexicana, 2ª. edición, México, 1977.
- 9.- Del Paso Ibañes, Manuel; La alfalfa, su cultivo y aprovechamiento; Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1977.
- 10.- Duthil, Jean; Producción de forrajes; Ediciones Mundi-Prensa España, 1980.
- 11.- Esminger, M.E.; Alimentos y nutrición de los animales; Ateneo, Argentina, 1983.
- 12.- Former and Stockbreeder; Conservación de forrajes; Academia, España, 1970.

- 13.- Gardener, A. Williams; Industrial Drying; Leonard Hill, London, 1971. Chemical Engineering Series.
- 14.- Goohtasbpour- Pars, B.G.; Rieck, C.E.; Robb, T.W.; Glenn, - B.P.; Thomas, R.S.; Nutrient utilization by lambs fed alfalfa hay with different weed content; Journal of Animal Science, Vol. 49, Pág. 264-265, 1979.
- 15.- Harris Pearson, Smith; Maquinaria y Equipo agrícola; Omega,- España, 1968.
- 16.- Helmut M.E., Meier; Ganaderfa; Enciclopedia Sistemática Agropecuaria 2, Aedos-Barcelona, España, 1978.
- 17.- Huges, H.D.; Heathe, Maurice; S. Metcalte, Dave; Forrajes; - CECSA, México, 1966.
- 18.- Instructivos Técnicos de apoyo para la formulación de proyectos de financiamiento y asistencia técnica; Serie Ganaderfa; Forrajes; FIRA, México, 1986.
- 19.- Moore Ian; Ensilado y henificación; Acribia, Zaragoza, 1968.
- 20.- Morrison, Frank B.; Compendio de alimentación del ganado; - Unión Tipográfica, México, 1977.
- 21.- Nutritional Abstracts and Reviews, Serie B, Livestock Feeds and Feeding. Vol. 45-60, No. 1-12, 1975-1990.
- 22.- Perry H., Robert; Don Green; Perry's Chemical Engineer's Handbook; 6a. Edición, Mc Graw Hill International. Edition, Japan, 1984.
- 23.- Powley, J.S.; Cheeke, P.R.; England, D.C.; Davison, T.P.; - Kennick, W.H.; Performance of growing finishing swine fed -- high levels of alfalfa meal: effects of alfalfa level, dietary additives and antibiotics; Journal of Animal Science; Vol. 53, No. 2, pág. 308-316, 1981.
- 24.- Roble Sánchez, Raul; Producción de granos y forrajes; Limusa, México, 1983.
- 25.- S.M., Baden; Técnica de la henificación acelerada; Librería General, Zaragoza, 1965.

- 26.- Sibbald, I.R.; Gut clearance and true metabolizable energy - value of dehydrated alfalfa supplement with sodium chloride; Poultry Science, Vol. 59, pág. 939-940, 1980.
- 27.- Silkey, Ralph E. and King H.H.; Handling fresh alfalfa before dehydration", Ind. and Eng. Chem., Vol. 39, pág. 1163, 1947.
- 28.- Stallings, C.P.; Thomas J.W.; Physiological consequences of feeding heat damage alfalfa with and without supplementant - protein; Journal of Dairy Science, Vol. 62, pág. 85, 1979.
- 29.- Subsecretaría de Política y Concertación; Producción agrícola nacional de veinte y seis cultivos; DGEA, SARH, 1970-1988.
- 30.- Tabor, B.W.; Bush, L.H.; Adams, G.D.; Acid preservation of - alfalfa hay for dairy cows animal; Science Research Report, Oklahoma Agricultural Experiment Station MP-101, pág. 130-133 1977.
- 31.- Treybal, Robert E.; Operaciones de transferencia de masa; - Mc Graw Hill, México, 1988.
- 32.- Verde, S.C. de; Gómez, P.O.; Rosso, O.R.; Suplementación de heno de alfalfa a novillos alimentados con heno de gramínea; Memoria, Asociación Latinoamericana de Producción Animal; - Vol. 13, pág. 40, 1978.
- 33.- West H.W.; Johnson, J.C.; Buttles, J.L.; Effect of drying - agent on rating drying and the hay quality; Applied Agricultural Research; Vol. 49, pág. 490-495, 1989.